

MODEL MANAJEMEN TEKNOLOGI BERBASIS RISIKO



Rita Ambarwati
Wiwik Sulistiyowati
Kusno
Ika Ratna Indra Astutik
Anisa Herwi Saputri

MODEL MANAJEMEN TEKNOLOGI BERBASIS RISIKO

Penulis:

**Rita Ambarwati
Wiwik Sulistiyowati
Kusno
Ika Ratna Indra Astutik
Anisa Herwi Saputri**



Anggota APPTI Nomor : 002.018.1.09.2017
Anggota IKAPI Nomor : 218/Anggota Luar Biasa/JTI/2019

Diterbitkan oleh
UMSIDA PRESS
Jl. Mojopahit 666 B Sidoarjo
ISBN: 978-623-464-101-1
Copyright©2024.

Authors
All rights reserved

MODEL MANAJEMEN TEKNOLOGI BERBASIS RISIKO

Penulis: Rita Ambarwati; Wiwik Sulistiyowati; Kusno; Ika Ratna Indra Astutik; Anisa Herwi Saputri.

ISBN: 978-623-464-101-1

Editor: M. Tanzil Multazam & Mahardika Darmawan K.W

Copy Editor: Wiwit Wahyu Wijayanti

Design Sampul dan Tata Letak: Anisa Herwi Saputri

Penerbit: UMSIDA Press

Redaksi: Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Jl. Mojopahit No 666B Sidoarjo, Jawa Timur

Cetakan Pertama, September 2024

Hak Cipta © 2024 Rita Ambarwati; Wiwik Sulistiyowati; Kusno; Ika Ratna Indra Astutik; Anisa Herwi Saputri.

Pernyataan Lisensi Creative Commons Attribution (CC BY)

Buku ini dilisensikan di bawah Creative Commons Attribution ShareAlike 4.0 International License (CC BY). Lisensi ini memungkinkan Anda untuk:

Membagikan — menyalin dan mendistribusikan buku ini dalam bentuk apapun atau format apapun.

Menyesuaikan — mengubah, mengubah, dan membangun karya turunan dari buku ini.

Namun, ada beberapa persyaratan yang harus Anda penuhi dalam penggunaan buku ini:

Atribusi — Anda harus memberikan atribusi yang sesuai, memberikan informasi yang cukup tentang penulis, judul buku, dan lisensi, serta menyertakan tautan ke lisensi CC BY.

Penggunaan yang Adil — Anda tidak boleh menggunakan buku ini untuk tujuan yang melanggar hukum atau melanggar hak-hak pihak lain.

Dengan menerima dan menggunakan buku ini, Anda menyetujui untuk mematuhi persyaratan lisensi CC BY sebagaimana diuraikan di atas.

Catatan: Pernyataan hak cipta dan lisensi ini berlaku untuk buku ini secara keseluruhan, termasuk semua konten yang terkandung di dalamnya, kecuali disebutkan sebaliknya. Hak cipta dari website, aplikasi, atau halaman eksternal yang dijadikan contoh, dipegang dan dimiliki oleh sumber aslinya.

Kata Pengantar

Puji Syukur kehadiran Allah SWT, atas ridhonya buku ini dapat diselesaikan tepat waktu. Buku ini disusun dengan penuh semangat untuk menyajikan gambaran secara holistik terkait dengan manajemen teknologi berbasis risiko sehingga mampu memaksimalkan kinerja dan produktivitas.

Tata kelola penggunaan teknologi mempunyai peran yang penting untuk menghadapi tantangan yang dihadapi industri modern dan berdaya saing. Manajemen Teknologi menjadi suatu hal yang menjadi pertimbangan suatu industri untuk di terapkan, dalam penerapannya di sertasi dengan pengukuran risiko. Hal ini menjadi praktik baik suatu industri untuk dapat meminimalkan risiko yang muncul dan dan meningkatkan kinerja dan produktivitas.

Buku ini diharapkan memberikan pemahaman yang mendalam dan praktis bagi pelaku usaha, pendidik dan mahasiswa. Penulis menjelaskan dengan baik terkait konsep, strategi dan contoh studi kasus yang dapat dijadikan referensi. Semoga buku ini menjadi sumber salah satu referensi bagi pembacadan bermanfaat bagi masyarakat.

Sidoarjo, 10 Agustus 2024

Hormat Kami,

Penulis

III

Daftar Isi

Kata Pengantar	III
Daftar Isi	IV
Daftar Tabel	VI
Daftar Gambar	VII
Bab 1	
Konsep Manajemen Teknologi	2
1.1 Definisi Teknologi	2
1.2 Definisi Komponen Teknologi	14
1.3 Definisi Manajemen Teknologi	19
1.4 Lingkup Manajemen Teknologi	28
Bab 2	
Konsep Inovasi	33
2.1 Definisi Inovasi.....	33
2.2 Tipe Inovasi	42
2.3 Proses Inovasi	52
2.4 Technology Readlines Level	62
2.5 Innovation Readlines Level	83
2.6 Manajemen Inovasi.....	93
2.7 Organisasi Manajemen Inovasi.....	103
Bab 3	
Strategi Manajemen Teknologi	106
3.1 Adopsi Teknologi	106
3.2 Transfer Teknologi	115
3.3 Lingkungan Teknologi.....	131
Bab 4	
Manajemen Risiko	142

4.1	Definisi Risiko	146
4.2	Definisi Manajemen Risiko	151
4.3	Kerangka Kerja ISO 31000	160
4.4	Pendekatan Penilaian Risiko	175
4.4.1	<i>Teori Failure Mode Effect Analysis</i>	179
4.4.2	<i>House of Risk</i>	182
Bab 5		
Model Manajemen Teknologi Berbasis Risiko		194
5.1	Model Manajemen Teknologi	197
5.2	Pengembangan Model Manajemen Risiko	209
5.3	Siklus Implementasi Manajemen Teknologi Berbasis Risiko.....	235
Bab 6		
Penilaian Manajemen Teknologi Berbasis Risiko		244
6.1	Metode Teknometrik	247
6.2	Studi Kasus Manajemen Teknologi Berbasis Risiko di UKM.....	253
6.3	Studi Kasus Manajemen Teknologi Berbasis Risiko di Perusahaan (Industri).....	273
Daftar Pustaka		281
Profil Penulis		303
Daftar Index		308

Daftar Tabel

Tabel 2. 1 Tingkatan Skala Kesiapan Technology Readiness Level (TRL).....	64
Tabel 2. 2 Tingkatan Level Innovation Readiness Level	84
Tabel 2. 3 Kerangka Innovation Readlines Level (IRL)	92
Tabel 4. 1 Acuan Penilaian Tingkat Keseriusan.....	176
Tabel 4. 2 Acuan Penilaian Tingkat Kemungkinan Risiko Terjadi.	177
Tabel 4. 3 Acuan Penilaian Tingkat Deteksi Risiko.....	178
Tabel 4. 4 Perhitungan House of Risk Fase 1.....	184
Tabel 4. 5 Perhitungan house of risk fase 2.....	186
Tabel 6. 1 Penilaian Batas Bawah dan Batas Atas Komponen Teknologi.....	258
Tabel 6. 2 Penilaian Kualitatif Berdasarkan Selang Nilai TCC ..	262
Tabel 6. 3 Klasifikasi Tingkat Teknologi Berdasarkan Nilai TCC	262
Tabel 6. 4 Kriteria Penilaian.....	265
Tabel 6. 5 Perhitungan Lower and Upper KomponenTechnoware	266
Tabel 6. 6 Perhitungan Lower and Upper Komponen Humanware	266
Tabel 6. 7 Perhitungan Lower and Upper Komponen Infoware .	267
Tabel 6. 8 Perhitungan Lower and Upper Komponen Orgaware	267
Tabel 6. 9 Hasil Perhitungan State of The Art	268
Tabel 6. 10 Bobot dari Komponen Teknologi.....	271

Daftar Gambar

Gambar 1. 1 Teknologi	4
Gambar 1. 2 Fenomena Dialektika dari Perkembangan teknologi	11
Gambar 1. 3 Typical technology S-curve	12
Gambar 1. 4 Macro Technology Life Cycle	13
Gambar 1. 5 Komponen Teknologi.....	15
Gambar 1. 6 Siklus Kegiatan Manajemen Teknologi	25
Gambar 2. 1 Inovasi dan Elemennya	34
Gambar 2. 2 Rumus Penggambaran Inovasi	35
Gambar 2. 3 Proses Inovasi.....	54
Gambar 2. 4 Konsep technological development dan market evolution pada IRL	91
Gambar 2. 5 Inovasi sebagai Proses Manajemen.....	102
Gambar 3. 1 Proses Transfer Teknologi	129
Gambar 4. 1 Prinsip, Kerangka Kerja dan Proses Manajemen Risiko ISO 31000 2018.....	154
Gambar 4. 2 Basic frameworks for managing risk	158
Gambar 4. 3 Proses Manajemen Risiko berdasarkan ISO 31000.	162
Gambar 4. 4 Kerangka Kerja ISO 31000 2018 Framework	163
Gambar 5. 1 Proses manajemen kualitas dan risiko.....	210
Gambar 5. 2 <i>Risk Based Quality Management Process</i>	211
Gambar 5. 3 <i>Risk Based Quality Management System</i> Conceptual Model.....	212

Gambar 5. 4 Diagram Peran AI dalam Manajemen Risiko 225

Gambar 5. 5 Siklus Implementasi Manajemen Risiko

Berbasis Teknologi236

Bab 1

Konsep Manajemen Teknologi

Bab ini menjelaskan tentang definisi teknologi, komponen teknologi, manajemen teknologi dan Lingkup manajemen teknologi.

1.1 Definisi Teknologi

Istilah teknologi pertama kali muncul pada abad ke-17 dalam bahasa Inggris yang dipakai untuk berdiskusi tentang seni-seni terapan saja. Tetapi pada abad ke-20, istilah teknologi berkembang dengan pesat yaitu kegiatan atau cara yang memungkinkan manusia mengubah dan memperbaharui lingkungan hidupnya meliputi alam, manusia, dan semua ciptaan Tuhan YME. Teknologi berasal dari kata Bahasa Yunani "*techne*" yang mempunyai arti keterampilan, dan "logos" yang berarti pengetahuan. Secara umum teknologi bisa di definisikan sebagai hal-hal yang berkaitan dengan pengetahuan. Atau juga bisa diartikan sebagai benda, entitas yang di ciptakan secara berkesinambungan melalui pemikiran, perbuatan untuk mencapai suatu fungsi tertentu.

Teknologi telah berkembang pesat dari masa ke masa, membawa perubahan besar dalam kehidupan dan industri. Revolusi Industri di abad ke-18 dan ke-19 memperkenalkan mesin uap dan produksi massal, yang mempercepat produksi dan mendorong urbanisasi. Di abad ke-20, teknologi komunikasi seperti telepon dan radio mempermudah orang untuk terhubung satu sama lain, sementara komputer dan internet mulai merubah cara manusia bekerja dan berkomunikasi. Masuk ke abad ke-21, teknologi digital seperti smartphone dan kecerdasan buatan (AI) telah mengubah kehidupan sehari-hari dengan meningkatkan akses informasi dan konektivitas global. Peranan teknologi pada aktivitas manusia pada saat ini memang begitu besar (Miftakhatun, 2020). Inovasi dalam energi terbarukan juga membantu mengatasi tantangan lingkungan dan perubahan iklim. Teknologi telah meningkatkan kualitas hidup dengan cara yang signifikan, seperti melalui kemajuan medis dan akses pendidikan yang lebih baik. Namun, perkembangan ini juga membawa tantangan, seperti isu privasi dan keamanan data. Di sisi industri, teknologi meningkatkan efisiensi dan produktivitas, dengan otomatisasi dan robotika mengurangi biaya dan meningkatkan akurasi produksi. Model bisnis baru muncul, seperti e-commerce dan ekonomi berbagi, yang

mengubah cara bisnis beroperasi dan melayani pelanggan. Perusahaan harus terus beradaptasi dengan teknologi baru untuk tetap kompetitif di pasar yang selalu berubah. Dengan cara ini, teknologi tidak hanya mendorong kemajuan, tetapi juga menciptakan tantangan yang harus diatasi untuk memaksimalkan manfaatnya.



Gambar 1. 1 Teknologi
(Sumber: duta-training.com)

Menurut Jacques Ellil, Teknologi merupakan sebuah metode yang bersifat searah menyeluruh dan rasional yang memiliki ciri-ciri efisiensi di semua aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Sedangkan Menurut M. Maryono teknologi merupakan sebuah terapan atau perkembangan dari berbagai jenis peralatan yang dipakai oleh manusia, bisa juga berupa sistem yang digunakan untuk menyelesaikan seluruh permasalahan yang ada. Teknologi sendiri mencakup berbagai

alat, sistem, dan proses yang digunakan dalam memecahkan berbagai masalah, meningkatkan efisiensi, serta menciptakan nilai. (Karim, 2020). Menurut kamus besar Bahasa Indonesia (KBBI) Teknologi adalah suatu metode yang digunakan untuk mencapai suatu tujuan dengan praktis, ilmu pengetahuan terapan. Atau keseluruhan sarana yang dibuat untuk menyediakan barang-barang yang dibutuhkan bagi keberlangsungan dan kenyamanan hidup manusia.(KBBI, 2024). Dalam esensinya, teknologi merupakan kombinasi dari pengetahuan teoritis dan praktis yang diterapkan untuk menggapai hasil tertentu. Teknologi merupakan elemen kunci dalam perkembangan dan kemajuan manusia dalam peningkatan kualitas hidup, efisiensi operasional, dan penciptaan peluang baru dalam berbagai sektor (Liliweri, 2021). Berdasarkan sudut pandang ini, maka teknologi dapat dibagi menjadi empat komponen dasar (Indriartiningtias, 2010), yaitu :

1. Teknologi yang melekat pada obyek (*object-Embodied Technology*), disebut juga dengan fasilitas fisik (*Technoware*).
2. Teknologi yang melekat pada manusia (*Person-Embodied Technology*), disebut juga dengan kemampuan manusia (*Humanware*).

3. Teknologi yang melekat pada dokumen (*Document-Embodied Technology*), disebut juga dengan fakta-fakta yang didokumentasikan (*Infoware*).
4. Teknologi yang melekat pada kelembagaan (*Institution-Embodied Technology*), disebut juga dengan kerangka kerja organisasi (*Orgaware*).

Ciri pokok teknologi adalah bahwa teknologi selalu memuat dua aspek atau faktor yang penting, yaitu efisiensi dan tujuan yang jelas. Efisiensi yang menyangkut konsepsi yang menunjukkan perbandingan terbaik antara suatu kerja dengan hasil yang didapatkan.

Teknologi mempunyai pengaruh yang sangat besar pada kehidupan manusia sehari-hari. Perkembangan teknologi telah mengubah cara manusia dalam berkomunikasi, belajar, bekerja, serta menjalani kehidupan sehari-harinya. Teknologi saat ini adalah hasil perkembangan dari ilmu pengetahuan dan teknologi yang perkembangan secara cepat dan pesat. Semakin berkembangnya teknologi maka berkembang juga bidang-bidang yang lain seperti informasi dan bisnis. Teknologi melibatkan adanya inovasi dan pengembangan secara berkelanjutan. Dapat berupa perangkat keras seperti peralatan atau perangkat lunak seperti program komputer ataupun produk digital. Secara umum, teknologi dapat terbagi menjadi

beberapa kategori utama, seperti Teknologi Informasi, Teknologi Manufaktur, Teknologi Komunikasi, Teknologi Medis, dan Teknologi Energi (Khansa, 2021).

Arnold Pacey, dalam bukunya yang berjudul *Culture of Technology*, mengungkapkan bahwa teknologi tidak hanya sekadar kumpulan alat dan mesin yang kita gunakan sehari-hari. Teknologi memiliki dimensi yang jauh lebih kompleks, yang mencakup tiga aspek utama: organisasional, teknis, dan budaya (Liliwari, 2011).

- 1) Aspek organisasional, Aspek ini mengacu pada semua aktivitas yang terjadi di dalam organisasi terkait penggunaan teknologi. Ini mencakup tindakan dan keputusan yang diambil oleh berbagai pihak dalam organisasi, seperti pemimpin, manajer, karyawan, hingga serikat pekerja. Dalam konteks ini, teknologi tidak hanya dipandang sebagai alat, tetapi juga sebagai bagian dari sistem kerja yang melibatkan berbagai individu dengan peran yang berbeda-beda. Mereka bekerja sama untuk mengelola dan memanfaatkan teknologi dengan cara yang efektif. Misalnya, pemimpin mungkin menentukan arah strategi penggunaan teknologi, manajer mengatur operasional sehari-hari, sementara karyawan mengimplementasikan teknologi dalam tugas-tugas

mereka. Serikat pekerja juga berperan dalam melindungi hak-hak pekerja dalam penggunaan teknologi.

- 2) Aspek Teknis, Aspek ini lebih fokus pada inti dari teknologi itu sendiri, yaitu segala sesuatu yang berkaitan dengan kemampuan teknis. Ini termasuk pengetahuan yang dimiliki oleh orang-orang yang mengoperasikan teknologi, keterampilan yang dibutuhkan untuk menggunakan teknologi tersebut dengan efektif, serta know-how atau pemahaman praktis yang memungkinkan individu untuk mengatasi masalah-masalah teknis. Selain itu, aspek teknis juga mencakup alat dan mesin yang digunakan dalam proses kerja. Dengan kata lain, aspek ini adalah tentang 'bagaimana' teknologi bekerja—baik dalam hal konsep, desain, maupun implementasi teknisnya.
- 3) Aspek Budaya, yakni mencakup tujuan-tujuan yang ingin dicapai melalui penggunaan teknologi, nilai-nilai yang dijunjung oleh masyarakat atau organisasi, serta aturan moral yang membimbing bagaimana teknologi harus digunakan. Aspek ini juga melibatkan keyakinan dan pandangan dunia yang mempengaruhi para perancang teknologi dan mereka yang menggunakannya. Sebagai contoh, dalam budaya yang menghargai efisiensi dan produktivitas, teknologi mungkin dirancang untuk

mempercepat proses kerja. Sementara itu, dalam budaya yang lebih menekankan pada keberlanjutan, teknologi mungkin dikembangkan dengan mempertimbangkan dampak lingkungan.

Dengan mengidentifikasi ketiga aspek ini, Pacey ingin menunjukkan bahwa teknologi adalah fenomena yang multidimensi. Tidak cukup hanya memahami teknologi dari sudut pandang teknis; kita juga perlu mempertimbangkan bagaimana teknologi diorganisir dalam konteks sosial dan bagaimana budaya mempengaruhi cara teknologi dirancang dan digunakan. Ini membantu kita melihat bahwa teknologi bukan hanya alat fisik, tetapi juga sebuah sistem yang kompleks, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor manusia dan sosial yang lebih luas.

Teknologi memberikan banyak manfaat namun juga menghadirkan beberapa tantangan. Di sisi positif, teknologi memperbaiki konektivitas sosial dengan memudahkan orang untuk berkomunikasi dan tetap terhubung dengan keluarga dan teman, tidak peduli jaraknya. Ini juga membuat akses ke informasi dan pendidikan menjadi lebih mudah, memungkinkan pembelajaran dari jarak jauh dan memperluas kesempatan belajar. Dari segi ekonomi, teknologi meningkatkan efisiensi dan produktivitas di berbagai industri,

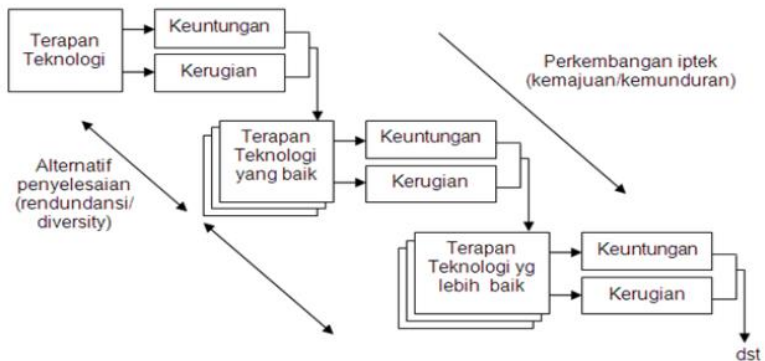
serta menciptakan peluang bisnis baru seperti e-commerce. Selain itu, teknologi dalam energi terbarukan membantu mengurangi dampak lingkungan dengan menurunkan emisi karbon.

Namun, teknologi juga memiliki dampak negatif. Salah satunya adalah kesenjangan digital yang berarti bahwa tidak semua orang memiliki akses yang sama, memperburuk perbedaan sosial dan ekonomi. Kecanduan teknologi dan dampak psikologis dari penggunaan berlebihan, seperti gangguan tidur dan masalah kesehatan mental, juga menjadi masalah. Di bidang ekonomi, otomatisasi dapat menggantikan pekerjaan manusia, menyebabkan pengangguran. Selain itu, ketergantungan pada teknologi meningkatkan kerentanan terhadap gangguan teknis dan pencurian data. Lingkungan juga terkena dampak negatif, seperti limbah elektronik yang berbahaya dan konsumsi sumber daya alam yang besar. Masalah etika juga muncul, seperti privasi dan keamanan data yang dapat terancam jika tidak dikelola dengan baik. Bias dalam teknologi, terutama dalam kecerdasan buatan, bisa mengakibatkan keputusan yang tidak adil atau diskriminatif. Kepemilikan dan kontrol atas teknologi juga menimbulkan pertanyaan tentang hak dan tanggung jawab. Mengelola semua aspek ini dengan bijak sangat penting untuk memastikan

bahwa teknologi memberikan manfaat maksimal sambil meminimalkan risiko dan dampak negatifnya.

Perkembangan Ilmu dan Teknologi

Proses perkembangan ilmu dan teknologi sepanjang sejarah kehidupan kemanusiaan ditunjukkan adanya fenomena dialektika. Penyelesaian tersebut biasanya dilakukan dengan teknologi yang setingkat lebih tinggi.



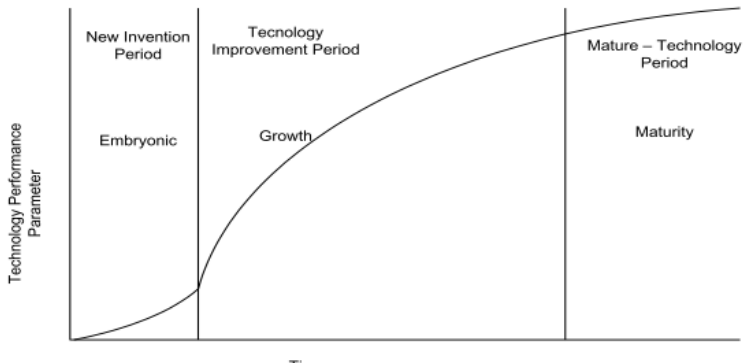
Gambar 1. 1 Fenomena Dialektika dari Perkembangan teknologi

(sumber: (Susanto, 2009)

Siklus Hidup Teknnologi

Penggunaan kurva-S dalam literatur teknologi jauh dari konsisten, terutama dalam kaitannya dengan dimensi yang digambarkannya. Interpretasi umum memplot adopsi

kumulatif suatu teknologi dari waktu ke waktu, menghasilkan apa yang kadang-kadang disebut mode difusi.

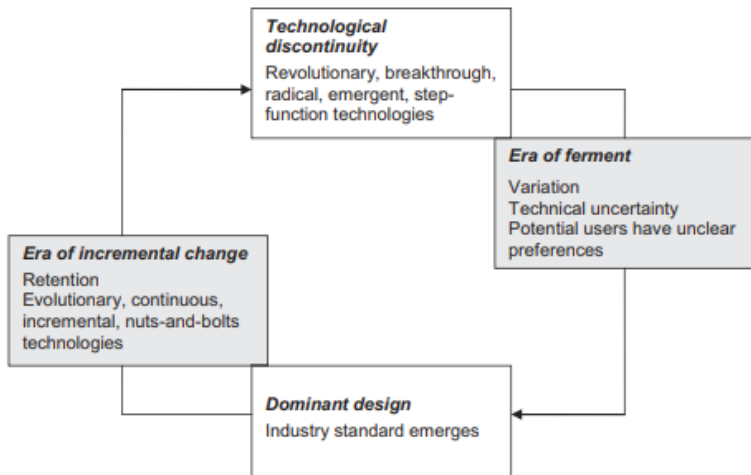


Gambar 1.3 Typical technology S-curve

(Sumber: (Taylor and Taylor, 2012)

Pada Gambar 1.3, menunjukkan bahwa Era fermentasi sengaja menyentuh blok sebelumnya untuk menekankan bahwa itu segera mengikuti diskontinuitas teknologi. Demikian pula, era perubahan bertahap dimulai tanpa penundaan setelah munculnya desain dominan. Meskipun secara umum diterima bahwa model perubahan teknologi Anderson dan Tushman menyangkut inovasi produk dan proses, pengembangan selanjutnya telah menyoroti perubahan penekanan di antara ini selama siklus. Dengan demikian, selama era fermentasi, fokus pengembangannya adalah pada teknologi produk dengan munculnya desain dominan yang mencerminkan kematangan ilmiah dan

penerimaan standar. Pada titik ini, permintaan pelanggan meningkat baik dalam volume maupun kecanggihan. Selama era perubahan bertahap, teknologi produk berubah secara bertahap dan penekanan yang lebih besar ditempatkan pada pengembangan proses yang akan memenuhi permintaan pelanggan dengan biaya lebih rendah (Taylor and Taylor, 2012).



Gambar 1. 4 Macro Technology Life Cycle

(Sumber: (Taylor and Taylor, 2012))

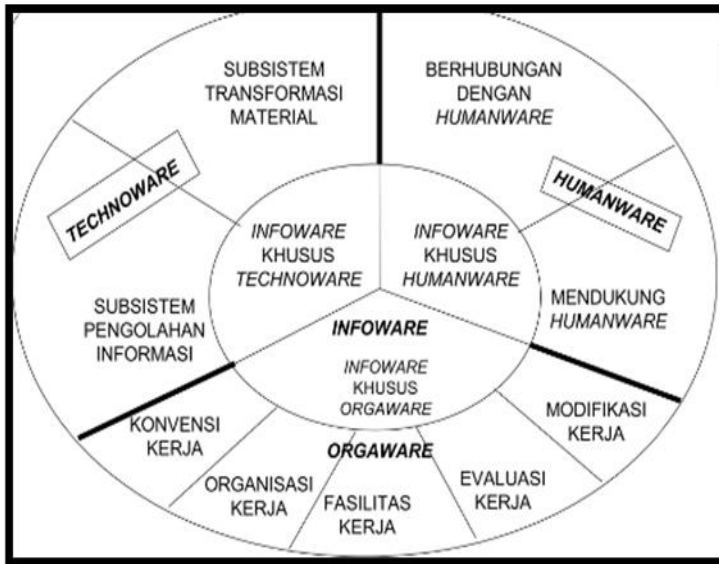
Dalam konteks manajemen teknologi, pemahaman tentang teknologi sangat penting karena ini berhubungan dengan bagaimana teknologi dapat dikelola, diterapkan, dan

diintegrasikan ke dalam operasional. Manajemen teknologi melibatkan pengambilan keputusan yang strategis tentang investasi dalam teknologi, pengembangan produk baru, serta implementasi dan pemeliharaan sistem teknologi.

1.2 Definisi Komponen Teknologi

Dalam dunia manajemen teknologi, memahami berbagai komponen teknologi sangatlah penting karena untuk kebutuhan pengoptimalan penggunaan sumber daya dan meningkatkan efisiensi operasional. Komponen teknologi memiliki keterkaitan satu komponen dengan komponen yang lainnya, dengan adanya hubungan yang memiliki keterkaitan antara komponen teknologi yang satu dengan yang lainnya maka akan memberikan pengaruh terhadap kemampuan secara keseluruhan (Casban, Marfuah and Rosyadi, 2021). Komponen teknologi adalah elemen-elemen dasar yang membentuk suatu teknologi dan memungkinkan teknologi tersebut berfungsi dengan baik (Djumali, 2005). Menurut sumber lain, komponen teknologi ini mencakup berbagai elemen elemen utama yang membentuk dasar dari sistem teknologi informasi dan komunikasi. Terdapat empat komponen teknologi yaitu technoware, humanware, infoware dan orgaware (Rohayati Suprihatini E.Gumbira Sa'id, 2005). Keempat komponen tersebut bisa digambarkan dalam sebuah lingkaran yang

konsentris dengan perangkat informasi (Infoware dipusat lingkaran) seperti ditunjukkan gambar 1.2.



Gambar 1.5 Komponen Teknologi

(Sumber: researchgate)

Technoware merupakan obyek yang mencakup fasilitas fisik, termasuk peralatan dan mesin mesin yang dirancang untuk meningkatkan kekuatan fisik manusia. Selain itu juga berperan penting dalam mengontrol dan mengawasi jalannya berbagai proses operasional, memastikan segala sesuatu berjalan dengan efisien dan efektif (Sulisworo, Budijati and Hutami, 2018). Dengan adanya technoware, pekerjaan yang memerlukan tenaga fisik berat mampu dilakukan dengan lebih mudah, serta

operasional dapat berjalan lebih lancar dan terkendali. Technoware mencakup berbagai elemen penting yang mendukung peningkatan operasional teknologi dalam sebuah organisasi atau perusahaan. Perangkat keras (hardware) seperti komputer, server, dan perangkat jaringan juga merupakan bagian penting dari technoware, menyediakan fondasi fisik bagi sistem teknologi informasi (Adiantoro, 2020). Selain itu infrastruktur teknologi, seperti pusat data dan sistem penyimpanan, memainkan peran kunci dalam mendukung operasional teknologi yang modern. Selain itu, teknologi kendali seperti sistem kontrol otomatis dan manajemen akan berfungsi untuk mengatur dan memantau berbagai proses operasional teknologi.

Humanware merupakan kemampuan manusia yang mencakup berbagai aspek, seperti pengetahuan (knowledge), keterampilan (skills), kebijakan (wisdom), kreativitas (creativity), serta pengalaman (experience). Kemampuan ini sangat penting dalam mewujudkan pemanfaatan sumber daya alam dan teknologi yang tersedia untuk keperluan yang produktif. Dengan adanya humanware, manusia akan mampu mengembangkan dan menerapkan pengetahuan mereka untuk menciptakan solusi yang inovatif dan efisien (Adiantoro, 2020). Keterampilan dan keahlian yang dimiliki oleh individu

memungkinkan mereka untuk melakukan tugas yang kompleks dengan lebih efektif, sementara kreativitas akan mendorong dalam penemuan cara baru dalam menyelesaikan masalah dan meningkatkan proses kerja. Secara keseluruhan, *humanware* ini akan berperan sebagai penggerak utama dalam meningkatkan produktivitas dan menciptakan nilai tambah dari sumber daya yang ada.

Infoware merupakan kumpulan dokumen yang berisi berbagai fakta penting semacam design, spesifikasi, blue print, manual operasi, pemeliharaan dan perbaikan (Himamul 'aliyah *et al.*, 2020). Dokumen ini berfungsi untuk mempercepat berbagai proses kerja sehingga mampu menghemat sumberdaya dan waktu secara signifikan. Dengan adanya *infoware*, para teknisi akan mampu memiliki akses ke panduan yang jelas dan terperinci, sehingga akan membantu mereka dalam pemahaman cara kerja, pemeliharaan dan perbaikan peralatan atau sistem yang digunakan (Casban, Marfuah and Rosyadi, 2021). *Infoware* memastikan bahwa semua informasi yang diperlukan tersedia dan mudah diakses, yang memungkinkan proses operasional berjalan lebih lancar dan terorganisir. Dengan *infoware* yang lengkap dan terstruktur, organisasi dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi downtime

dan memastikan bahwa sumber daya digunakan dengan cara paling efisien

Sedangkan *Orgaware* merupakan lembaga atau institusi yang bertanggung jawab untuk mengkoordinasikan seluruh aktivitas produktif dalam suatu perusahaan dengan tujuan organisasi seperti mencapai visi dan misi perusahaan. *Orgaware* mencakup berbagai elemen seperti jaringan kerja (*grouping*), hubungan kerja (*linkages*), serta berbagai teknik pengorganisasian lainnya yang digunakan untuk memastikan bahwa semua bagian dari perusahaan bekerja dengan efisien (Purwanto and Pakaya, 2022). Dengan adanya *orgaware*, perusahaan akan mampu mengoptimalkan sumber daya manusia, material, dan teknologi yang dimiliki serta memastikan bahwa setiap departemen dan individu berkontribusi secara efektif terhadap tujuan bersama (Retnowati and Mayasari, 2017). Jaringan kerja memungkinkan adanya komunikasi dan kolaborasi yang baik antar bagian organisasi, *grouping* membantu dalam pembagian tugas dan tanggung jawab secara terstruktur. *Linkages* atau hubungan kerja memastikan bahwa semua bagian organisasi saling terkait dan bekerja sama dengan baik untuk mencapai hasil yang diinginkan. Termasuk perencanaan strategis, manajemen proyek, pengembangan kebijakan prosedur, serta

evaluasi kinerja. Dengan mengintegrasikan dengan baik semua elemen ini, orgaware membantu perusahaan dalam mencapai efisiensi maksimal, meningkatkan produktivitas, dan memastikan bahwa tujuan organisasi tercapai.

Keempat komponen teknologi technoware, humanware, infoware, dan orgaware apabila berinteraksi secara dinamik maka akan menentukan tingkat kemampuan penguasaan teknologi dalam suatu organisasi perusahaan. Interaksi ini untuk menentukan tingkat kemampuan penguasaan teknologi dalam suatu organisasi. Interaksi ini menciptakan sinergi yang memungkinkan suatu organisasi perusahaan untuk meningkatkan efisiensi operasional, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan mencapai tujuan strategis (Sulisworo, Budijati and Hutami, 2018).

1.3 Definisi Manajemen Teknologi

Menurut Tjakraatmadja manajemen teknologi merupakan ilmu pengetahuan yang sangat dibutuhkan oleh manusia untuk memaksimalkan nilai tambah suatu teknologi dengan cara melakukan proses manajemen yang tepat. Sedangkan menurut Harisson dan Samson (2022) manajemen teknologi dan bidang-bidang yang ada didalamnya sangat dibutuhkan untuk membantu dalam mengambil keputusan seperti strategi

teknologi, manajemen inovasi, teknologi manajemen dan strategi manufaktur. Menurut Kuncoro (2013) manajemen teknologi adalah sebuah bahasan atau kajian yang menghubungkan ilmu teknik atau ilmu rekayasa, ilmu pengetahuan dan manajemen dalam menempatkan perencanaan, perancangan, pengembangan, dan implementasi dari kemampuan untuk membentuk dan menyelesaikan tujuan strategis dan operasional perusahaan. berdasarkan pengertian diatas manajemen teknologi adalah pendefinisian makna yang menghubungkan ilmu pengetahuan, teknik dan manajemen dalam merencanakan, mengembangkan dan mengimplementasikan kemampuan manusia untuk menyelesaikan tujuan yang diharapkan dengan tepat dan strategis. (Sarwini, 2022). Manajemen teknologi digunakan dalam membuat sistem penciptaan, penggabungan dan pengembangan teknologi. Ruang lingkup dari manajemen teknologi mencakup strategi pengembangan bisnis untuk meningkatkan kinerja sumber daya dan pengelolaan teknologi yang sudah ada dalam proses produksi perusahaan sehingga dapat memberikan manfaat secara optimal (Sulisworo, Budijati and Hutami, 2018).

Manajemen teknologi dan beberapa bidang yang berada di dalamnya yang sangat relevan dan dibutuhkan untuk membantu dalam pengambilan keputusan para pemimpin

industri dan studi manajemen bisnis antara lain, strategi teknologi, pengembangan kapabilitas teknologi, manajemen inovasi, teknologi forecasting, teknologi manajemen, strategi manufaktur, persaingan bisnis, halangan adopsi teknologi, serta fleksibilitas manufaktur dan e-bisnis (Putra, Chumaidiyah and Rendra, 2020).

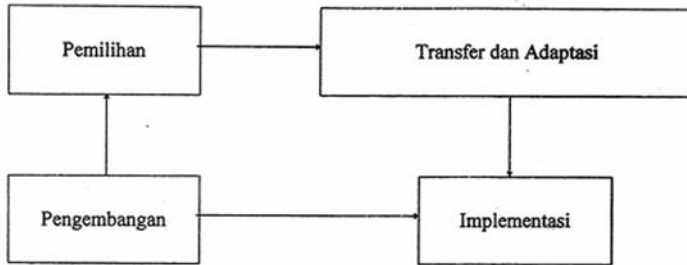
Beberapa dampak pengelolaan teknologi melalui manajemen teknologi seperti : *Value Creation* atau peningkatan nilai tambah bagi perusahaan sehingga semua proses yang terjadi dalam perusahaan menjadikan ‘harus bernilai tambah’ bagi perusahaan. Manajemen teknologi memastikan bahwa teknologi yang digunakan dalam setiap proses operasional mendukung tujuan strategis perusahaan. Dengan mengintegrasikan teknologi secara tepat, perusahaan dapat merampingkan proses, mengurangi biaya, dan meningkatkan produktivitas yang semuanya berkontribusi pada penciptaan nilai tambah. *Quality*, meningkatkan kualitas baik produk maupun proses yang dihasilkan menjadi lebih bermutu dan lebih baik. Manajemen teknologi memungkinkan pengawasan yang lebih baik, pengurangan kesalahan, dan penerapan standar yang lebih teratur, sehingga produk dan layanan yang ditawarkan lebih unggul dan sesuai kebutuhan publik. *Responsiveness*, menjadikan perusahaan lebih mudah

mengidentifikasi dan merespon adanya perubahan baik internal maupun eksternal. Misalnya, perubahan dalam permintaan pasar, pergeseran tren, atau dinamika kompetitor dapat terdeteksi dan ditindaklanjuti dengan strategi yang tepat. Sehingga ini memungkinkan perusahaan untuk beradaptasi secara cepat, meningkatkan daya saing dan mengurangi adanya kerugian. Selain itu sistem manajemen teknologi juga mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat. *Agility*, menjadikan perusahaan lebih ‘cerdas’ melalui penggunaan data dan analitik, sehingga perusahaan dapat membuat keputusan yang lebih informatif dan strategis. Selain itu, juga membuat perusahaan ‘tegar’ dalam menghadapi tingkat persaingan yang semakin ketat. Dengan memiliki sistem dan proses yang fleksibel, perusahaan dapat merespon ancaman eksternal dengan ‘percaya diri’ yang timbul dari kemampuan perusahaan memprediksi tren pasar, mengidentifikasi peluang baru, dan mengimplementasikan inovasi secara cepat. Sehingga perusahaan tahan dan memiliki keberanian dalam menghadapi tantangan kompetitif. *Innovation*, meningkatkan kegiatan inovasi atau kreativitas yang membuat perusahaan selalu unggul dalam persaingan usaha. Dengan mendorong budaya inovasi, perusahaan dapat mengembangkan produk dan layanan baru yang memenuhi kebutuhan publik. Inovasi tidak hanya terbatas pada

pengembang produk, tetapi juga model operasi, strategi pemasaran, atau proses operasional yang lebih efisien dan efektif. Keunggulan inovasi ini memungkinkan perusahaan untuk tetap relevan dan kompetitif di pasar yang dinamis, serta memperkuat posisi sebagai pemimpin industri. *Integration*, mengintegrasikan kemampuan yang ada dengan baik sehingga fungsi pemasaran, keuangan, produksi dan sumber daya manusia dapat secara optimal dalam membangun dan mencapai kinerja perusahaan yang superior dan kompetitif. Dengan mengintegrasikan sistem dan proses di seluruh departemen, perusahaan dapat menciptakan sinergi yang kuat antar departemen yang harmonis menuju tujuan bersama. Hasil akhirnya adalah efisiensi operasional yang lebih tinggi, adanya pengurangan duplikasi usaha, dan peningkatan responsivitas terhadap perubahan pasar. *Teaming*, membuat pengelompokan atau tim kerja berjalan dengan baik karena kunci keberhasilan perusahaan saat ini bukan lagi kemenangan individu tapi lebih banyak hasil kerja tim dan kebersamaan yang kuat. Dengan membangun tim yang baik, perusahaan akan mampu menggabungkan beragam keterampilan, perspektif, serta ide untuk mencapai tujuan yang lebih besar. Kerjasama yang baik antar anggota memungkinkan untuk mengatasi tantangan bersama, beban kerja, dan menemukan solusi yang kreatif.

Selain itu, budaya kerja tim yang kuat akan mampu meningkatkan motivasi dan kepuasan karyawan, karena tim merasa didukung dan dihargai dalam lingkungan kerja yang kolaboratif. Dengan demikian, *teaming* yang efektif tidak hanya dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi kerja, tetapi juga membangun fondasi untuk inovasi, adaptabilitas, dan keberhasilan jangka panjang perusahaan. Dan *Fairness*, membuat keadilan, kejujuran, kewajaran akan prestasi yang diperoleh oleh setiap komponen perusahaan dapat dirasakan secara wajar dan terbuka dengan bantuan teknologi. Dengan bantuan teknologi, perusahaan dapat memastikan bahwa proses operasional dilakukan dengan transparan dan adil. Teknologi memungkinkan pengumpulan dan analisis data kinerja secara objektif, mengurangi kemungkinan bias dalam penilaian. Sistem yang terotomatisasi dapat memberikan umpan balik yang jelas dan konsisten, sehingga mengelola penilaian operasional perusahaan dilakukan dengan standar yang terukur dan dapat dipertanggung jawabkan. Hal ini memastikan setiap individu merasakan lingkungan yang terpaku pada keadilan dalam evaluasi masing masing. (Sugiharto and Wibowo, 2020).

Tujuan manajemen teknologi adalah menciptakan kelebihan (Surplus) melalui penciptaan dan penmfungsian teknologi. Siklus kegiatan manajemen teknologi pada gambar 1.3.



Gambar 1. 6 Siklus Kegiatan Manajemen Teknologi
(Sumber: Sarwini, 2022)

Beberapa fungsi utama penerapan manajemen teknologi:

1. **Meningkatkan Efisiensi Operasional:** Salah satu fungsi utama manajemen teknologi adalah peningkatan keefisienan operasional dalam organisasi. Dengan penerapan teknologi yang tepat, proses bisnis dapat diotomatisasi, waktu penyelesaian pekerjaan dapat dipercepat, dan penggunaan sumber daya dapat dioptimalkan. Misalnya, penerapan sistem manajemen rantai pasokan yang canggih dapat mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan aliran barang.
2. **Mendukung Pengambilan Keputusan yang Lebih Baik:** Teknologi memungkinkan pengumpulan dan analisis data secara lebih cepat dan akurat. Fungsi manajemen teknologi adalah memastikan bahwa data

ini diolah menjadi informasi yang dapat digunakan oleh manajemen untuk membuat keputusan strategis. Dengan teknologi, seperti big data dan analitik, perusahaan dapat mengidentifikasi tren pasar, mengevaluasi kinerja, dan merespons perubahan dengan lebih cepat dan tepat.

3. **Mendorong Inovasi dan Pengembangan Produk:**

Penerapan manajemen teknologi membantu organisasi untuk terus berinovasi dan mengembangkan produk atau layanan baru. Dengan teknologi yang tepat, perusahaan dapat melakukan riset dan pengembangan (R&D) lebih efektif, menciptakan produk yang lebih unggul, dan merespons kebutuhan pasar dengan cepat. Ini sangat penting untuk mempertahankan daya saing di pasar yang dinamis.

4. **Mengurangi Risiko dan Meningkatkan Keamanan:**

Manajemen teknologi juga berfungsi untuk mengidentifikasi dan mengelola risiko yang berkaitan dengan penggunaan teknologi. Ini termasuk risiko keamanan siber, risiko kegagalan sistem, dan risiko lainnya yang dapat mengancam operasi bisnis. Dengan penerapan teknologi keamanan yang tepat, organisasi dapat melindungi data sensitif, menghindari gangguan operasional, dan mematuhi regulasi yang berlaku.

5. Meningkatkan Kualitas Produk dan Layanan:

Teknologi dapat membantu meningkatkan kualitas produk dan layanan yang ditawarkan oleh organisasi. Dengan menggunakan teknologi canggih, seperti kontrol kualitas otomatis atau sistem manajemen kualitas, perusahaan dapat memastikan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi standar yang diharapkan. Ini berkontribusi pada kepuasan pelanggan dan reputasi perusahaan.

6. Mengoptimalkan Penggunaan Sumber Daya:

Fungsi manajemen teknologi juga mencakup optimalisasi penggunaan sumber daya, baik itu tenaga kerja, material, maupun finansial. Teknologi memungkinkan organisasi untuk merencanakan dan mengelola sumber daya secara lebih efisien, sehingga mengurangi pemborosan dan meningkatkan produktivitas. Contohnya, sistem ERP (Enterprise Resource Planning) membantu dalam pengelolaan inventaris, produksi, dan keuangan secara terpadu.

7. Memfasilitasi Adaptasi Terhadap Perubahan:

Dalam lingkungan bisnis yang selalu berubah, kemampuan untuk beradaptasi dengan cepat adalah kunci sukses. Manajemen teknologi berfungsi untuk

memastikan bahwa organisasi siap menghadapi perubahan, baik itu dalam bentuk perkembangan teknologi baru, perubahan regulasi, atau pergeseran kebutuhan pasar. Dengan strategi teknologi yang tepat, organisasi dapat beradaptasi tanpa mengalami gangguan besar.

8. **Meningkatkan Kepuasan Pelanggan:** Dengan manajemen teknologi yang efektif, organisasi dapat meningkatkan pengalaman pelanggan melalui layanan yang lebih cepat, lebih personal, dan lebih andal. Teknologi seperti Customer Relationship Management (CRM) memungkinkan perusahaan untuk memahami kebutuhan pelanggan dengan lebih baik dan memberikan solusi yang lebih sesuai dengan harapan mereka.

1.4 Lingkup Manajemen Teknologi

Dalam era globalisasi dan kemajuan teknologi yang pesat ini, manajemen teknologi menjadi elemen kunci bagi kesuksesan dan keberlanjutan organisasi. Lingkup manajemen teknologi mencakup berbagai aspek yang berhubungan dengan mengidentifikasi, perkembangan, implementasi, dan pemeliharaan serta pengelolaan teknologi untuk mencapai tujuan strategis perusahaan. Dengan fokus pada pemanfaatan

teknologi untuk meningkatkan efisiensi operasional, inovasi produk, serta daya saing yang unggul, manajemen teknologi memerlukan pendekatan yang terintegrasi. Mencakup manajemen sumber daya manusia yang ahli dalam teknologi, pengelolaan risiko dan keamanan informasi, serta dilakukannya kolaborasi dengan mitra eksternal seperti vendor teknologi dan lembaga penelitian.

Ruang lingkup manajemen teknologi dapat dilihat sebagai proses manajemen. Perencanaan teknologi dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi resiko dari ketidakpastian dan kompleksitas. Ruang lingkup teknologi meliputi:

- a) Pemilihan teknologi yang digunakan oleh unit yang ada di organisasi.

Teknologi merupakan faktor yang dominan dalam bisnis dan kehidupan manusia. Dalam pemilihan teknologi, manusia dituntut untuk menjadi manajer teknologi (bukan pemakai teknologi), dengan melakukan pemilihan teknologi tertentu dan menolak teknologi lainnya serta mempertimbangkan pengaruh teknologi terhadap manusia dan lingkungan. Pemilihan teknologi berpengaruh pada desain pekerjaan, produktivitas, efisiensi dan kualitas produk.

- b) Transfer dan adaptasi terhadap teknologi.

Alasan utama kebutuhan akan transfer dan adopsi teknologi adalah tuntutan kualitas, perkembangan prdukatau proses baru dan kompetisi global. beberapa cara mengadopsi teknologi baru untuk diterapkan pada produk baru meliputi:

- 1) Mendapatkan teknologi dari sumber asing melalui akuisisi

Memungkinkan perusahaan untuk langsung memperoleh teknologi canggih dengan membeli perusahaan atau paten yang relevan dari luar negeri. Ini memberikan akses cepat ke inovasi yang telah terbukti.

- 2) Lisensi dari lembaga R & D

Memungkinkan organisasi atau perusahaan untuk menggunakan teknologi terbaru tanpa perlu mengembangkan sendiri, mengurangi waktu dan biaya yang diperlukan untuk inovasi.

- 3) Aliansi dengan laboratorium nasional, lembaga R & D atau dengan perguruan tinggi teknik.

Memberi fasilitasi penelitian bersama dan pengembangan teknologi. Aliansi ini memberikan akses ke keahlian dan sumber daya penelitian yang mungkin tidak tersedia secara internal.

- 4) Aktivitas in house di perusahaan itu sendiri

Mengembangkan teknologi baru secara mandiri di dalam organisasi atau perusahaan. Pendekatan ini memberi kontrol penuh atas proses dan hasil pengembangan.

- 5) Science park (pusat teknologi yang menyediakan tempat untuk riset komersial.

Pusat teknologi yang menyediakan fasilitas dan dukungan untuk riset komersial. Ini mempermudah perusahaan dalam mengakses infrastruktur dan jaringan yang diperlukan untuk mengembangkan teknologi baru.

- 6) Investasi modal ventura untuk perkembangan produk. Di mana investor menyediakan dana untuk startup atau proyek teknologi dengan harapan mendapatkan keuntungan besar di masa depan.

- 7) Alih teknologi dengan melibatkan ekspatriat.

Metode di mana perusahaan menggunakan tenaga ahli dari luar negeri untuk membantu implementasi atau adaptasi teknologi. Ini memanfaatkan pengetahuan dan pengalaman ahli asing untuk mempercepat proses transfer teknologi dan meningkatkan efektivitas adopsi teknologi baru.

Tahapan dalam transfer dan adopsi teknologi antara lain:

- 1) Inisiasi dan perencanaan strategi meliputi Formulasi prioritas bidang bisnis, komitmen dari pihak manajemen, Feasibility studi bidang bisnis.
- 2) Studi kelayakan Justifikasi.

- 2) Studi kelayakan Justifikasi.

c) Implementasi teknologi.

Proses mengenalkan dan mengintegrasikan solusi teknologi baru ke dalam lingkungan yang sudah ada. Ini mencakup menginstal, mengonfigurasi, dan menguji perangkat lunak atau perangkat keras baru

d) Pengembangan teknologi.

Merupakan proses menciptakan, memperbaiki, dan mengimplementasikan teknologi baru atau yang sudah ada untuk memenuhi kebutuhan dan tujuan tertentu. Tujuan pengembangan teknologi antara lain:

- 1) Meningkatkan efisiensi perusahaan
- 2) Meningkatkan produktivitas
- 3) Meningkatkan kualitas
- 4) Inovasi dan keunggulan kompetitif
- 5) Berkelanjutan

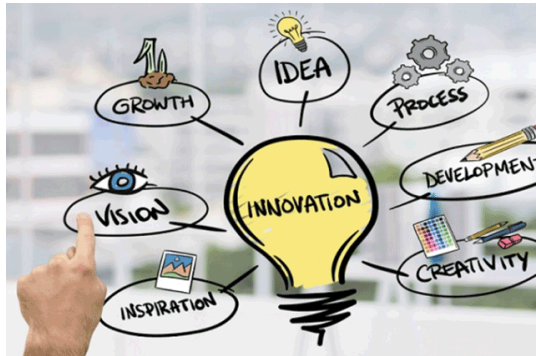
Bab 2

Konsep Inovasi

Pada bab ini membahas tentang definisi inovasi, tipe inovasi, proses inovasi, technology readiness level, innovation readiness level, manajemen inovasi dan organisasi manajemen inovasi.

2.1 Definisi Inovasi

Pada dasarnya, inovasi adalah kata yang berasal dari bahasa latin *innovare*, yang memiliki arti memperbaharui atau meminda (Nain and Rasli, 2005). Inovasi adalah kemampuan dalam menerapkan solusi kreatif terhadap permasalahan dan peluang untuk menumbuhkan usaha. Inovasi dianggap sebagai salah satu faktor penting penunjang keberhasilan dalam konsep kewirausahaan. Perusahaan yang mempunyai kemampuan inovatif akan cepat dalam menanggapi lingkungan bisnis yang berubah sehingga memperoleh keunggulan kinerja. Sedangkan menurut Akhmetshin et al. (2019) inovasi merupakan pengambilan ide-ide kreatif dan mengubahnya menjadi metode kerja atau produk yang berguna bagi manusia. (Akhmetshin, et al, 2019).



Gambar 2. 1 Inovasi dan Elemennya
(Sumber: bmp.jambiprov.go.id)

Definisi inovasi ini melibatkan upaya untuk menciptakan suatu solusi yang belum ada sebelumnya atau meningkatkan metode dan produk yang sudah ada, dengan tujuan untuk mencapai efisiensi, efektivitas, dan nilai tambah yang substansial dalam berbagai bidang. Beberapa ilmuwan memiliki banyak arti terhadap inovasi. Everett (1983) menyatakan bahwa inovasi merujuk pada segala bentuk baru, baik itu dalam bentuk ide, gagasan, praktik, atau objek/ benda, yang disadari untuk diadopsi oleh suatu kelompok/ individu. Inovasi tidak hanya terbatas pada entitas fisik, tetapi juga mencakup langkah – langkah atau perubahan dalam pola kehidupan sosial masyarakat. (Alam et al., 2023).

Inovasi berkaitan dengan upaya prosedural atau aktif untuk menghasilkan atau memperkenalkan elemen elem baru atau yang meningkatkan nilai dalam kerangka kerja tertentu.

Inovasi mengacu pada konsep, barang, ketentuan, atau prosedur yang memperkenalkan transformasi yang bermanfaat atau resolusi baru untuk mengatasi kebutuhan atau tantangan yang ada. Inovasi memiliki potensi untuk muncul dalam berbagai bidang. Termasuk teknologi, bisnis, ilmu pengetahuan, seni, kesehatan, dan bidang lainnya. Inovasi dapat muncul bertahap atau melalui trobosan yang signifikan. Selain itu, inovasi juga dapat muncul sebagai hasil dari upaya kolaboratif, upaya penelitian yang ekstensif, atau penyelidikan eksperimental baru. (Samhuri, Ahma and Mulyadi, 2023).

Inovasi merupakan aplikasi praktik serta komersialisasi penemuan-penemuan yang telah dilakukan perusahaan. Apabila ditulis kedalam bentuk persamaan, maka akan dirumuskan seperti berikut:

$$\text{Inovasi} = \text{konsep teori} + \text{penemuan teknis} + \text{eksploitasi komersial}$$

Gambar 2. 2 Rumus Penggambaran Inovasi

Dari rumus diatas dapat disimpulkan bahwa inovasi bukan hanya membuat produk baru tetapi juga mengelola semua kegiatan yang berkaitan dengan proses penciptaan ide, pengembangan teknologi, produksi dan pemasaran produk baru (Mairani Harsasi). Dalam konsep inovasi, ada tiga elemen

penting yang saling berkaitan dan memainkan peran utama dalam menciptakan dan mengimplementasikan ide-ide baru (Haning, Hasniati and Tahili, 2020). Berikut penjelasan lebih detail tentang ketiga elemen tersebut :

1) **Aktor (Inovator):**

Aktor atau inovator adalah individu, tim, atau organisasi yang bertanggung jawab untuk menciptakan inovasi. Mereka adalah orang-orang yang memiliki ide, kreativitas, dan keterampilan untuk mengembangkan sesuatu yang baru atau meningkatkan sesuatu yang sudah ada. Inovator bisa datang dari berbagai latar belakang, termasuk ilmuwan, insinyur, desainer, manajer, atau bahkan pelanggan. Mereka tidak hanya memiliki visi untuk sesuatu yang berbeda, tetapi juga keberanian untuk menerapkan ide-ide mereka dalam praktik. Inovator sering kali adalah pemimpin dalam perubahan dan memainkan peran penting dalam mendorong inovasi ke depan.

2) **Proses (Melakukan Inovasi):**

Proses inovasi melibatkan serangkaian langkah yang diambil oleh inovator untuk mengubah ide menjadi kenyataan. Ini mencakup berbagai tahap, mulai dari identifikasi masalah atau peluang, penciptaan konsep, pengembangan prototipe, pengujian, hingga implementasi dan komersialisasi. Proses ini sering kali bersifat iteratif, di mana inovator terus menyempurnakan ide mereka berdasarkan umpan balik dan

pembelajaran dari setiap tahap. Proses inovasi juga melibatkan kolaborasi dengan berbagai pihak, termasuk tim internal, mitra eksternal, dan pemangku kepentingan lainnya untuk memastikan bahwa inovasi tersebut relevan dan dapat diterima oleh pasar atau pengguna.

3) **Hasil (Outcomes):**

Hasil inovasi adalah produk akhir atau dampak yang dihasilkan dari proses inovasi. Ini bisa berupa produk baru, layanan, proses bisnis yang lebih efisien, model bisnis baru, atau solusi teknologi. Hasil ini adalah ukuran keberhasilan dari inovasi tersebut dan dapat dinilai berdasarkan berbagai faktor, seperti penerimaan pasar, peningkatan produktivitas, penghematan biaya, atau peningkatan kepuasan pelanggan. Hasil inovasi tidak selalu bersifat langsung; dalam beberapa kasus, dampaknya mungkin baru terlihat setelah beberapa waktu, seperti dalam peningkatan reputasi merek atau perubahan perilaku konsumen.

Inovasi diperlukan untuk bertahan dalam persaingan pasar, akan tetapi di sisi lain, aspek penting dalam keberhasilan inovasi yang harus diperhatikan adalah faktor risiko, kebaruan dalam inovasi tidak hanya kebaruan dalam inovasi tidak hanya memerlukan keterlibatan pengetahuan yang baru (Septiani, Maarif and Arkeman, 2013). Inovasi bukan sekedar membuat

sesuatu produk yang baru, namun memiliki pengertian pengelolaan semua kegiatan yang terkait dengan proses penciptaan ide, pengembangan teknologi, produksi, pemasaran suatu produk baru, proses manufaktur maupun peralatan (Yuningsih and Silaningsih, 2020). Usaha bisnis yang mampu membuat inovasi akan bisa memimpin serta memperkecil peluang para pesaing untuk bisa melakukan inovasi lebih awal. Sehingga perusahaan dituntut mampu menciptakan ide atau nilai-nilai baru serta menawarkan produk yang inovatif dan layanan yang memuaskan pelanggannya. Inovasi menggambarkan kecenderungan perusahaan untuk terlibat dalam ide-ide baru, kreativitas baru, eksperimen dan pembaharuan yang bisa menghasilkan produk dan proses teknologi baru (Wenti.2024).

Faktor pendorong adanya inovasi berasal dari berbagai sumber (Taneo *et al.*, 2021), diantaranya adalah :

- 1) Kebutuhan Institusi

Inovasi sering kali didorong oleh kebutuhan spesifik yang dihadapi oleh institusi, baik itu organisasi bisnis, lembaga pemerintah, atau lembaga pendidikan. Kebutuhan ini bisa berupa efisiensi operasional, peningkatan kinerja, atau adaptasi terhadap perubahan lingkungan eksternal. Institusi yang menghadapi tantangan atau kesenjangan dalam proses mereka cenderung mencari solusi inovatif.

2) Peluang Pasar

Ketika ada kesempatan untuk memasuki pasar baru atau memenuhi kebutuhan konsumen yang belum terpenuhi, hal ini bisa mendorong inovasi. Peluang pasar ini seringkali muncul dari perubahan tren, preferensi konsumen, atau celah yang ada dalam penawaran produk atau layanan yang ada.

3) Peluang Teknologi

Kemajuan dalam teknologi seringkali membuka peluang baru untuk inovasi. Teknologi baru dapat memberikan alat atau metode yang memungkinkan pengembangan produk atau layanan baru, serta perbaikan dalam proses yang ada. Misalnya, penemuan dalam bidang kecerdasan buatan atau teknologi blockchain dapat mendorong inovasi dalam berbagai industri.

4) Kebutuhan yang ditimbulkan oleh permasalahan organisasi atau perusahaan.

Masalah atau tantangan yang dihadapi oleh organisasi atau perusahaan seringkali memicu inovasi. Ketika sebuah organisasi menghadapi kesulitan atau hambatan dalam operasionalnya, mereka mungkin mencari solusi baru untuk mengatasi masalah tersebut, yang dapat menghasilkan inovasi.

Dalam bukunya yang berjudul *Innovation and Entrepreneurship*, Drucker (2006) mengemukakan adanya delapan prinsip yang harus diperhatikan agar inovasi yang dilakukan dapat efektif (Taneo *et al.*, 2021) :

- a. Sejak awal inovasi sudah harus memiliki tujuan. Sebelum memulai proyek inovasi, penting untuk mengetahui apa yang ingin dicapai dan melihat apa saja kesempatan yang tersedia. Dengan memahami peluang ini, kita bisa merancang inovasi yang lebih fokus dan efektif.
- b. Inovasi tidak hanya bersifat konseptual, tetapi juga perseptual. Inovasi adalah mengenai penciptaannya nilai itulah mengapa selain bersifat analitis, Inovasi bukan hanya tentang menciptakan ide baru, tetapi juga tentang bagaimana ide itu diterima oleh orang lain. Untuk berhasil, inovasi harus memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan serta menghargai apa yang mereka nilai. Jadi, selain berpikir secara analitis, kita juga harus mendengarkan dan memahami pelanggan.
- c. Inovasi harus sederhana dan focus. Penciptaan inovasi harus diarahkan untuk satu tujuan yang spesifik dan jelas, untuk inovasi yang berhasil, pastikan ide tersebut mudah dimengerti dan fokus pada satu tujuan yang jelas. Hindari membuatnya terlalu rumit agar orang tidak bingung dengan apa yang ingin dicapai.

- d. Inovasi yang efektif memulai dari sesuatu yang kecil dan spesifik.

Untuk inovasi yang sukses, mulailah dengan langkah kecil dan jelas. Ini membantu mengelola risiko dan membuat proses lebih mudah dikelola sebelum mengembangkan ide menjadi sesuatu yang lebih besar.

- e. Inovasi harus menasar pada dominasi. Inovasi harus bertujuan untuk menguasai pasar atau area tertentu. Artinya, sejak awal, inovasi harus dirancang untuk menjadi yang terbaik atau terdepan dalam bidangnya. Jika tidak, inovasi tersebut mungkin tidak akan cukup menonjol atau berdampak.

- f. Dalam berinovasi jangan menjadi merasa terlalu pandai atau merasa sudah tahu segalanya. Inovasi harus dilakukan oleh orang-orang yang kreatif, bukan orang yang 'super'. Untuk berinovasi dengan baik, penting untuk tetap terbuka dan kreatif, bukan hanya mengandalkan rasa pintar atau keahlian yang tinggi. Orang yang kreatif lebih mampu menghasilkan ide-ide baru dibandingkan hanya yang merasa sudah tahu segalanya.

- g. Jangan mencoba untuk melakukan banyak hal sekaligus, inovasi membutuhkan konsentrasi energi.

Untuk berhasil dalam inovasi, penting untuk fokus pada satu hal pada satu waktu. Mengerjakan terlalu banyak proyek sekaligus bisa mengurangi energi dan perhatian yang diperlukan untuk membuat inovasi sukses.

- h. Jangan mencoba berinovasi untuk masa depan. Berinovasilah untuk masa sekarang karena inovasi dibuat untuk menyelesaikan masalah masalah yang dihadapi sekarang. Inovasi sebaiknya dikembangkan untuk mengatasi tantangan dan kebutuhan yang ada sekarang, bukan hanya untuk memikirkan masalah yang mungkin muncul di masa depan. Ini memastikan bahwa inovasi lebih relevan dan bermanfaat saat ini.

2.2 Tipe Inovasi

Sebagai pendorong utama perkembangan dan daya saing dalam berbagai industri, inovasi hadir dalam beragam bentuk dan tipe. Setiap tipe inovasi membawa karakteristik dan kontribusi uniknya sendiri, yang berperan penting dalam mendorong efisiensi operasional dan menciptakan nilai tambah yang berkelanjutan. Tipe inovasi sendiri dapat diklasifikasikan dalam berbagai cara tergantung pada perspektif dan konteks yang digunakan. Berdasarkan bentuknya, inovasi dibagi menjadi tiga yaitu inovasi produk, inovasi layanan dan inovasi

proses. Berdasarkan bidangnya, inovasi dibagi menjadi empat yaitu inovasi produk, inovasi proses, inovasi pemasaran, dan inovasi organisasi. Berdasarkan sifat perubahan yang dibuat, inovasi dibagi menjadi dua yaitu inovasi inkremental dan inovasi radikal. Berdasarkan konfigurasi perubahan antar komponen yang dilakukan, inovasi dibedakan menjadi dua yaitu inovasi modular dan inovasi arsitektur. Dan berdasarkan strategi pembuatannya, inovasi dibagi menjadi dua yaitu inovasi tertutup dan inovasi terbuka (Septiana, 2020).

Tipe inovasi berdasarkan bentuknya terbagi menjadi tiga kategori :

- a. inovasi produk
- b. inovasi layanan
- c. inovasi proses.

Inovasi produk melibatkan adanya pengembangan atau penciptaan produk baru atau dapat juga menyempurnakan produk yang telah ada dengan tujuan untuk memberikan nilai tambah. Misalnya, peluncuran smartphone dengan fitur kamera yang lebih canggih atau pengenalan kendaraan listrik yang lebih efisien dan ramah lingkungan, dengan tujuan meningkatkan daya saing di pasar, menarik pelanggan baru, dan mempertahankan pelanggan yang sudah ada. Sementara

itu, *inovasi layanan* melibatkan perbaikan atau pengenalan cara-cara baru dalam memberikan layanan kepada pelanggan untuk meningkatkan kepuasan dan pengalaman mereka. Misalnya seperti penerapan layanan pelanggan berbasis AI yang dapat merespons pertanyaan secara cepat dan efisien atau pengembangan aplikasi mobile yang memudahkan pelanggan untuk mengakses layanan hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan juga kepuasan pelanggan serta mampu memperkuat loyalitas pelanggan. Yang terakhir adalah *inovasi proses*. Inovasi proses merujuk pada pengenalan atau peningkatan metode produksi atau distribusi yang lebih efisien dan efektif. Misalnya adalah implementasi teknologi otomatisasi dalam proses produksi untuk mengurangi biaya dan waktu produksi, atau dapat juga pengimplementasian pada divisi SDM dimana ketika mereka beralih menggunakan teknologi aplikasi untuk menelusuri kinerja karyawannya sehingga lebih akurat dan praktis, dimana sebelumnya dilakukan dengan manual menggunakan formulir biasa, maka divisi tersebut telah melakukan inovasi proses. Inovasi dalam ketiga tipe ini penting bagi keberlangsungan dan pertumbuhan perusahaan, karena masing-masing berkontribusi dalam menciptakan nilai tambah yang berbeda, mampu memperkuat posisi perusahaan, dan

memenuhi kebutuhan serta harapan publik yang terus berkembang.

Tipe inovasi berdasarkan bidangnya terbagi menjadi empat jenis :

- a. inovasi produk
- b. inovasi proses
- c. inovasi pemasaran
- d. inovasi organisasi

Inovasi produk ialah berupa barang atau layanan baru atau yang ditingkatkan secara signifikan. Baik itu spesifikasi teknis, komponen dan bahan, software produk, kemudahan penggunaan, atau karakteristik fungsional lainnya. Disini, produk dan layanan disamakan dalam satu kategori. *Inovasi proses* adalah perbaikan signifikan pada metode produksi maupun pengiriman produk, baik teknis, peralatan maupun perangkat lunak. Kedua definisi tipe inovasi ini secara prinsip sama seperti yang dijelaskan pada jenis inovasi sebelumnya. Sementara *inovasi pemasaran* merupakan metode pemasaran baru yang melibatkan perubahan signifikan dalam desain atau pengemasan produk, penempatan produk, promosi produk, atau harga. Misalnya, penggunaan media sosial dan pemasaran digital untuk mencapai audiens yang lebih luas atau

mengenalkan program berupa program loyalitas pelanggan yang inovatif, hal ini bertujuan untuk meningkatkan visibilitas merek, meningkatkan penjualan, dan memperkuat hubungan dengan pelanggan. Dan *inovasi bidang organisasi* merupakan metode baru dalam struktur dan praktik manajemen dalam organisasi perusahaan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas. Contohnya termasuk adanya penerapan struktur organisasi yang lebih fleksibel serta lebih adaptif, atau pengembangan budaya kerja yang mendukung kolaborasi serta inovasi. Tujuan dari inovasi organisasi adalah untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih produktif dan responsif terhadap perubahan.

Tipe inovasi berdasarkan sifat perubahan yang dibuat terbagi menjadi dua yaitu:

- a. inovasi inkremental
- b. inovasi radikal.

Inovasi inkremental merupakan perubahan kecil dan lebih bertahap yang dilakukan pada produk, layanan, atau proses yang sudah ada. Inovasi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, kualitas, atau kinerja sedikit demi sedikit. Misalnya, pembaruan perangkat lunak dengan fitur baru atau peningkatan kecil pada model ponsel yang sudah ada. Tujuan utamanya

adalah untuk memperbaiki dan menyempurnakan apa yang sudah ada, sehingga perusahaan dapat tetap kompetitif dan memenuhi kebutuhan pelanggan yang berkembang tanpa melakukan perubahan besar. Sedangkan *inovasi radikal* merupakan perubahan besar dan sering kali mengarah pada terciptanya sesuatu yang benar-benar baru. Inovasi ini biasanya melibatkan teknologi baru yang dapat mengubah pasar atau industri secara signifikan (Adyuta and Prabandari, 2022). Misalnya, penciptaan internet yang mengubah cara kita berkomunikasi dan bekerja, atau pengembangan mobil listrik yang menawarkan alternatif ramah lingkungan terhadap mobil berbahan bakar fosil. Inovasi radikal ini dinilai mampu membuka pasar baru dan memberikan keunggulan kompetitif yang signifikan bagi perusahaan yang berhasil mengimplementasikannya. Inovasi radikal ini sering juga diistilahkan sebagai inovasi trobosan atau *breakthrough innovation*.

Tipe inovasi berdasarkan konfigurasi perubahan antar komponen yang dilakukan, inovasi dibedakan menjadi dua yaitu :

- a. Inovasi modular
- b. Inovasi arsitektur

Inovasi modular adalah tentang mengubah komponen tanpa mengubah cara suatu sistem dikonfigurasi atau tanpa mengubah struktur keseluruhan dari sistem tersebut (Yuliani, Ramli and Rakib, 2022). Dengan kata lain, komponen individual diperbarui atau ditingkatkan sementara hubungan dan interaksi antar komponen tetap sama. Misalnya, peningkatan pada prosesor komputer atau peningkatan kualitas layar pada smartphone. Inovasi ini memungkinkan perusahaan untuk meningkatkan kinerja produk mereka secara signifikan tanpa perlu merombak seluruh sistem. Sedangkan inovasi arsitektur mengacu pada perubahan dalam konfigurasi seluruh sistem dan bagaimana komponennya berinteraksi. Dalam *inovasi arsitektur*, hubungan dan interaksi antara komponen utama sistem diubah dan menghasilkan perubahan mendasar pada fungsi dan kinerja sistem secara keseluruhan. Contoh inovasi arsitektur adalah adanya transisi dari kamera analog ke kamera digital, di mana struktur dasar dan cara kerja seluruh sistem kamera juga berubah. Inovasi arsitektur ini biasanya lebih kompleks dan memerlukan pemikiran ulang yang menyeluruh tentang bagaimana sistem dirancang dan berfungsi.

Tipe inovasi berdasarkan strategi pembuatannya, inovasi dibagi menjadi dua yaitu :

- a. Inovasi tertutup
- b. Inovasi terbuka.

Inovasi tertutup (close innovation) merupakan pendekatan di mana pengembangan ide, penelitian, dan pengembangan produk dilakukan sepenuhnya di dalam perusahaan. Inovasi tertutup didasarkan pada pandangan bahwa inovasi harus dikembangkan oleh perusahaan secara mandiri. Karenanya, pengetahuan, teknologi, proses, dan kekayaan intelektual itu tetap di bawah kendali perusahaan. Inovasi tipe ini memberikan keuntungan yaitu kontrol penuh atas intelektual properti dan proses inovasi, yang memungkinkan perusahaan untuk menjaga kerahasiaan dan melindungi ide-ide mereka dari kompetitor. Tetapi, memiliki kelemahan sumber daya dan ide yang digunakan terbatas pada kemampuan dan pengetahuan internal perusahaan saja. Contoh perusahaan yang menggunakan inovasi tipe tertutup adalah perusahaan farmasi yang mengembangkan obat-obatan baru dengan tim riset internal mereka. Hal ini berbanding terbalik dengan inovasi terbuka (*open innovation*). *Inovasi terbuka* membuka proses inovasi keluar perusahaan untuk meningkatkan potensinya melalui kerjasama secara aktif dan strategis dengan pihak pihak eksternal seperti pemasok, universitas, bahkan pesaing. Karenanya, inovasi muncul melalui adanya interaksi antara ide

ide, teknologi, proses dan saluran penjualan internal dan eksternal (Aryanto, 2023). Keuntungan dari inovasi terbuka ini adalah kemampuan untuk memanfaatkan ide-ide dan teknologi dari berbagai sumber, yang dapat mempercepat proses inovasi dan meningkatkan hasilnya. Namun, tantangan dari tipe inovasi seperti ini adalah manajemen hak kekayaan intelektual dan potensi risiko kebocoran informasi. Contoh inovasi terbuka adalah perusahaan teknologi yang bekerja sama dengan komunitas pengembang open-source untuk mengembangkan perangkat lunak baru.

Selain jenis inovasi tersebut, OECD-Oslo membagi inovasi berdasarkan kebaruan perubahan dalam teknologi produksi menjadi empat jenis kategori (Bell, 2009) , yaitu:

- (1) Inovasi yang bersifat new to the world. Inovasi ini muncul ketika perusahaan pertama kali memperkenalkan inovasi untuk semua pasar dan industri, baik domestik maupun internasional.
- (2) Inovasi yang bersifat new to the market . Inovasi ini muncul ketika perusahaan pertama kali memperkenalkan inovasi tersebut pada pasar tertentu.
- (3) Inovasi yang bersifat new to the firm. Inovasi ini muncul ketika perusahaan memperkenalkan produk, proses, atau metode baru yang bersifat baru bagi perusahaan atau

diperbaharui secara signifikan oleh perusahaan, walaupun inovasi tersebut telah diterapkan oleh perusahaan lainnya.

- (4) Non-Innovations. Kategori ini mencakup hal lain yang terkait dengan pembelian model peralatan yang identik atau pembaharuan minor dari peralatan atau teknologi

Karakteristik dari inovasi sebuah produk (Yuningsih and Silaningsih, 2020) adalah:

1. Hasil dari sebuah proses inovasi adalah apada dasarnya adalah tidak pasti dan tidak bisa diketahui dari awal proses.
2. Inovasi semakin bergantung pada kemajuan ilmu pengetahuan. Hal ini terlihat dari semakin meningkatnya output ilmu pengetahuan dari perusahaan.
3. Kegiatan pencarian solusi teknis telah berubah dengan berjalannya waktukearah pencarian melalui organisasi formal
4. Sebagian inovasi merupakan hasil akumulasi dari proses pembelajaran informal.
5. Perubahan teknologi adalah aktifitas kumulatif dan kompetensi teknologi dibangun dalam jangka waktu yang lama.

2.3 Proses Inovasi

Proses inovasi merupakan rangkaian kegiatan yang sistematis dan terstruktur untuk menghasilkan ide-ide baru dan mengubahnya menjadi produk, layanan, atau metode yang memiliki nilai tambah dan dapat memenuhi kebutuhan pasar atau masyarakat. Roger dan Soemaker (1971) mengungkapkan adanya proses adopsi inovasi yang terdiri dari 5 tahap, yaitu tahap kesadaran (awareness), tahap manaruh minat (interest), tahap evaluasi (evaluation), tahap mencoba (trial), dan tahap adopsi (adoption) (Sunarjo, 2024).

Dalam proses menghasilkan inovasi, kreativitas dan kemampuan untuk mengambil risiko (risk-taking) adalah dua unsur penting yang saling melengkapi. Keduanya diperlukan untuk mendorong ide-ide baru menjadi kenyataan yang sukses. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai kedua unsur tersebut:

1. Kreativitas

Kreativitas adalah kemampuan untuk melihat sesuatu dari perspektif yang berbeda dan menghasilkan ide-ide baru yang unik dan orisinal. Dalam konteks inovasi, kreativitas berfungsi sebagai bahan bakar yang menggerakkan proses penciptaan. Kreativitas memungkinkan individu atau tim

untuk berpikir di luar kebiasaan, mengidentifikasi peluang baru, dan mengembangkan solusi yang belum pernah ada sebelumnya. Kreativitas dapat muncul dalam berbagai bentuk, mulai dari desain produk yang inovatif hingga pendekatan baru dalam memecahkan masalah bisnis. Tanpa kreativitas, inovasi tidak mungkin terjadi, karena tidak ada ide baru yang bisa dikembangkan.

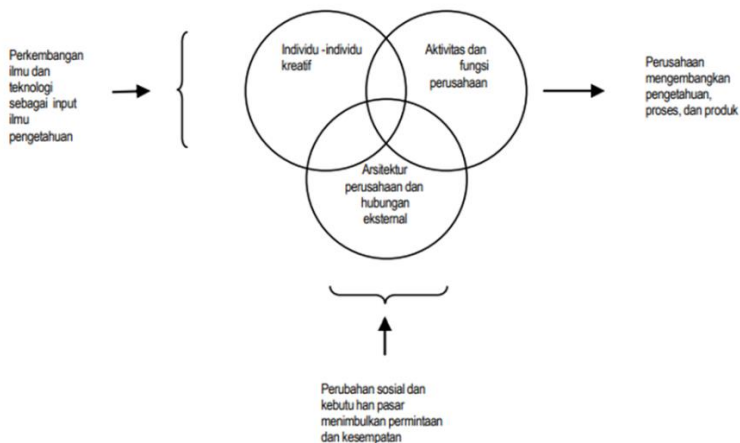
2. Risiko yang Harus Diambil (Risk-Taking dan Risk Taker)

Inovasi sering kali melibatkan perjalanan ke wilayah yang belum dipetakan, yang berarti ada banyak ketidakpastian dan risiko yang terlibat. Risk-taking adalah keberanian untuk menghadapi ketidakpastian ini, mengambil keputusan meskipun ada kemungkinan gagal, dan tetap melanjutkan meskipun risikonya tinggi. Pelaku yang berani mengambil risiko (risk taker) adalah individu atau tim yang tidak hanya mampu mengidentifikasi risiko, tetapi juga siap untuk mengelola dan memitigasi risiko tersebut. Mereka memahami bahwa kegagalan mungkin terjadi, tetapi mereka melihatnya sebagai bagian dari proses belajar yang dapat membawa mereka lebih dekat ke inovasi yang sukses.

Dalam konteks inovasi, risk-taking adalah pelengkap yang sangat penting bagi kreativitas. Meskipun

kreativitas dapat menghasilkan ide-ide yang cemerlang, ide-ide tersebut tidak akan pernah terwujud jika tidak ada yang berani mengambil langkah-langkah konkret untuk menerapkannya. Risk taker memainkan peran penting dalam mengubah ide kreatif menjadi produk, layanan, atau proses baru yang nyata. Mereka mengevaluasi potensi risiko, membuat perencanaan yang tepat untuk mengatasi hambatan, dan siap menghadapi konsekuensi yang mungkin timbul.

Proses inovasi dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 3 Proses Inovasi

(Sumber: Trott (2008))

Dari gambar tersebut terdapat dua jenis input pendorong yaitu perkembangan ilmu dan teknologi serta perubahan sosial dan kebutuhan pasar. Ketiga unsur tersebut bersama-sama akan

menghasilkan sebuah usaha organisasi yang digunakan untuk mengembangkan pengetahuan, proses-proses, sampai mengembangkan sebuah produk.

Secara lebih umum, proses inovasi dirangkum dalam empat tahap, diantaranya sebagai berikut (Lestari, 2019) :

a. Melihat peluang :

Peluang muncul ketika ada masalah yang dianggap sebagai suatu kesenjangan antara ideal dengan realitanya. Oleh karena itu, perilaku inovatif dimulai dari keterampilan melihat peluang kemudian menganalisisnya. Mengidentifikasi peluang memerlukan keterampilan observasi yang baik dan kemampuan untuk melihat apa yang orang lain mungkin abaikan. Ini bisa melibatkan analisis tren pasar, umpan balik pihak eksternal, atau perubahan dalam lingkungan teknologi dan sosial. Setelah peluang diidentifikasi, langkah berikutnya adalah menganalisisnya secara mendalam untuk memahami penyebab mendasar dan dampak potensialnya. Ini memerlukan pemikiran kritis dan kemampuan untuk mengevaluasi informasi dari berbagai sumber. Dengan melakukan ini, perusahaan dapat mengembangkan wawasan yang lebih mendalam tentang masalah

tersebut dan mulai membayangkan solusi inovatif yang bisa menjembatani kesenjangan antara realitas dan ideal. Tahap ini merupakan fondasi penting yang mempengaruhi keseluruhan proses inovasi, karena tanpa identifikasi dan analisis peluang yang tepat, langkah-langkah selanjutnya dalam proses inovasi mungkin tidak akan mencapai hasil yang diinginkan.

b. Mengeluarkan ide

Ketika dihadapkan pada suatu masalah, gunakan gaya berfikir konvergen, yaitu gaya berpikir untuk menghasilkan ide sebanyak banyaknya sebagai upaya mengatasi masalah yang ada. Setelah peluang diidentifikasi dan dianalisis, langkah berikutnya dalam proses inovasi adalah menghasilkan ide. Ini adalah tahap di mana kreativitas dan pemikiran out-of-the-box sangat dibutuhkan. Proses ini biasanya melibatkan sesi brainstorming di mana setiap ide, baik yang konvensional maupun yang tidak biasa dicatat. Pada tahap ini, tujuan utamanya adalah untuk memperluas cakupan kemungkinan solusi tanpa segera mengevaluasi atau mengkritik ide-ide yang muncul. Dengan munculnya berbagai ide yang bebas, kita dapat mengeksplorasi dan menemukan solusi yang paling

sesuai dengan masalah yang dihadapi. Proses ini juga dapat melibatkan teknik-teknik kreatif seperti mind mapping dan sketsa cepat.

c. Mengkaji Ide

Tidak semua ide kreatif yang dihasilkan dapat ditindaklanjuti, sehingga diperlukan pengkajian terhadap ide-ide tersebut. Pada tahap ini, gaya berpikir divergen sangat diperlukan untuk mempertimbangan manfaat dan kerugian implementasi setiap ide. Ide yang baik untuk dikembangkan, sementara ide yang tidak realistis dikesampingkan. Proses pengkajian ini dilakukan secara terus menerus hingga ditemukan alternatif yang paling berpotensi untuk diimplementasikan. Dalam pengkajian ini, berbagai faktor seperti biaya, waktu, sumber daya yang diperlukan, dan potensi risiko akan dipertimbangkan. Dengan cara ini, perusahaan dapat menyaring ide-ide yang paling berpotensi dan memastikan bahwa upaya inovatif tetap fokus pada solusi yang paling menjanjikan.

d. Implementasi

Tahap akhir dalam proses inovasi adalah implementasi, ide yang telah dipilih dan dikembangkan diuji dan

diterapkan dalam skala yang lebih luas. Tahap ini memerlukan keberanian untuk mengambil risiko, karena setiap inovasi akan memiliki probabilitas keberhasilan dan kegagalan yang harus diperhitungkan. Implementasi melibatkan perencanaan yang matang dan eksekusi yang teliti, termasuk alokasi sumber daya, pengaturan jadwal, dan koordinasi antara berbagai tim atau departemen yang terlibat. Keberanian untuk menghadapi ketidakpastian dan kegagalan potensial adalah kunci, karena tidak semua inovasi akan langsung berhasil. Proses ini juga memerlukan mekanisme untuk mengukur dan mengevaluasi kinerja, sehingga penyesuaian dapat dilakukan secara real-time untuk meningkatkan peluang sukses. Dengan mengelola risiko secara efektif dan terus beradaptasi dengan situasi yang berkembang, ide-ide inovatif dapat diwujudkan menjadi solusi nyata yang akan memberikan dampak positif dan berkelanjutan.

Pada inovasi teknologi, proses inovasi melibatkan serangkaian langkah yang sistematis untuk mengidentifikasi, mengembangkan, mengimplementasikan, dan mengevaluasi inovasi teknologi. Tahap dalam proses inovasi teknologi terbagi menjadi empat tahapan (Iswahyudi *et al.*, 2023) :

a) Identifikasi Kebutuhan Inovasi :

Langkah pertama dalam proses inovasi adalah mengidentifikasi kebutuhan yang mendorong perubahan atau pengembangan teknologi baru. Ini melibatkan perilaku mendengarkan pelanggan dalam pemberian masukan dan umpan balik untuk memahami kebutuhan serta masalah yang perlu dipecahkan. Dan juga melibatkan analisis pasar, menilai tren pasar, persaingan dan juga peluang yang ada di dalam industri.

b) Penelitian dan Pengembangan :

Setelah kebutuhan teridentifikasi, langkah berikutnya adalah melakukan penelitian dan pengembangan untuk merancang dan mengembangkan solusi teknologi. Ini mencakup *riset dan pengembangan produk* dengan merancang prototipe dan menguji konsep inovasi, *kolaborasi* dengan bekerjasama dengan tim internal dan eksternal termasuk peneliti, insinyur, dan desainer teknologi. Serta *uji coba* dengan menguji solusi teknologi secara menyeluruh untuk memastikan kinerja bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

c) Implementasi Inovasi :

Setelah inovasi dikembangkan, langkah berikutnya adalah mengimplementasikannya dalam operasi bisnis. Ini melibatkan *integrasi sistem*, dimana harus memastikan bahwa inovasi terintegrasi dengan infrastruktur dan proses yang ada. Pelatihan karyawan, dimana harus memberikan pelatihan kepada karyawan yang akan menggunakan atau mengelola teknologi baru. Peluncuran produk, dimana produk atau layanan baru akhirnya dapat diluncurkan ke pasar.

d) Evaluasi Hasil Inovasi :

Tahap akhir dalam proses inovasi adalah evaluasi hasil inovasi. Ini mencakup pengukuran kinerja, dimana mengevaluasi sejauh mana inovasi memenuhi tujuan awal dan mengukur dampaknya. Lalu memperhatikan *umpan balik pelanggan*, mengumpulkan *umpan balik dari pelanggan* dan pemangku kepentingan untuk memahami keberhasilan dan perluasan inovasi. Jika diperlukan, proses iterasi akan dilakukan kembali untuk memastikan adanya perbaikan dan peningkatan yang berkelanjutan dalam setiap tahap pengembangan. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan hasil akhir dan mengatasi setiap kendala yang muncul selama proses tersebut.

Proses inovasi menurut Wahyuni (2023) dan Indriartiningtias (2010) terdiri dari tahapan berikut (Indriartiningtias, 2010; Wahyuni, 2023):

1. Identifikasi masalah atau peluang

Inovasi dimulai dengan menemukan masalah atau peluang untuk dipecahkan atau dimanfaatkan.

2. Penelitian dan analisis

Langkah ini melibatkan penelitian mendalam untuk mendapatkan pemahaman tentang masalah atau peluang.

3. Generasi ide

Pada titik ini, tim inovasi mengembangkan berbagai ide untuk menyelesaikan masalah atau memanfaatkan peluang.

4. Seleksi ide

Setelah menghasilkan banyak ide, langkah selanjutnya adalah menilai dan memilih yang terbaik.

5. Pengembangan konsep

Setelah itu, ide-ide yang dipilih dibentuk menjadi konsep yang lebih mendalam, yang mencakup desain solusi atau produk, pemodelan bisnis, dan perencanaan implementasi.

6. Pengujian konsep

Konsep yang telah dikembangkan diuji untuk memastikan bahwa solusi tersebut bekerja dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna..

7. Implementasi Innovation

dilaksanakan setelah ide diuji dan dioptimalkan. Ini mencakup pembuatan, distribusi, dan pemasaran barang atau solusi kreatif.

8. Evaluasi dan perbaikan

Setelah implementasi, inovasi tidak berakhir; evaluasi terus-menerus dilakukan untuk mengevaluasi kinerjanya, menerima umpan balik, dan melakukan perbaikan jika diperlukan.

2.4 Technology Readlines Level

Secara umum teknologi mempunyai nilai manfaat pragmatis terutama di perekonomian dalam proses penciptaan/peningkatan nilai tambah dan peningkatan produktivitas. Nilai manfaat teknologi dipengaruhi oleh beragam faktor, baik yang berhubungan dengan teknologi yang bersangkutan ataupun faktor di luar teknologi tersebut. Salah satu aspek yang penting dan erat kaitannya dengan faktor penilaian adalah kesiapan (*readiness*). Karena itu, upaya inovasi atau pengembangan teknologi sangat berkaitan dengan

upaya perbaikan agar teknologi semakin berguna dan berkinerja lebih baik (Tatang A. Taufik, 2005).

Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) atau dalam bahasa inggrisnya *Technology Readiness Level* (TRL). Menurut Permenristekdikti 42/2016 tentang Pengukuran dan Penetapan, TKT atau TRL ini merupakan tingkatan kematangan hasil penelitian dan pengembangan yang diukur untuk dapat diadopsi pengguna, baik oleh pemerintah, industri, maupun masyarakat (Dimiyati, 2022). Dalam permen tersebut, TRL dialihbahasakan menjadi Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) dan penelitian dikategorikan menjadi tiga, yaitu penelitian dasar, penelitian terapan, dan penelitian pengembangan. TRL adalah suatu sistem pengukuran sistematis yang mendukung penilaian kematangan atau kesiapan dari suatu teknologi tertentu dan perbandingan kematangan atau kesiapan antara jenis teknologi yang berbeda. Berdasarkan pada skala tersebut, TRL lebih menekankan pada aspek kesiapan teknologi sebagai objek pengembangan. Oleh sebab itu, output yang dihasilkan dalam setiap tahapan merujuk pada tahapan pengembangan sebuah produk hasil teknologi yang diawali dengan perumusan ide, pengembangan konsep, pengembangan arsitektur produk, *embodiment design*, serta pengujian prototipe. Terdapat sembilan tingkatan skala *Technology Readiness Level* (TRL),

yang masing masing menggambarkan tingkat kematangan teknologi yang berbeda (Wicaksono, Widyasrini and Qur'aini, 2021).

Tabel 2. 1 Tingkatan Skala Kesiapan Technology Readiness Level (TRL)

1	Prinsip dasar dari teknologi diteliti dan dilaporkan	Penelitian Dasar
2	Formulasi konsep dan/ atau aplikasi formulasi	
3	Pembuktian konsep fungsi dan/ atau karakteristik penting secara analisis dan eksperimental	
4	Validasi komponen/ subsistem dalam lingkungan laboratorium	Penelitian Terapan
5	Validasi komponen/ subsistem dalam suatu lingkungan yang relevan	
6	Demonstrasi model atau prototipe sistem/ subsistem dalam suatu lingkungan yang relevan	

7	Demonstrasi prototipe sistem dalam lingkungan yang sebenarnya	Penelitian Pengembangan
8	Sistem telah lengkap dan handal melalui pengujian dan demonstrasi dalam lingkungan sebenarnya	
9	Sistem benar benar teruji/ terbukti melalui keberhasilan pengoperasian	

Sembilan tingkatan TKT dapat diterapkan untuk bidang: 1). Hard Engineering, 2). Software Engineering, 3). Pertanian/Perikanan/Peternakan, 4). Kesehatan dan Obat (Vaksin/Hayati, Alkes), 5). Sosial Humaniora.

Penilaian TKT didasarkan pada indikator-indikator penilaian (Tim Kemenristekdikti, 2016) sebagai berikut:

1. Indikator TKT Tingkat 1

Prinsip dasar dari teknologi diteliti dan dilaporkan:

- a) Asumsi dan hukum dasar (sebagai contoh fisika/kimia) yang akan digunakan pada teknologi (baru) telah ditentukan,

- b) Studi literatur (teori/empiris atas riset terdahulu) tentang prinsip dasar teknologi yang akan dikembangkan,
- c) Formulasi hipotesis riset (bila ada).

Tingkat Kesiapan Teknologi (*Technology Readiness Level* atau TRL) 1 adalah tahap awal dalam pengembangan teknologi, di mana prinsip dasar dari teknologi tersebut telah diamati dan dilaporkan. Pada tingkatan skala ini, fokus utama adalah pada penelitian dan penemuan awal yang menunjukkan bahwa konsep atau ide teknologi tersebut mungkin layak untuk dikembangkan lebih lanjut. Aktivitas pada TRL 1 kurang lebih meliputi studi literatur, eksperimen laboratorium awal, serta pengumpulan data fundamental yang mendukung konsep dasar teknologi. Hasil dari kegiatan ini biasanya terdokumentasi dalam bentuk laporan penelitian, publikasi ilmiah, atau presentasi yang menjelaskan prinsip kerja serta potensi aplikasi dari teknologi tersebut. Meskipun pada tahap ini belum ada bukti konkret bahwa teknologi tersebut dapat berfungsi dalam aplikasi praktis, observasi dan laporan awal ini sangat penting sebagai dasar untuk pengembangan lebih lanjut ke tahap-tahap TRL berikutnya.

2. Indikator TKT Tingkat 2

Formulasi konsep dan/atau aplikasi formulasi meliputi:

- a) Peralatan dan sistem yang akan digunakan, telah teridentifikasi,
- b) Studi literatur (teoritis/empiris) teknologi yang akan dikembangkan memungkinkan untuk diterapkan,
- c) Desain secara teoritis dan empiris telah teridentifikasi,
- d) Elemen-elemen dasar dari teknologi yang akan dikembangkan telah diketahui,
- e) Karakterisasi komponen teknologi yang akan dikembangkan telah dikuasai dan dipahami,
- f) Kinerja dari masing-masing elemen penyusun teknologi yang akan dikembangkan telah diprediksi,
- g) Analisis awal menunjukkan bahwa fungsi utama yang dibutuhkan dapat bekerja dengan baik,
- h) Model dan simulasi untuk menguji kebenaran prinsip dasar,
- i) Riset analitik untuk menguji kebenaran prinsip dasarnya,
- j) Komponen-komponen teknologi yang akan dikembangkan, secara terpisah dapat bekerja dengan baik,
- k) Peralatan yang digunakan harus valid dan reliable, dan

1) Diketahui tahapan eksperimen yang akan dilakukan.

Tingkat Kesiapan Teknologi (*Technology Readiness Level* atau TRL) 2 merupakan fase di mana konseptualisasi aplikasi praktis dari teknologi yang dikembangkan mulai diimplementasikan. Pada tahap ini, fokus utama beralih dari hanya melakukan pengamatan prinsip dasar teknologi di TRL 1 ke pengembangan konsep dan model awal yang mengintegrasikan prinsip-prinsip tersebut dalam konteks aplikasi praktis. Dalam TRL 2 ini, peneliti dan pengembang mulai mengidentifikasi bagaimana teknologi tersebut dapat diterapkan dalam situasi nyata dan merancang skenario penggunaan yang lebih spesifik. Perusahaan akan mengeksplorasi bagaimana prinsip dasar yang telah diteliti dapat diimplementasikan dalam bentuk prototipe atau model awal yang mengilustrasikan potensi aplikasi teknologi tersebut. Proses pada tingkatan ini sering melibatkan beberapa aktivitas, diantaranya :

a) Pengembangan Konsep : Peneliti mengembangkan konsep teknologi yang lebih detail, termasuk merumuskan bagaimana teknologi tersebut dapat memenuhi kebutuhan untuk menyelesaikan masalah tertentu. Mencakup perumusan ide ide desain awal dan skema aplikasi potensial.

- b) Desain Model Awal : Pembuatan model atau desain awal yang menunjukkan bagaimana para prinsip dasar tersebut akan diterapkan pada situasi praktik. Ini bisa berupa simulasi komputer, desain CAD atau Computer-Aided Design, atau model fisik yang sederhana.
- c) Evaluasi Kelayakan Konseptual : Evaluasi awal tentang kelayakan konsep yang dikembangkan. Termasuk analisis potensi tantangan teknis, biaya, dan manfaat yang terkait dengan penerapan teknologi. Ini membantu dalam mengidentifikasi risiko dan kebutuhan pengembangan lebih lanjut.
- d) Penelitian Lanjutan : Meneruskan penelitian untuk mendukung atau memperbaiki konsep teknologi. Ini mungkin mencakup studi tambahan, eksperimen awal, atau pengujian terhadap model untuk memastikan bahwa ide-ide desain konsisten dengan prinsip-prinsip dasar yang telah diamati.

Dokumentasi pada tahap ini biasanya mencakup laporan yang merinci konsep aplikasi, desain model, hasil evaluasi kelayakan, serta rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut. Laporan ini sering digunakan untuk menarik minat stakeholder, seperti investor atau mitra industri, serta untuk

merencanakan langkah-langkah berikutnya dalam proses pengembangan teknologi.

3. Indikator TKT Tingkat 3

Pembuktian konsep fungsi dan/atau karakteristik penting meliputi:

- a) Studi analitik mendukung prediksi kinerja elemen-elemen teknologi,
- b) Karakteristik/sifat dan kapasitas unjuk kerja sistem dasar telah diidentifikasi dan diprediksi,
- c) Telah dilakukan percobaan laboratorium untuk menguji kelayakan penerapan teknologi tersebut,
- d) Model dan simulasi mendukung prediksi kemampuan elemen-elemen teknologi,
- e) Pengembangan teknologi tsb dgn langkah awal menggunakan model matematik sangat dimungkinkan dan dapat disimulasikan,
- f) Riset laboratorium untuk memprediksi kinerja tiap elemen teknologi,
- g) Secara teoritis, empiris dan eksperimen telah diketahui komponen-komponen system teknologi tersebut dapat bekerja dengan baik,
- h) Telah dilakukan riset di laboratorium dengan menggunakan data dummy, dan

- i) Teknologi layak secara ilmiah (studi analitik, model / simulasi, eksperimen).

Tingkat Kesiapan Teknologi (*Technology Readiness Level* atau TRL) 3 merupakan tahap di mana konsep teknologi yang telah dikembangkan sebelumnya divalidasi melalui eksperimen dan pengujian di lingkungan laboratorium. Pada fase ini, fokus kepada memastikan bahwa komponen utama dari teknologi telah berfungsi sesuai dengan harapan dalam kondisi yang terkontrol. Peneliti akan mengembangkan prototipe awal dan melakukan serangkaian tes untuk mengumpulkan data mengenai kinerja teknologi. Data ini kemudian dianalisis untuk memverifikasi bahwa fungsi-fungsi bekerja dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Hasil dari eksperimen ini kemudian didokumentasikan secara rinci, termasuk analisis kinerja dan identifikasi area yang memerlukan pengembangan lebih lanjut. Validasi di laboratorium ini akan memberikan bukti awal yang penting bahwa teknologi memiliki potensi untuk berkembang lebih lanjut dan diaplikasikan dalam situasi praktis serta membangun fondasi yang baik untuk pengujian dan pengembangan di tahap-tahap berikutnya.

4. Indikator TKT Tingkat 4

Validasi komponen/subsistem dalam lingkungan laboratorium meliputi:

- a. Test laboratorium komponen-komponen secara terpisah telah dilakukan,
- b. Persyaratan sistem untuk aplikasi menurut pengguna telah diketahui (keinginan adopter),
- c. Hasil percobaan laboratorium terhadap komponen2 menunjukkan bahwa komponen tersebut dapat beroperasi,
- d. Percobaan fungsi utama teknologi dalam lingkungan yang relevan,
- e. Prototipe teknologi skala laboratorium telah dibuat,
- f. Riset integrasi komponen telah dimulai,
- g. Proses ‘kunci’ untuk manufakturnya telah diidentifikasi dan dikaji di laboratorium, dan
- h. Integrasi sistem teknologi dan rancang bangun skala laboratorium telah selesai (low fidelity).

Tingkat Kesiapan Teknologi (*Technology Readiness Level* atau TRL) 4 adalah tahap di mana teknologi ini mulai diuji dalam lingkungan laboratorium yang lebih relevan dan mendekati kondisi dunia nyata. Pada fase ini, fokus utama adalah untuk mengkonfirmasi bahwa komponen teknologi dapat berfungsi secara harmonis dalam sistem yang lebih

besar. Pengujian akan dilakukan dengan menggunakan prototipe yang lebih canggih dan kompleks dibandingkan dengan *Technology Readiness Level* sebelumnya, serta dalam kondisi yang lebih representatif dari aplikasi sebenarnya. Peneliti akan mengumpulkan data kinerja dan mengevaluasi bagaimana interaksi antara berbagai komponen dalam sistem. Hasil dari pengujian ini akan memberikan bukti secara lebih detail mengenai keandalan dan efektivitas teknologi, serta membantu mengidentifikasi potensi masalah dan area yang memerlukan perbaikan sebelum melanjutkan ke tahap pengujian di lingkungan yang lebih realistis. Dokumentasi yang dihasilkan mencakup analisis mendalam tentang kinerja teknologi dalam kondisi yang lebih relevan, yang menjadi dasar penting untuk pengembangan dan pengujian di TRL berikutnya.

5. Indikator TKT Tingkat 5

Validasi komponen/subsistem dalam suatu lingkungan yang relevan meliputi:

- a. Persiapan produksi perangkat keras telah dilakukan,
- b. Riset pasar (marketing research) dan riset laboratorium untuk memilih proses fabrikasi,
- c. Prototipe telah dibuat,

- d. Peralatan dan mesin pendukung telah diuji coba dalam laboratorium,
- e. Integrasi sistem selesai dengan akurasi tinggi (high fidelity), siap diuji pada lingkungan nyata/simulasi,
- f. Akurasi/ fidelity sistem prototipe meningkat,
- g. Kondisi laboratorium di modifikasi sehingga mirip dengan lingkungan yang sesungguhnya, dan
- h. Proses produksi telah direview oleh bagian manufaktur.

Tingkat Kesiapan Teknologi (*Technology Readiness Level* atau TRL) 5 adalah tahap di mana komponen teknologi divalidasi dalam lingkungan yang relevan dengan kondisi operasional sebenarnya. Pada tahap ini, fokus utamanya adalah memastikan bahwa teknologi dapat berfungsi secara efektif di luar laboratorium yang terkontrol. Prototipe yang diuji pada TRL 5 lebih canggih dan menyerupai versi akhir dari teknologi tersebut. Pengujian pada TRL 5 ini dilakukan dalam kondisi yang mencerminkan situasi operasional sesungguhnya, termasuk interaksi dengan sistem lain dan faktor eksternal yang mungkin mempengaruhi kinerja teknologi. Peneliti mengumpulkan data kinerja yang lebih komprehensif dan menganalisis bagaimana teknologi berfungsi dalam

skenario dunia nyata. Proses ini membantu mengidentifikasi kelemahan, tantangan, dan area yang memerlukan peningkatan sebelum teknologi dapat dipindahkan ke tahap pengujian yang lebih lanjut.

6. Indikator TKT Tingkat 6

Demonstrasi model atau prototipe sistem/subsistem dalam suatu lingkungan yang relevan meliputi:

- a. Kondisi lingkungan operasi sesungguhnya telah diketahui,
- b. Kebutuhan investasi untuk peralatan dan proses pabrikan teridentifikasi,
- c. M&S untuk kinerja sistem teknologi pada lingkungan operasi,
- d. Bagian manufaktur/ pabrikan menyetujui dan menerima hasil pengujian laboratorium,
- e. Prototipe telah teruji dengan akurasi/ fidelitas laboratorium yang tinggi pada simulasi lingkungan operasional (yang sebenarnya di luar laboratorium), dan
- f. Hasil Uji membuktikan layak secara teknis (engineering feasibility).

Tingkat Kesiapan Teknologi (*Technology Readiness Level* atau TRL) 6 adalah tahap di mana prototipe teknologi akan didemonstrasikan dalam lingkungan relevan yang mencerminkan kondisi operasional sebenarnya. Tetapi berbeda dengan TRL 5. Pada fase ini, fokus utama adalah untuk menunjukkan bahwa teknologi dapat berfungsi secara efektif dalam situasi yang lebih kompleks dan realistis. Prototipe yang digunakan pada TRL 6 biasanya lebih lengkap dan mendekati produk akhir, dengan semua komponen utama berfungsi secara harmonis. Selama TRL 6, pengujian akan dilakukan dalam kondisi yang sangat mirip dengan lingkungan operasional yang sesungguhnya, seperti pengujian lapangan atau simulasi operasional dengan skala penuh. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa teknologi ini mampu memenuhi semua persyaratan operasional dan kinerja yang diharapkan dalam praktis. Pengujian ini mencakup evaluasi terhadap kinerja, keandalan, dan integrasi teknologi dalam sistem yang lebih besar. Hasil dari pengujian ini didokumentasikan secara rinci, mencakup data kinerja, analisis, dan umpan balik dari pengguna atau penguji di lapangan guna memberikan bukti yang kuat bahwa teknologi dapat diandalkan dan efektif dalam kondisi operasional sebenarnya, serta membantu mengidentifikasi perbaikan

atau penyesuaian yang diperlukan sebelum teknologi dapat diimplementasikan secara luas. TRL 6 adalah langkah penting dalam pengembangan teknologi, karena validasi dalam lingkungan relevan ini akan memberikan keyakinan kepada pengembang, investor, dan pengguna bahwa teknologi siap untuk diimplementasikan dalam praktis.

7. Indikator TKT Tingkat 7

Demonstrasi prototipe sistem dalam lingkungan sebenarnya meliputi:

- a. Peralatan, proses, metode dan desain teknik telah diidentifikasi,
- b. Proses dan prosedur fabrikasi peralatan mulai diuji cobakan,
- c. Perlengkapan proses dan peralatan test / inspeksi diuji cobakan didalam lingkungan produksi,
- d. Draft gambar desain telah lengkap,
- e. Peralatan, proses, metode dan desain teknik telah dikembangkan dan mulai diujicobakan,
- f. Perhitungan perkiraan biaya telah divalidasi (design to cost),
- g. Proses fabrikasi secara umum telah dipahami dengan baik,

- h. Hampir semua fungsi dapat berjalan dalam lingkungan/kondisi operasi,
- i. Prototipe lengkap telah didemonstrasikan pada simulasi lingkungan operasional,
- j. Prototipe sistem telah teruji pada uji coba lapangan, dan
- k. Siap untuk produksi awal (*Low Rate Initial Production- LRIP*)

Tingkat Kesiapan Teknologi (*Technology Readiness Level* atau TRL) 7 merupakan tahap di mana sistem prototipe didemonstrasikan dalam lingkungan operasional sebenarnya. Pada tahap ini, teknologi akan diintegrasikan dan diuji dalam kondisi dunia nyata untuk memastikan bahwa ia berfungsi secara efektif dan andal. Prototipe yang digunakan adalah prototipe dengan versi yang lengkap dari teknologi, yang siap untuk diuji dalam skala penuh dan situasi operasional nyata. Pengujian pada TRL 7 ini melibatkan pemantauan kinerja secara real-time dan pengumpulan data yang lebih komprehensif untuk menganalisis keandalan teknologi, efektivitas, dan efisiensi teknologi dalam lingkungan operasional. Hasil dari pengujian ini didokumentasikan secara rinci, termasuk analisis data, umpan balik dari pengguna atau

operator, serta identifikasi perbaikan atau penyesuaian yang mungkin diperlukan sebelum teknologi dapat diproduksi atau diterapkan secara luas. TRL 7 akan memberikan bukti kuat bahwa teknologi siap untuk diimplementasikan dalam aplikasi praktis, memberikan kepercayaan kepada stakeholder bahwa teknologi telah melalui pengujian yang ketat dan dapat diandalkan untuk penggunaan operasional.

8. Indikator TKT Tingkat 8

Sistem telah lengkap dan handal melalui pengujian dan demonstrasi dalam lingkungan sebenarnya meliputi:

- a. Bentuk, kesesuaian dan fungsi komponen kompatibel dengan sistem operasi,
- b. Mesin dan peralatan telah diuji dalam lingkungan produksi,
- c. Diagram akhir selesai dibuat,
- d. Proses fabrikasi diujicobakan pada skala percontohan (pilot-line atau LRIP),
- e. Uji proses fabrikasi menunjukkan hasil dan tingkat produktifitas yang dapat diterima,
- f. Uji seluruh fungsi dilakukan dalam simulasi lingkungan operasi,

- g. Semua bahan/ material dan peralatan tersedia untuk digunakan dalam produksi,
- h. Sistem memenuhi kualifikasi melalui test dan evaluasi (DT&E selesai), dan
- i. Siap untuk produksi skala penuh (kapasitas penuh).

Tingkat Kesiapan Teknologi (*Technology Readiness Level* atau TRL) 8 adalah tahap di mana sistem teknologi telah mencapai kematangan penuh dan memenuhi semua kriteria operasional. Pada fase ini, teknologi bukan hanya lagi diuji tetapi juga diimplementasikan dalam lingkungan operasional sebenarnya, dengan sistem yang digunakan merupakan versi akhir yang siap untuk digunakan dalam skala luas. Fokus utama pada TRL 8 ini adalah memastikan bahwa teknologi dapat berfungsi secara efektif dan andal dalam kondisi operasional nyata. Ini melibatkan pengujian menyeluruh dari seluruh sistem, termasuk integrasi dengan sistem lain, respons terhadap variabilitas lingkungan operasional, dan kemampuan untuk memenuhi semua persyaratan dan spesifikasi operasional. Teknologi pada tahap ini telah melalui berbagai siklus pengembangan dan iterasi untuk memperbaiki kinerja dan menyelesaikan semua masalah teknis yang teridentifikasi selama pengujian sebelumnya.

Pengujian pada TRL 8 ini dilakukan oleh pengguna akhir dalam lingkungan operasional yang sebenarnya. Ini berarti teknologi digunakan dalam skenario dunia nyata, dengan pemantauan dan pengumpulan data kinerja yang ekstensif. Data ini lalu dianalisis untuk memastikan bahwa semua spesifikasi teknis dan operasional terpenuhi, serta untuk memverifikasi bahwa teknologi mampu difungsikan dengan baik dalam kondisi yang dinamis. Umpan balik dari pengguna akhir sangat penting pada tahap ini, karena memberikan wawasan tentang pengalaman pengguna dan area yang mungkin memerlukan perbaikan lebih lanjut.

9. Indikator TKT Tingkat 9

Sistem benar-benar teruji/terbukti melalui keberhasilan pengoperasian meliputi:

- a. Konsep operasional telah benar-benar dapat diterapkan,
- b. Perkiraan investasi teknologi sudah dibuat,
- c. Tidak ada perubahan desain yg signifikan,
- d. Teknologi telah teruji pada kondisi sebenarnya,
- e. Produktivitas pada tingkat stabil,
- f. Semua dokumentasi telah lengkap,
- g. Estimasi harga produksi dibandingkan kompetitor, dan

h. Teknologi kompetitor diketahui.

Tingkat Kesiapan Teknologi (*Technology Readiness Level* atau TRL) 9 adalah tahap tertinggi dalam pengembangan teknologi, di mana sistem telah terbukti berfungsi dan diterapkan dalam operasi nyata. Pada fase ini, teknologi tidak hanya memenuhi semua kriteria dan spesifikasi operasional tetapi juga telah digunakan secara efektif dalam situasi operasional yang sebenarnya. Pada TRL 9 ini, fokus utamanya adalah untuk mengkonfirmasi bahwa teknologi telah bekerja dengan andal dan efisien dalam lingkungan operasional yang sebenarnya tanpa memerlukan modifikasi atau perbaikan signifikan lagi. Teknologi ini telah melalui semua tahap pengembangan dan pengujian, mulai dari konsep awal hingga demonstrasi dalam lingkungan operasional, dan sekarang telah diimplementasikan dan dioperasikan dalam kondisi nyata. Penggunaan teknologi pada TRL 9 ini melibatkan operasi rutin di lapangan atau dalam situasi komersial, dengan pengumpulan data kinerja yang terus-menerus untuk memastikan bahwa teknologi tetap memenuhi persyaratan dan spesifikasi yang ditetapkan. Evaluasi kinerja akan dilakukan secara berkala untuk memastikan bahwa teknologi bekerja dengan optimal dan untuk mengidentifikasi area peningkatan lebih lanjut

jika diperlukan. TRL 9 ini menandakan bahwa teknologi telah mencapai kematangan penuh dan siap untuk disebarkan secara luas. Pada tahap ini, teknologi dianggap sepenuhnya siap untuk diadopsi oleh industri atau pengguna akhir, dengan bukti nyata dari operasi yang berhasil dalam kondisi sebenarnya. Ini menandakan akhir dari proses pengembangan teknologi dan awal dari fase komersialisasi serta distribusi dengan skala penuh.

2.5 Innovation Readlines Level

Dalam dunia bisnis yang selalu berubah dan berkembang, inovasi saat ini menjadi elemen penting bagi kesuksesan dan keberlanjutan sebuah organisasi. Untuk tetap kompetitif dan relevan, perusahaan harus terus berinovasi, namun mengukur kesiapan sebuah inovasi sering kali menjadi tantangan tersendiri. Di sinilah konsep Innovation Readiness Level (IRL) memainkan peran penting, hampir sama dengan konsep Technology Readiness Level (TRL) yang sudah lebih dikenal, TRL berfokus pada kesiapan teknologi dari sisi teknis, sedangkan IRL memberikan penilaian komprehensif yang mencakup aspek-aspek seperti kebutuhan pasar, kesiapan organisasi, dan potensi implementasi. Metode ini pertama kali diusulkan oleh Lan Tao pada tahun 2010 dalam penelitiannya,

ditemukan bahwa IRL dapat membantu mengimplementasikan inovasi di atas siklus-hidup yang lebih efektif. Dengan memahami metode ini, perusahaan tidak hanya dapat mengidentifikasi tahap perkembangan inovasi, tetapi juga merencanakan langkah-langkah strategis yang lebih tepat untuk membawa inovasi tersebut dari laboratorium ke pasar, sehingga mengoptimalkan sumber daya yang dimiliki untuk mencapai hasil yang maksimal.

Tingkat Kesiapan Inovasi atau dalam bahasa Inggris *Innovation Readiness Level* atau disingkat menjadi IRL ini merupakan alat ukur elemen-elemen yang berkaitan dengan inovasi. *Innovation Readiness Level* sendiri didasarkan pada model 6C yang mewakili fase siklus hidup inovasi yaitu *Concept, Component, Completion, Chasm, Competition*, dan *Changeover* atau *Closedown*. 6 level tersebut terbagi ke dalam 2 fase, yaitu fase pengembangan teknologi dan fase evolusi market (Wicaksono, Widyasrini and Qur'aini, 2021).

Tabel 2. 2 Tingkatan Level Innovation Readiness Level

Level	Keterangan	Fase
1	Konsep (<i>Concept</i>) Prinsip ilmiah dasar dari inovasi telah diamati dan dilaporkan, serta fungsi dan karakter kritisnya telah dikonfirmasi melalui percobaan (setara dengan TRL 1-3).	Fase Pengembangan Teknologi

2	<p>Komponen (Component)</p> <p>Pada tahap ini, komponen inovasi telah dikembangkan dan divalidasi, dan prototipe telah dikembangkan untuk mendemonstrasikan teknologi baru (setara dengan TRL 4-6).</p>	
3	<p>Penyelesaian (Completion)</p> <p>Pengembangan teknologi dan sistem yang telah selesai dan lengkap telah terbukti secara fungsional di lapangan (setara dengan TRL 7-9)</p>	
4	<p>Chasm</p> <p>Chasm dalam kerangka IRL mengacu pada tantangan dan kesulitan yang mungkin dihadapi saat suatu inovasi pertama kali diperkenalkan di pasar.</p>		Fase Evolusi Market
5	<p>Kompetisi (Competition)</p> <p>Fase pemasaran yang telah mencapai ekuilibrium yang ditandai dengan tidak adanya pertumbuhan atau inovasi yang dignifikan. Fase ini sangat penting untuk mempertahankan dan meningkatkan posisi dalam menentukan inovasi</p>	
6	<p>Pergantian/ Penutupan (Changeover/Closedown)</p> <p>Pada level ini, terdapat 2 opsi ketika pasar sedang menurun. Pergantian (changeover) mengacu pada inovasi ulang teknologi, pembukaan pasar baru, transformasi model bisnis, dan invesi ulang perusahaan dengan tujuan</p>	

	untuk mencari dan mengembangkan keuntungan dalam kompetisi pasar. Di sisi lain, penutupan (closedown) berarti proses inovasi telah sampai pada batas akhir dan inovasi telah usang.	
--	---	--

(Sumber: I Gusti Bagus Yogiswara Gheartha, 2021)

Level 1 pada tingkatan *Technology Readiness Level (TRL)* adalah Konsep (*Concept*). Level ini merupakan tahap awal di mana prinsip ilmiah dasar dari inovasi telah diamati dan dilaporkan. Pada level ini, fungsi dan karakter kritis dari inovasi tersebut telah dikonfirmasi melalui serangkaian percobaan awal. Aktivitas yang dilakukan dalam tahap ini setara dengan TRL 1-3. Level ini termasuk ke dalam fase pengembangan teknologi. Pada fase ini, ide-ide inovatif mulai diuji untuk menentukan kelayakan ilmiah dan teknisnya. Penelitian awal difokuskan pada pengumpulan bukti dasar yang menunjukkan bahwa konsep tersebut dapat bekerja seperti yang diharapkan. Level ini sangat penting karena memberikan landasan ilmiah yang kuat sebelum melangkah ke tahap pengembangan lebih lanjut, memastikan bahwa inovasi tersebut memiliki dasar yang valid untuk dikembangkan lebih lanjut.

Level 2 pada tingkatan *Technology Readiness Level (TRL)* adalah tahap Komponen (*Component*), fokusnya adalah pada

pengembangan dan pengujian komponen utama dari inovasi. Di tahap ini, komponen-komponen penting sudah dirancang dan dikembangkan, serta diuji untuk memastikan mereka bekerja dengan baik. Prototipe awal juga dibuat untuk menunjukkan bagaimana teknologi baru ini akan berfungsi dalam praktek. Tahap ini setara dengan *Technology Readiness Level (TRL)* 4-6, di mana teknologi sudah diuji di laboratorium dan mulai diuji dalam kondisi nyata. Level ini termasuk dalam fase pengembangan teknologi, di mana ide awal diubah menjadi bentuk nyata yang bisa diuji dan disempurnakan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.

Level 3 pada tingkatan *Technology Readiness Level (TRL)* adalah tahap Penyelesaian (*Completion*), fokus utama adalah menyelesaikan pengembangan teknologi dan sistem hingga tuntas, serta memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik di lapangan. Pada tahap ini, inovasi telah melalui serangkaian uji coba intensif dalam kondisi nyata untuk membuktikan bahwa teknologi dapat beroperasi sesuai dengan yang diharapkan dalam situasi sebenarnya. Pengujian ini mencakup validasi fungsional dan operasional, memastikan bahwa teknologi tidak hanya siap secara teknis tetapi juga andal dan efisien untuk penggunaan praktis. Tahap ini setara dengan *Technology Readiness Level (TRL)* 7-9, di mana

teknologi telah diverifikasi dan divalidasi dalam lingkungan operasional yang sesungguhnya. Meskipun disebut dengan tahap Penyelesaian, level ini masih termasuk dalam fase pengembangan teknologi, menandakan bahwa inovasi telah mencapai kematangan teknis penuh dan siap untuk diterapkan dalam skala lebih luas atau komersial.

Level 4 pada tingkatan *Technology Readiness Level (TRL)* adalah tahap Chasm, fokusnya adalah pada tantangan dan kesulitan yang mungkin dihadapi saat suatu inovasi pertama kali diperkenalkan ke pasar. Tahap ini menandai peralihan dari fase pengembangan teknologi ke fase evolusi pasar. Pada tahap Chasm, inovasi dihadapkan pada berbagai hambatan yang harus diatasi untuk mencapai adopsi pasar yang lebih luas. Hambatan ini bisa berupa resistensi dari konsumen awal, kesulitan dalam membuktikan nilai tambah inovasi, atau tantangan dalam mengembangkan strategi pemasaran yang efektif. Kesuksesan dalam melewati tahap Chasm sangat penting untuk memastikan bahwa inovasi dapat bertahan dan berkembang di pasar, mendapatkan dukungan dari pengguna awal, dan mempersiapkan diri untuk adopsi yang lebih luas. Level ini membutuhkan fokus yang kuat pada pengembangan strategi pemasaran, pengujian pasar, dan penyesuaian produk

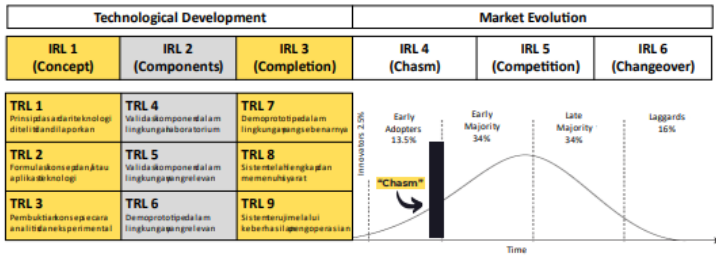
berdasarkan umpan balik dari pengguna awal untuk mengatasi tantangan dan memastikan keberlanjutan inovasi di pasar.

Level 5 pada tingkatan *Technology Readiness Level (TRL)* adalah tahap Kompetisi (*Competition*), inovasi telah memasuki fase pemasaran yang mencapai titik ekuilibrium. Pada tahap ini, inovasi telah berhasil menembus pasar dan mengalami stabilisasi, tetapi mungkin tidak menunjukkan pertumbuhan signifikan atau perubahan besar. Tahap Kompetisi ini menandai saat di mana fokus utama bergeser dari peluncuran awal dan pengujian pasar ke upaya mempertahankan dan memperkuat posisi inovasi di pasar. Di sini, penting untuk terus berinovasi dan menyesuaikan strategi pemasaran agar tetap kompetitif, sambil mengelola tantangan dari pesaing dan perubahan pasar. Mengelola tahap ini dengan efektif adalah kunci untuk memastikan bahwa inovasi tidak hanya bertahan, tetapi juga berkembang dalam menghadapi persaingan yang semakin ketat. Level ini sudah termasuk dalam fase evolusi pasar, di mana fokusnya adalah pada penguatan posisi dan pencapaian keberlanjutan jangka panjang di pasar.

Level 6 pada tingkatan *Technology Readiness Level (TRL)* adalah tahap Pergantian/Penutupan (*Changeover/Closedown*), perusahaan menghadapi dua opsi utama ketika pasar mulai

menurun. Opsi pertama adalah Pergantian (Changeover), yang melibatkan inovasi ulang teknologi, pembukaan pasar baru, transformasi model bisnis, atau investasi ulang perusahaan. Tujuan dari pergantian ini adalah untuk mencari dan mengembangkan peluang baru yang dapat memulihkan pertumbuhan dan keuntungan dalam kompetisi pasar yang semakin ketat. Di sisi lain, Penutupan (Closedown) adalah opsi yang diambil ketika inovasi telah mencapai batas akhir siklus hidupnya dan menjadi usang. Pada tahap ini, perusahaan memutuskan untuk menghentikan atau mengakhiri inovasi tersebut karena tidak lagi memberikan nilai atau relevansi yang memadai. Level ini menandai akhir dari fase evolusi pasar, dengan fokus pada pengelolaan transisi atau penutupan inovasi untuk memaksimalkan hasil atau meminimalkan kerugian.

Pada fase pengembangan teknologi yaitu IRL 1 sampai dengan IRL 3 berkaitan dengan *Technology Readiness Level* (TRL) seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2. 4 Konsep technological development dan market evolution pada IRL

Tingkat kesiapan inovasi yang dicapai adalah tingkat kesiapan inovasi tertinggi yang indikatornya terpenuhi. Batas minimum pencapaian setiap tingkatannya adalah sebesar 80%. Bila nilai yang diperoleh dibawah batas, maka indikator pada tingkat tersebut belum terpenuhi. Adapun 6 tingkatan pada Katsinov tercantum pada tabel 2.4.

Tabel 2. 3 Kerangka Innovation Readlines Level (IRL)

IRL. Aspects	IRL 1 Concept	IRL 2 Components	IRL 3 Completion	IRL 4 Chasm	IRL 5 Competition	IRL 6 Changeover
Technology						
Market						
Organisation						
Manufacture						
Investment						
Partnership						
Risk						

Dalam setiap tingkatan, dilakukan pengukuran terhadap 7 aspek yaitu aspek teknologi (T), aspek pasar (M), aspek manufaktur (Mf), aspek organisasi (O), aspek kemitraan (P), aspek investasi (I), serta aspek rasio (R). Selanjutnya dilakukan analisis terhadap 7 aspek tersebut untuk diberikan rekomendasi strategi terhadap inovasi berdasarkan data-data yang telah diperoleh.

Fasilitator untuk inovasi, komunikasi bekerja tiga kali lipat:

- a. Pada tingkatan makro, komunikasi inovasi di dalam masyarakat, terutama perdebatan publik tentang hal

- baru. Selain itu, komunikasi memainkan peran penting dalam menunjang daya saing bangsa maupun wilayah.
- b. Pada tingkatan meso, komunikasi inovasi membantu tiap-tiap perusahaan untuk memperkuat daya saing mereka. Komunikasi Inovasi semacam ini merupakan bagian dari fungsi komunikasi korporat yang dimaksudkan untuk melakukan perencanaan, implementasi, dan evaluasi komunikasi secara sistematis mengenai berbagai inovasi.
 - c. Pada tingkatan mikro, masing-masing manajer ditantang untuk berkontribusi dalam meletakkan gagasan, proses, atau teknologi baru.

2.6 Manajemen Inovasi

Manajemen inovasi memegang peranan yang penting dalam pertumbuhan perusahaan atau instansi dan menguasai persaingan. Manajemen inovasi merupakan suatu pendekatan strategis yang terfokus pada penciptaan, pengembangan serta penerapan akan ide-ide baru atau perubahan yang bernilai di dalam suatu organisasi (Wenti.2024). Tujuannya adalah untuk meningkatkan daya saing perusahaan, menghadapi perubahan pasar, serta menciptakan nilai tambah bagi pelanggan dan stakeholder. Manajemen inovasi tidak hanya berfokus pada

penciptaan ide-ide baru tetapi juga pada bagaimana ide-ide tersebut dapat dikembangkan, diimplementasikan, dan dikelola untuk memastikan keberhasilan jangka panjang. Dengan mengadopsi pendekatan yang sistematis dan terencana, organisasi dapat memanfaatkan potensi inovasi untuk mencapai keunggulan kompetitif dan memenuhi kebutuhan pasar yang terus berkembang. Menurut (Aziz, 2024), Manajemen inovasi adalah proses perencanaan, pengembangan, dan penerapan inovasi di perusahaan. Manajemen inovasi melibatkan mengidentifikasi peluang inovasi, mengevaluasi potensi inovasi, mengembangkan strategi inovasi, dan mengelola sumber daya untuk menerapkan inovasi. Elemen-elemen utama dalam manajemen inovasi antara lain:

a) Identifikasi Peluang Inovasi

Merupakan proses pertama dalam manajemen inovasi dengan mengidentifikasi peluang inovasi yaitu melalui riset pasar, umpan balik dari pelanggan serta pemantauan tren industri.

b) Pengembangan Ide serta Konsep

Ide yang di dapat dari pengidentifikasian peluan inovasi akan dikembangkan lebih lanjut lagi menjadi sebuah gagasan atau konsep yang konkret. Proses ini

membutuhkan pemikiran dan kreativitas strategis untuk mengembangkan solusi yang inovatif.

c) Seleksi dan Pengujian Ide-ide

Ide-ide yang diperoleh tidak semuanya bisa diimplementasikan dengan sukses. Karena itu, pada manajemen inovasi terdapat tahapan seleksi dan pengujian ide-ide yang terpilih berdasarkan kriteria tertentu, seperti keunggulan kompetitif dan potensi pasar.

d) Implementasi Inovasi

Ide yang sudah dipilih akan diimplementasikan yang melibatkan perencanaan, pengelolaan risiko dan alokasi sumber daya. Hal ini dilakukan oleh pemimpin dan tim proyek harus memastikan bahwa implementasi berjalan sesuai rencana dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

e) Pengelolaan Perubahan

Inovasi seringkali menyebabkan perubahan dalam organisasi. Manajemen inovasi berupaya mengelola perubahan tersebut dengan mengkomunikasikan secara efektif yang melibatkan pihak terkait dan harus dipastikan pegawai bisa menyesuaikan diri dengan perubahan tersebut.

f) Evaluasi dan Pembelajaran

Proses ini dilakukan untuk melakukan

evaluasi keberhasilan atau kegagalan inovasi. Pembelajaran dari hasil evaluasi menjadi dasar untuk meningkatkan proses inovasi yang akan datang.

g) Budaya Inovasi

Manajemen inovasi juga mempengaruhi budaya organisasi yang mendukung inovasi. Dengan menciptakan lingkungan yang mendorong pegawai untuk ikut berkontribusi dengan ide baru dan merasa aman dalam mengambil resiko yang konstruktif

Dalam praktiknya, manajemen inovasi dapat ditinjau sebagai konsep yang terbangun di atas dua pilar, yaitu:

1. Manajemen inovasi merupakan pembentukan kondisikondisi framework, sehingga gagasan selalu tercipta di dalam organisasi dan diimplementasikan menjadi inovasi yang sukses. Dalam pengertian ini, manajemen inovasi berfokus pada kegiatan-kegiatan pengembangan organisasi.
2. Manajemen inovasi sebagai konsep yang terkait dengan kegiatan pengembangan inovasi aktual, pencarian aktif, pengembangan serta implementasi berbagai gagasan. Aktivitas ini tentunya membutuhkan berbagai sumber daya, misalnya kreativitas dan manajemen proyek.

Manajemen inovasi sangat krusial dalam konteks bisnis karena berperan dalam memastikan daya saing dan keberlanjutan. Dalam pasar yang sangat kompetitif saat ini, inovasi memberikan keunggulan kompetitif yang signifikan dengan membedakan produk atau layanan perusahaan dari pesaingnya. Melalui pengembangan ide-ide baru dan solusi kreatif, perusahaan dapat menarik perhatian konsumen dan menciptakan nilai yang unik. Selain itu, inovasi dalam proses operasional memungkinkan peningkatan efisiensi dan pengurangan biaya, karena teknologi baru atau metode manajemen yang lebih baik dapat mempercepat produksi dan mengurangi pemborosan. Pertumbuhan dan pembangunan perusahaan juga sangat bergantung pada inovasi, yang membuka peluang baru dan memperluas pasar. Dengan meluncurkan produk atau layanan baru, perusahaan dapat meningkatkan pendapatan dan mencapai segmen pasar yang sebelumnya tidak terjangkau. Selain itu, inovasi membantu perusahaan untuk merespons perubahan pasar dan tren yang terus berkembang, menjaga relevansi dan adaptabilitas di tengah perubahan cepat.

Manajemen inovasi dalam bidang teknologi juga sangat penting karena teknologi merupakan pendorong utama perubahan dan kemajuan dalam banyak industri. Inovasi

teknologi memungkinkan perusahaan untuk tetap relevan dan kompetitif dengan memperkenalkan produk dan layanan yang lebih canggih, efisien, dan responsif terhadap kebutuhan pasar. Dengan mengembangkan teknologi yang terbaru, perusahaan dapat memperbaiki proses internal mereka, meningkatkan efisiensi operasional, dan mengurangi biaya. Misalnya, penggunaan otomatisasi dan kecerdasan buatan (AI) yang akan mampu mempercepat produksi dan meningkatkan kualitas produk, sementara teknologi cloud memungkinkan akses data yang lebih fleksibel dan kolaborasi yang lebih efektif. Inovasi teknologi juga akan mampu mempengaruhi pengalaman pelanggan, karena teknologi baru sering kali memungkinkan perusahaan untuk menawarkan layanan yang lebih cepat, lebih personal, dan lebih mudah diakses. Sebagai contoh, aplikasi mobile dan platform online memungkinkan pelanggan untuk berinteraksi dengan perusahaan secara langsung dan meningkatkan kepuasan dan loyalitas mereka. Dalam konteks pengembangan produk, teknologi memungkinkan penciptaan solusi yang lebih inovatif dan berfungsi lebih baik, menanggapi kebutuhan dan tantangan pasar yang terus berubah. Perusahaan yang berhasil mengintegrasikan teknologi terbaru dalam strategi mereka biasanya dapat memimpin pasar dan menetapkan standar baru dalam industri mereka. Secara keseluruhan, manajemen inovasi teknologi

melibatkan pemantauan tren teknologi terkini, eksperimen dengan solusi baru, dan penyesuaian strategi untuk memanfaatkan teknologi secara optimal, memastikan bahwa perusahaan dapat terus beradaptasi dan berkembang dalam lanskap yang terus berubah. Keberhasilan manajemen inovasi tergantung pada dua hal (Lestari, 2019) :

- 1) Technical Resources (manusia, peralatan, pengetahuan, dan finansial).

Sumber daya manusia adalah kunci utama, karena ide-ide inovatif sering kali berasal dari kreativitas dan keahlian tim yang terampil. Karyawan yang memiliki keterampilan dan pengetahuan yang tepat akan dapat menghasilkan solusi baru dan efektif. Selain itu, peralatan yang canggih dan memadai juga memainkan peran penting dalam inovasi. Peralatan yang tepat dapat meningkatkan efisiensi, mempercepat proses pengembangan, dan memungkinkan penelitian atau eksperimen yang lebih mendalam, yang pada gilirannya dapat menghasilkan produk atau layanan yang lebih inovatif. Selanjutnya, pengetahuan dan keahlian teknis yang mendalam sangat diperlukan untuk menerjemahkan ide-ide inovatif menjadi solusi yang dapat diterapkan secara praktis. Pengetahuan yang terkini tentang

teknologi, tren industri, dan metodologi inovasi memungkinkan organisasi untuk merespons perubahan pasar dan menghadapi tantangan dengan lebih baik. Terakhir, sumber daya finansial yang memainkan peran penting dalam mendukung proses inovasi, mulai dari penelitian dan pengembangan hingga peluncuran produk. Investasi yang memadai memungkinkan perusahaan untuk membeli peralatan yang diperlukan, merekrut talenta berbakat, dan membiayai eksperimen serta proyek inovasi. Tanpa dukungan finansial yang cukup, ide-ide terbaik sekalipun mungkin tidak dapat direalisasikan sepenuhnya.

- 2) Capabilities (kapabilitas/ kemampuan organisasi untuk mengelola sumber daya pada poin A).

Kemampuan organisasi untuk mengelola sumber daya manusia, peralatan, pengetahuan, dan finansial sangat penting untuk keberhasilan inovasi. Kemampuan ini berarti perusahaan tidak hanya memiliki sumber daya tersebut, tetapi juga tahu cara menggunakan dan mengoptimalkannya. Untuk sumber daya manusia, ini berarti perusahaan dapat melakukan perekrutan, pelatihan, dan mempertahankan karyawan yang berbakat dan kreatif. Karyawan yang merasa didukung dan memiliki lingkungan kerja yang baik akan lebih produktif dan inovatif. Dalam

hal peralatan, perusahaan harus dapat memilih dan menggunakan teknologi yang tepat serta memastikan peralatan tersebut selalu dalam kondisi baik dan digunakan seefektif mungkin. Pengetahuan juga sangat penting. Perusahaan harus bisa mengakses dan menyebarkan pengetahuan dengan baik, sehingga semua anggota tim dapat belajar dan berkembang. Ini termasuk mengikuti perkembangan terbaru di industri dan mengadakan pelatihan yang relevan. Terakhir, kemampuan finansial berarti pengelolaan anggaran dengan bijak, memastikan adanya cukup dana untuk proyek inovasi tanpa mengganggu operasi sehari-hari. Ini termasuk membuat keputusan investasi yang tepat untuk mendukung inovasi.

Tahapan proses Manajemen Inovasi terdiri dari:

1. Pencarian (*Searching*)

Melihat peluang dan ancaman di dalam dan di luar organisasi, seperti peluang teknologi, perubahan kebutuhan pasar

2. Pemilihan (*Selecting*)

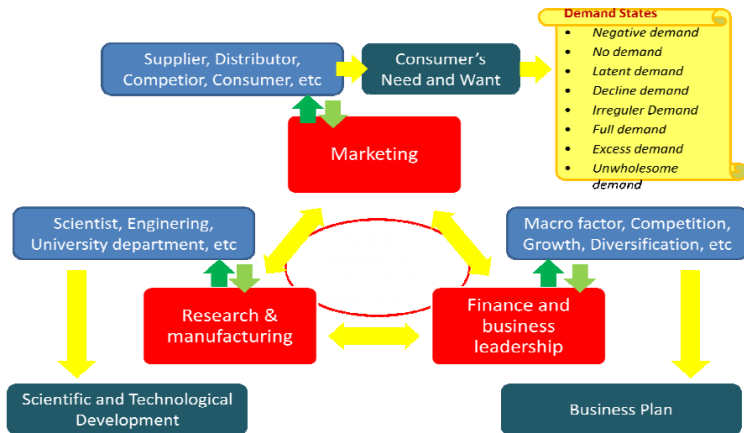
Menentukan apa yang akan dilakukan (merancang strategi untuk mengembangkan inovasi dengan mempertimbangkan faktor faktor risiko)

3. Implementasi (*Implementation*)

Implementasi ide potensial ke dalam produk baru, pelayanan atau perubahan proses.

4. Pembelajaran (*Learning*)

Pembelajaran dari progress produk inovasi yang telah dipasarkan dan membangun dasar pengetahuan (knowledge base) dan perbaikan dalam proses yang diatur



Gambar 2.5 Inovasi sebagai Proses Manajemen

(Sumber: Septiani, Maarif and Arkeman, 2013)

2.7 Organisasi Manajemen Inovasi

Di tengah dinamika pasar global yang terus berkembang, kemampuan untuk berinovasi telah menjadi faktor kunci bagi keberhasilan organisasi. Organisasi manajemen inovasi berfokus pada pengelolaan proses inovasi secara holistik, mulai dari penciptaan ide hingga implementasi dan komersialisasi. Dengan memahami prinsip-prinsip manajemen inovasi, organisasi dapat lebih siap menghadapi tantangan masa depan dan menciptakan nilai tambah yang berkelanjutan bagi semua pemangku kepentingan.

Organisasi Manajemen Inovasi (OMI) merupakan unit kerja di perusahaan atau instansi yang menyelenggarakan Manajemen Inovasi. Dalam sebuah organisasi, fokus manajemen inovasi pada perangkat yang memungkinkan organisasi bisa merespon lingkungan eksternal maupun lingkungan internal organisasi tersebut dengan melakukan pemanfaatan peluang dan usaha-usaha yang kreatif untuk mengenalkan gagasan-gagasan, proses maupun produk baru perusahaan (Diharjo, 2022). Komponen-komponen pendukung organisasi manajemen inovasi antara lain:

1. Budaya Inovasi

Lingkungan yang mendukung kreativitas dan keberanian untuk mengambil risiko. Seperti menghargai ide-ide baru, mendukung percobaan inovasi, dan memberikan ruang bagi pegawai untuk berinovasi.

2. Struktur organisasi dan Proses

Sistem yang mengorganisir bagaimana inovasi diidentifikasi, dikembangkan, dan diimplementasikan. Misalkan membentuk tim inovasi, menetapkan proses manajemen proyek, dan menggunakan alat manajemen ide.

3. Kepemimpinan dan Strategi

Kepemimpinan yang menginspirasi dan memandu upaya inovasi dalam organisasi. Misalnya mengembangkan visi inovasi, menetapkan tujuan strategis, dan mengalokasikan sumber daya perusahaan.

4. Kolaborasi dan Jaringan

Melakukan kerja sama dengan pihak eksternal perusahaan dengan tujuan memperluas kemampuan inovasi. Misalkan menjalin kemitraan dengan universitas, perusahaan lain, lembaga penelitian, dan pelanggan.

5. Pembelajaran dan Pengembangan

Merupakan proses terus-menerus untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan pegawai. Seperti program pelatihan, workshop inovasi, dan pertukaran pengetahuan. Untuk tetap kompetitif dan relevan di pasar, penting bagi organisasi atau perusahaan untuk memiliki strategi teknologi yang solid dan terarah. Strategi teknologi adalah rencana jangka panjang yang disusun oleh sebuah organisasi untuk memanfaatkan teknologi secara efektif guna mencapai tujuan bisnisnya. Dalam strategi ini, perusahaan menentukan bagaimana teknologi akan digunakan untuk meningkatkan operasional, memberikan layanan yang lebih baik kepada pelanggan, dan menciptakan keunggulan kompetitif. Misalnya, sebuah perusahaan mungkin memutuskan untuk mengadopsi teknologi cloud agar dapat bekerja lebih efisien dan mengurangi biaya infrastruktur. Strategi teknologi juga melibatkan identifikasi teknologi baru yang relevan dan perencanaan bagaimana teknologi tersebut dapat diintegrasikan ke dalam bisnis. Dengan strategi teknologi yang baik, organisasi dapat merespons perubahan pasar dengan cepat, mendukung inovasi, dan memastikan bahwa investasi teknologi memberikan nilai yang optimal.

Bab 3

Strategi Manajemen Teknologi

Bab ini membahas tentang Adopsi teknologi, Transfer Teknologi dan Lingkungan teknologi.

3.1 Adopsi Teknologi

Adopsi teknologi merupakan suatu proses yang merujuk pada proses di mana individu atau organisasi mulai menggunakan teknologi baru dalam rutinitas atau operasional mereka. Proses ini mencakup beberapa tahap, mulai dari pemilihan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan, implementasi, hingga penyesuaian dan integrasi dengan sistem yang sudah ada. Adopsi teknologi sering kali bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya, dan membuka peluang baru dalam berbagai sektor. Namun, keberhasilan adopsi teknologi bergantung pada kesiapan organisasi, pelatihan pengguna, serta dukungan teknis yang memadai. Proses ini juga bisa menghadapi tantangan seperti resistensi terhadap perubahan dan kebutuhan akan adaptasi budaya kerja yang baru. Sumber lain menyatakan bahwa adopsi teknologi adalah langkah langkah yang diambil oleh organisasi untuk menerima,

mengintegrasikan, dan mengimplementasikan teknologi baru atau inovatif dalam operasi mereka. Ini mencakup pengenalan perangkat keras, perangkat lunak, prosedur, dan praktik baru yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas dan daya saing organisasi.

Adopsi teknologi ini memerlukan pemahaman tentang komponen-komponen penentu dan pengaruh penerimaan dan penggunaan teknologi. Adopsi teknologi dapat dilakukan dengan melakukan analisis kuantitatif yang menangkap sifat evolusioner teknologi serta melakukan perhitungan nonlinieritas. Proses implementasi adopsi teknologi dilakukan sebagai berikut:

1. Pemahaman dan informasi

Perusahaan yang akan melakukan adopsi teknologi harus mempunyai pemahaman dan informasi yang akurat untuk teknologi tersebut. Hal ini penting untuk diketahui agar tidak terjadi kesalahan dalam menggunakan teknologi baru.

2. Pertimbangan dan evaluasi

Perusahaan harus mempertimbangkan serta melakukan evaluasi pada teknologi baru yang akan diterapkan terutama terkait dengan efisiensi dan efektifitasnya.

Seperti, melakukan perbandingan pada beberapa teknologi baru yang akan digunakan.

3. Pengambilan keputusan

Pengambilan keputusan dilakukan melalui pemilihan jenis teknologi baru yang tersedia atau yang akan diterapkan. Pengambilan keputusan digunakan untuk menerima atau menolak teknologi baruter sebut serta pada sistem pengadaan teknologi baru.

4. Implementasi

Implemetasi atau penerapan diwujudkan dengan menggunakan teknologi baru dalam proses pembuatan produk atau jasa. Proses ini membutuhkn persiapan pegawai yang memadai yang dapat mengoperasikan teknologi baru sesuai dengan cara kerjanya.

Adapun faktor faktor utama yang dapat mempengaruhi adopsi teknologi dalam organisasi (Ghodang and Fidela, 2023):

a. Keuntungan Persepsi (*Perceived Benefits*)

Organisasi lebih termotivasi mengadopsi teknologi baru jika mereka memiliki keyakinan bahwa teknologi tersebut akan memberikan manfaat yang signifikan bagi mereka. Manfaat ini bisa meliputi peningkatan efisiensi dalam proses operasional, yang pada gilirannya akan mampu mengurangi waktu dan tenaga yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas-tugas tertentu.

b. Biaya dan Ketersediaan

Organisasi harus mempertimbangkan berbagai aspek biaya, termasuk pengadaan, implementasi, dan pemeliharaan teknologi. Mereka akan mengevaluasi apakah total biaya yang dikeluarkan sepadan dengan manfaat yang diharapkan dari penerapan teknologi tersebut. Penilaian ini meliputi tidak hanya biaya awal untuk membeli dan memasang teknologi, tetapi juga biaya jangka panjang terkait dengan pemeliharaan dan dukungan teknis yang diperlukan. Keputusan adopsi ini akan sangat dipengaruhi oleh analisis apakah investasi dalam teknologi baru dapat memberikan nilai tambah yang signifikan dibandingkan dengan pengeluaran yang harus dikeluarkan.

c. Kemudahan Penggunaan (*Ease of Use*)

Teknologi yang dirancang dengan antarmuka yang intuitif dan mudah dipahami oleh anggota organisasi biasanya akan lebih mudah diterima dan diterapkan. Faktor ini mencakup sejauh mana teknologi tersebut mudah dioperasikan tanpa memerlukan keterampilan teknis yang kompleks, serta seberapa baik dukungan pelatihan yang disediakan untuk pengguna. Pelatihan yang efektif dan antarmuka yang *user-friendly* dapat secara signifikan

meningkatkan tingkat kenyamanan dan kemudahan penggunaan, sehingga memudahkan proses adopsi dan integrasi teknologi ke dalam rutinitas sehari-hari organisasi.

d. Kecukupan Dukungan dan Sumber Daya (*Adequate Support and Resources*)

Organisasi harus memastikan bahwa mereka memiliki sumber daya yang memadai, yang mencakup berbagai aspek seperti personil yang terampil, infrastruktur yang sesuai, serta dukungan teknis yang efektif. Personil yang terampil dan berpengetahuan penting untuk menjalankan dan memelihara teknologi, sedangkan infrastruktur yang memadai meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan untuk mendukung operasional teknologi. Selain itu, dukungan teknis yang memadai juga diperlukan untuk mengatasi masalah yang mungkin timbul dan memastikan bahwa teknologi berfungsi dengan optimal.

e. Resistansi Perubahan (*Resistance to Change*)

Resistansi terhadap perubahan ini memang sering kali muncul di kalangan karyawan dan anggota organisasi ketika terjadi adopsi teknologi baru. Hal ini bisa disebabkan oleh ketidaknyamanan terhadap perubahan cara kerja, kekhawatiran mengenai dampak terhadap pekerjaan, atau ketidakpastian mengenai teknologi baru.

Untuk mengatasi resistansi ini, diperlukan manajemen perubahan yang efektif. Ini melibatkan strategi untuk mengkomunikasikan manfaat dari teknologi baru, menyediakan pelatihan yang memadai, dan membangun dukungan di seluruh tingkat organisasi. Pendekatan ini membantu mengurangi kekhawatiran, meningkatkan penerimaan terhadap perubahan, dan memastikan bahwa transisi ke teknologi baru dapat dilakukan dengan lebih mulus.

f. Faktor Budaya dan Normatif

Nilai-nilai, norma, dan budaya yang berlaku di dalam organisasi dapat memengaruhi sejauh mana teknologi baru diterima. Organisasi yang memiliki budaya yang mendukung inovasi dan perubahan akan cenderung lebih mudah mengadopsi teknologi baru, karena anggota organisasi merasa lebih terbuka terhadap ide-ide baru dan perubahan dalam cara kerja. Sebaliknya, organisasi yang memiliki budaya yang lebih konservatif atau resisten terhadap perubahan mungkin mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan teknologi baru, karena nilai-nilai dan norma-norma mereka lebih mengutamakan stabilitas dan keberlanjutan metode yang sudah ada.

g. Pengaruh Pemimpin dan Manajemen

Kepemimpinan yang aktif dalam mendukung penerapan teknologi dan mendorong budaya inovasi dapat memberikan dampak positif pada proses pengambilan keputusan dalam organisasi mengenai teknologi. Pemimpin yang proaktif dalam mengadvokasi teknologi baru dan menciptakan lingkungan yang mendukung eksperimen serta perubahan cenderung memfasilitasi keputusan yang lebih cepat dan lebih efektif terkait teknologi. Mereka dapat memotivasi tim untuk menerima dan menerapkan teknologi baru, serta memastikan bahwa sumber daya dan dukungan yang diperlukan tersedia untuk keberhasilan implementasi teknologi.

h. Persepsi Risiko (*Perceived Risks*) :

Organisasi akan mengevaluasi berbagai risiko yang mungkin terkait dengan penerapan teknologi baru, seperti risiko terhadap keamanan data yang dapat mengancam integritas informasi, potensi gangguan terhadap operasional yang bisa mengakibatkan penurunan produktivitas, atau kemungkinan kerugian finansial yang mungkin timbul akibat kegagalan teknologi atau biaya yang tidak terduga. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor risiko ini, organisasi dapat membuat keputusan yang lebih terinformasi dan mengembangkan strategi

mitigasi yang sesuai untuk mengurangi dampak negatif yang mungkin terjadi.

Teknologi yang diadopsi oleh perusahaan dalam menjalankan atau mengoperasikan proses dan layanan bisnis yang dapat diklasifikasikan. Strategi adopsi teknologi dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu *First Mover*, *Follower*, dan *Slow Adopter* (Solikhah, 2024).

First Mover, perusahaan mengadopsi teknologi baru sendiri dan mencoba mendapatkan keuntungan sebagai penggerak pertama. Lebih singkatnya, perusahaan yang menggunakan strategi *First Mover* ini adalah yang pertama mengadopsi teknologi baru sebelum kompetitor lainnya. Mereka sering kali menjadi pionir dan memimpin pasar dengan inovasi. Keuntungan menggunakan strategi ini adalah dapat memperoleh keunggulan kompetitif yang signifikan dengan menetapkan standar industri, membangun loyalitas pelanggan lebih awal, dan mendapatkan pangsa pasar yang lebih besar. Mereka juga memiliki kesempatan untuk memanfaatkan teknologi untuk menciptakan produk atau layanan baru yang belum tersedia sebelumnya. Tetapi, risiko utama bagi *First Movers* adalah ketidakpastian dan potensi kegagalan teknologi baru. Mereka mungkin menghadapi biaya penelitian dan pengembangan yang tinggi serta tantangan dalam mengatasi

masalah teknis yang belum teridentifikasi. Selain itu, mereka harus mengedukasi pasar dan pelanggan tentang manfaat teknologi baru, yang bisa menjadi proses yang memakan waktu dan sumber daya.

Follower, perusahaan biasanya menunggu teknologi baru menjadi arus utama dan terbukti sebelum mengadopsinya. Perusahaan yang mengadopsi strategi ini akan menunggu dan mengamati keberhasilan atau kegagalan dari para *First Mover* sebelum mengadopsi teknologi baru. Mereka lebih berhati-hati dan memilih untuk belajar dari pengalaman para pionir. Keuntungan menggunakan strategi *Follower* adalah perusahaan dapat mengurangi risiko dengan belajar dari kesalahan dan keberhasilan *First Movers*. Perusahaan dapat mengadopsi teknologi yang sudah lebih matang dan terbukti efektif, sehingga mengurangi biaya pengembangan dan implementasi. *Followers* juga dapat memperbaiki atau mengoptimalkan teknologi yang ada berdasarkan umpan balik dari pasar awal. Tetapi, Tantangan utama bagi *Followers* adalah kehilangan kesempatan untuk menjadi pemimpin pasar. Mereka mungkin harus berkompetisi dengan *First Movers* yang sudah membangun loyalitas pelanggan dan merek yang kuat. Selain itu, mereka harus cepat beradaptasi untuk mengejar ketertinggalan dan memastikan bahwa mereka tetap relevan di pasar yang kompetitif.

Slow Adopter, perusahaan dapat dikatakan terlambat dengan adopsi teknologi baru. Organisasi yang mengadopsi strategi *Slow Adopter* akan menunggu hingga teknologi baru menjadi standar industri dan terbukti stabil serta dapat diandalkan sebelum mereka mengadopsinya. Mereka cenderung sangat berhati-hati dan menghindari risiko tinggi. Keuntungan menggunakan strategi ini adalah perusahaan dapat memanfaatkan teknologi yang sudah matang dan teruji, mengurangi risiko kegagalan dan masalah teknis. Mereka dapat fokus pada kestabilan dan efisiensi operasional, serta memanfaatkan solusi yang lebih terjangkau karena teknologi sudah lebih umum digunakan. Tetapi, tantangan yang dihadapi oleh *Slow Adopters* adalah risiko tertinggal dalam persaingan dan kehilangan keunggulan kompetitif. Mereka mungkin harus berjuang lebih keras untuk mengimbangi pesaing yang sudah lebih dulu mengadopsi teknologi dan membangun posisi kuat di pasar. Selain itu, mereka mungkin menghadapi resistensi internal terhadap perubahan setelah teknologi baru diadopsi.

3.2 Transfer Teknologi

Transfer teknologi merupakan salah satu strategi manajemen teknologi. Transfer bisa terjadi antara perusahaan, organisasi, lembaga riset, dan individu. Transfer teknologi terjadi ketika

dua atau lebih organisasi satu sama lainnya saling berbagi teknologi pengetahuan dan inovasi. Transfer teknologi adalah proses di mana pengetahuan, keterampilan, teknologi, metode pembuatan, sampel pembuatan, dan fasilitas di satu tempat atau organisasi dipindahkan ke pihak lain. Ini mencakup berbagai bidang termasuk sains, teknologi, dan praktik bisnis. Transfer teknologi dapat terjadi secara vertikal dan horizontal. Transfer vertikal terjadi di dalam perusahaan, dan transfer horizontal terjadi dari satu industri atau negara ke industri atau negara lain (Wahyudiana, 2022).

Salah satu tujuan utama transfer teknologi adalah menjembatani kesenjangan antara institusi atau lembaga maupun perusahaan dalam proses pencapaian kompetensi teknologi dan manajerial, sehingga institusi/ lembaga dan perusahaan tersebut menjadi lebih maju. Setelah mendapatkan transfer teknologi, perusahaan akan mampu membuat perencanaan jangka panjang dengan teknologi lebih baik atau modern. Hal ini akan menarik minat investasi dari pihak / negara lain sehingga dapat terbentuk kerjasama antar keduanya. Teknologi ditularkan antar perusahaan atau antar negara dalam bentuk yang bervariasi. Banyak diantaranya ditularkan melalui jalan perdagangan, proyek, atau jenis jasa konsultan (engineering, konstruksi, dan lain hal), perdagangan hak paten dan merek dagang serta investasi langsung. Dan sebagian

ditularkan melalui jalan yang bukan bersifat dagang dalam pengertian yang sesungguhnya, seperti pertukaran ilmiah, publikasi, migrasi kecakapan dan asisten pemerintah.

Proses transfer teknologi dilakukan melalui tahapan antara lain:

1. Identifikasi Teknologi.

Tahap awal transfer teknologi bagaimana menemukan suatu teknologi yang akan ditransfer. Proses identifikasi teknologi dilakukan melalui kegiatan mencari teknologi baru, menganalisis dan mengevaluasi berbagai teknologi baru yang sesuai dengan kebutuhan atau tujuan tertentu yang dapat menjawab tujuan pelaksanaan transfer teknologi untuk perusahaan.

2. Pembuatan Desain Teknologi.

Proses kedua yaitu pembuatan desain teknologi dengan melakukan perancangan teknologi yang akan ditransfer supaya sesuai dengan kebutuhan perusahaan atau penerima teknologi.

3. Pelatihan Teknologi.

Tahap ketiga adalah proses pembelajaran pemakai teknologi baru agar meningkatkan pengetahuan, pemahaman, dan keterampilan akan teknologi baru. Pelatihan ini mulai dari penggunaan perangkat keras dan

perangkat hingga analisis data, pemrograman, keamanan informasi, dan pemeliharaan perangkat lunak. Pelatihan terhadap penggunaan teknologi baru memungkinkan individu terus meningkatkan potensi dan kemampuannya dan berkontribusi pada perusahaan yang terus mengalami perubahan.

4. Implementasi Teknologi.

Merupakan suatu proses mengadopsi atau mengintegrasikan solusi teknologi ke dalam suatu organisasi, perusahaan atau sistem dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi, kinerja, dan produktivitas perusahaan. Implementasi teknologi yang dilakukan secara efisien dan efektif dapat memberikan dampak positif pada kinerja organisasi atau perusahaan.

Terdapat lima kategori penentu efektivitas kegiatan transfer teknologi (Wahyudiana, 2022) :

1) Technology Transfer Agent

Agen transfer teknologi adalah lembaga atau individu yang memiliki atau menyediakan teknologi dan memiliki penguasaan dan keahlian akan teknologi tertentu. Dalam transfer teknologi, setiap penyedia teknologi memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Keberagaman tersebut berpotensi mempengaruhi hasil dan keberhasilan proses transfer teknologi. Penyedia teknologi harus mampu

mengembangkan kemampuan teknis penerima transfer teknologi dan mendukung proses pembelajaran agar penerima transfer mampu memahami dan menguasai teknologi tersebut. Karakteristik agen transfer teknologi meliputi :

- a. Kemampuan dan ketersediaan sumber daya manusia yang dimiliki oleh agen transfer teknologi, yaitu kemampuan yang dimiliki oleh agen transfer sebagai penyedia teknologi dalam hal ilmu pengetahuan dan teknologi serta ketersediaan sumber daya yang dimiliki oleh penyedia teknologi baik berupa agen transfer teknologi yang akan menyampaikan dan melakukan transfer teknologi, maupun ilmu yang akan ditransfer dan fasilitas yang dimiliki untuk mendukung proses transfer teknologi.
- b. Kepemimpinan, berupa gaya kepemimpinan yang diterapkan pada organisasi.
- c. Organisasi penyedia teknologi, adalah bentuk struktur organisasi termasuk jumlah, level hierarki, dan rentang kendali.
- d. Sasaran penyedia teknologi, yaitu arah/ sasaran pelaksanaan transfer pengetahuan atau teknologi.

- e. Keandalan agen transfer teknologi, dimana agen transfer dipercaya memiliki pengetahuan yang luas tentang subjek pengetahuan atau teknologi yang akan ditransfer, serta keinginan dan kemauan agen transfer teknologi untuk berbagi pengetahuan atau teknologi yang dimiliki kepada pihak lain.
- f. Pengalaman yang dimiliki oleh agen transfer teknologi, yaitu pengalaman yang dimiliki oleh agen transfer teknologi dalam hal kompetensi pengetahuan atau teknologi serta pengalaman dalam mentransfer pengetahuan atau teknologi.

2) Technology Transfer Media

Salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan transfer teknologi adalah media transfer teknologi, yang mencakup berbagai alat, metode, atau saluran komunikasi yang digunakan untuk mengirimkan teknologi dari sumbernya ke penerima. Media transfer teknologi memainkan peran yang krusial dalam memastikan bahwa informasi yang relevan disampaikan dengan cara yang jelas dan dapat dipahami, sehingga penerima teknologi dapat mengimplementasikannya dengan benar dan efisien.

Technology Transfer Media atau Media transfer teknologi yang umum digunakan adalah sebagai berikut :

1. Dokumentasi Teknis

2. Pelatihan dan Pendidikan
3. Workshop dan Seminar
4. Konsultasi dan Mentoring
5. Sistem Informasi Berbasis Internet
6. Prototipe dan Demonstrasi

Dokumentasi teknis meliputi manual, panduan pengguna, spesifikasi teknis, dan dokumentasi prosedural yang memberikan instruksi rinci tentang cara menggunakan atau menerapkan teknologi tertentu. Misalnya, buku manual penggunaan mesin produksi baru memberikan panduan langkah demi langkah yang membantu operator memahami cara mengoperasikan mesin dengan benar.

Pelatihan dan pendidikan, baik dalam bentuk program pelatihan formal maupun pendidikan non-formal, dirancang untuk meningkatkan keterampilan dan pemahaman tentang teknologi tertentu. Program ini dapat mencakup pelatihan di tempat kerja, kursus online, atau kelas formal yang fokus pada penggunaan teknologi baru. Misalnya, pelatihan di tempat kerja tentang penggunaan perangkat lunak baru memungkinkan karyawan mempelajari fitur-fitur dan fungsionalitas perangkat lunak tersebut dalam lingkungan yang terkendali dan terstruktur.

Workshop dan seminar adalah acara yang memungkinkan interaksi langsung antara ahli teknologi dan penerima teknologi. Dalam acara ini, peserta dapat mendiskusikan dan mempraktekkan penggunaan teknologi, mendapatkan wawasan dari ahli, serta berbagi pengalaman dan tantangan yang dihadapi dalam implementasi teknologi. Misalnya, seminar tentang inovasi terbaru dalam teknologi hijau dapat memberikan peserta pengetahuan tentang solusi ramah lingkungan terbaru dan cara mengimplementasikannya dalam operasi sehari-hari.

Konsultasi dan mentoring melibatkan bimbingan dari ahli teknologi atau konsultan yang membantu penerima teknologi dalam memahami dan mengaplikasikan teknologi tersebut. Ahli atau konsultan ini dapat memberikan nasihat, solusi, dan dukungan praktis untuk memastikan bahwa teknologi digunakan dengan efektif dan efisien. Misalnya, seorang konsultan IT dapat membantu perusahaan dalam mengimplementasikan sistem manajemen baru dengan memberikan saran tentang konfigurasi, pelatihan, dan pemecahan masalah.

Sistem informasi berbasis internet, seperti website, forum, dan platform e-learning, menyediakan akses mudah ke informasi dan tutorial tentang teknologi. Portal e-learning

yang menyediakan kursus tentang penggunaan software tertentu memungkinkan pengguna belajar secara mandiri dan fleksibel, mengakses materi kapan saja dan di mana saja. Ini sangat berguna untuk teknologi yang memerlukan pembaruan pengetahuan secara terus-menerus.

Prototipe dan demonstrasi memberikan model atau contoh nyata dari teknologi yang ditransfer. Melalui demonstrasi langsung, penerima teknologi dapat melihat cara kerja teknologi tersebut dalam praktik, memahami fitur dan manfaatnya, serta belajar cara mengoperasikannya dengan benar. Misalnya, demonstrasi langsung dari robot industri di pabrik memungkinkan operator melihat cara robot bekerja, berinteraksi dengan sistem lain, dan menyelesaikan tugas-tugas tertentu.

Media transfer teknologi penting karena memastikan pemahaman yang benar, meningkatkan efisiensi, dan mendukung adaptasi penerima teknologi terhadap teknologi baru. Dengan menggunakan media yang tepat, proses transfer teknologi dapat berlangsung lebih cepat, mengurangi risiko kesalahan atau kegagalan dalam implementasi, dan membantu penerima teknologi untuk lebih mudah beradaptasi.

3) Technology Transfer Object

Objek transfer teknologi diartikan sebagai suatu bentuk teknologi yang akan disediakan, baik komersial maupun non-komersial. Sedangkan karakteristik objek transfer teknologi dapat diartikan sebagai berbagai faktor yang berkaitan dengan atribut pengetahuan atau teknologi sebagai objek dalam proses transfer pengetahuan atau teknologi. Karakteristik tersebut antara lain :

- a. Dapat dalam bentuk *codified knowledge* (pengetahuan eksplisit) dan *tacit knowlegde* (pengetahuan tidak termodifikasi)
- b. Kemungkinan lebih dari satu interpretasi pengetahuan atau teknologi
- c. Ilmu yang akan ditransfer terbukti manfaatnya.
- d. Kompleksitas pengetahuan atau teknologi karena berhubungan dengan pengetahuan dan teknologi lain

Pada dasarnya, dalam proses transfer teknologi, pemilihan objek transfer teknologi yang tepat akan membuat objek yang ditransfer dapat dimanfaatkan secara maksimal. Pemilihan objek transfer teknologi dapat ditentukan oleh agen transfer teknologi atau penerima transfer teknologi. Dalam menentukan pilihan objek transfer teknologi, agen transfer teknologi dapat melihat situasi penerima transfer

teknologi, keadaan geografis dan perkembangan zaman yang terjadi sehingga dapat mengetahui pengetahuan atau teknologi apa yang cocok, tepat, bermanfaat dan dibutuhkan oleh penerima transfer teknologi. Dari sisi penerima transfer teknologi, pemilihan objek transfer teknologi dapat dilakukan dengan memperhatikan kebutuhan pengetahuan atau teknologi yang mereka inginkan untuk meningkatkan kinerja perusahaan dan kapabilitas sumber daya manusia yang dimiliki.

4) Technology Transfer Recipient

Technology Transfer Recipient atau Penerima transfer teknologi adalah organisasi atau individu yang membeli atau mengharapkan penguasaan suatu pengetahuan atau teknologi. Karakteristik penerima transfer teknologi mencakup atribut yang dimiliki oleh pihak yang menerima pengetahuan atau teknologi baru dalam proses transfer tersebut. Karakteristik yang harus dimiliki oleh penerima transfer teknologi antara lain :

- a. Kemampuan sumber daya manusia, yaitu kapabilitas pengetahuan dan teknologi yang dimiliki oleh individu maupun organisasi/perusahaan serta pengalaman di bidang usaha yang digeluti.

- b. Ketersediaan sumber daya manusia, berupa ketersediaan baik dari segi sumber daya manusia maupun fasilitas yang dimiliki oleh individu atau organisasi/ perusahaan serta memiliki strategi bisnis yang sesuai dengan bidang usaha yang dijalankan.
- c. Motivasi, adalah keinginan penerima transfer teknologi untuk menerima ilmu dari penyedia teknologi
- d. Kemampuan sumber daya manusia dalam menyerap teknologi, yaitu kemampuan memahami, menerima, dan menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang diterima serta memiliki kemampuan mengingat dan menyimpan ilmu pengetahuan dan teknologi yang diterima.

5) Demand Environment

Konsep ini mengacu pada kondisi dan faktor eksternal yang mempengaruhi permintaan terhadap teknologi baru yang sedang ditransfer. Lingkungan permintaan mencakup berbagai aspek, seperti kebutuhan pasar, preferensi konsumen, kebijakan pemerintah, serta tren industri dan ekonomi yang berkembang. Semua faktor ini bersama-sama membentuk tingkat dan sifat permintaan terhadap teknologi tertentu, yang pada akhirnya memengaruhi keberhasilan proses transfer teknologi.

Dalam konteks transfer teknologi, *Demand Environment* atau lingkungan permintaan sangat penting karena menentukan seberapa besar teknologi yang ditransfer akan diadopsi dan digunakan oleh pasar atau pengguna akhir. Misalnya, jika ada permintaan yang kuat untuk solusi teknologi ramah lingkungan karena peningkatan kesadaran akan perubahan iklim, teknologi yang terkait dengan energi terbarukan atau pengurangan emisi akan lebih mungkin diterima dan diadopsi dengan cepat oleh industri dan masyarakat. Sebaliknya, jika lingkungan permintaan menunjukkan minat yang rendah atau ketidakpedulian terhadap teknologi tertentu, transfer teknologi tersebut mungkin menghadapi tantangan dalam penerapan dan adopsi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi lingkungan permintaan dapat meliputi perkembangan regulasi yang mendukung atau menghambat penggunaan teknologi tertentu. Kebijakan pemerintah yang memberikan insentif pajak atau subsidi untuk adopsi teknologi baru, misalnya, dapat meningkatkan permintaan terhadap teknologi tersebut. Di sisi lain, regulasi yang ketat atau biaya kepatuhan yang tinggi mungkin mengurangi minat pasar terhadap teknologi baru. Selain itu, tren industri, seperti digitalisasi atau

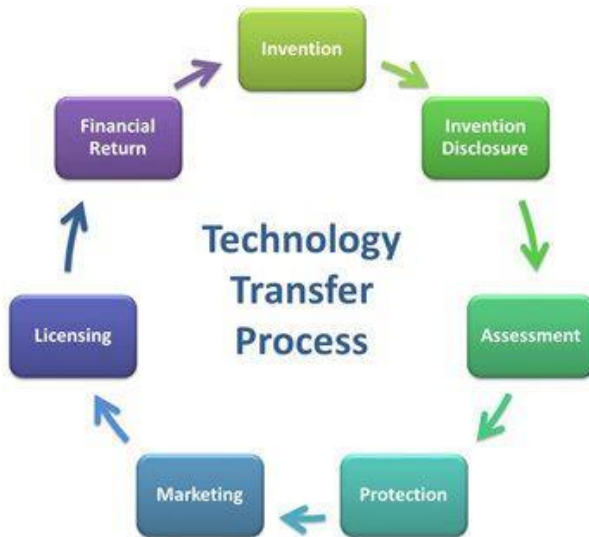
otomatisasi, juga dapat mempengaruhi lingkungan permintaan dengan mendorong atau menghambat minat pada jenis teknologi tertentu.

Preferensi konsumen juga memainkan peran penting dalam lingkungan permintaan. Seiring perubahan preferensi konsumen, seperti meningkatnya minat pada produk yang lebih hemat energi atau yang memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah, teknologi yang memenuhi kebutuhan tersebut cenderung mengalami peningkatan permintaan. Misalnya, peningkatan permintaan terhadap kendaraan listrik sejalan dengan preferensi konsumen yang beralih dari kendaraan berbahan bakar fosil ke alternatif yang lebih bersih.

Selain itu, kondisi ekonomi secara keseluruhan dapat memengaruhi lingkungan permintaan. Dalam situasi ekonomi yang baik, perusahaan dan individu mungkin lebih bersedia untuk berinvestasi dalam teknologi baru karena mereka memiliki sumber daya finansial yang memadai. Sebaliknya, dalam situasi ekonomi yang buruk, permintaan terhadap teknologi baru mungkin menurun karena adanya pembatasan anggaran dan prioritas pengeluaran yang berbeda.

Secara keseluruhan, lingkungan permintaan adalah elemen kunci yang harus diperhatikan dalam proses transfer teknologi.

Pemahaman yang baik tentang kondisi dan tren yang mempengaruhi permintaan terhadap teknologi tertentu akan membantu dalam merancang strategi transfer teknologi yang lebih efektif. Dengan menyesuaikan proses transfer dengan kebutuhan dan dinamika lingkungan permintaan, peluang sukses dalam mengadopsi dan mengimplementasikan teknologi baru akan meningkat, sehingga tujuan transfer teknologi dapat tercapai dengan lebih baik.



Gambar 3. 1 Proses Transfer Teknologi

(Sumber : Researchgate.net)

Pada proses transfer teknologi, terdapat tujuh tahapan yang harus dilakukan (Handoko, 2022) :

a. Tahap Penemuan

Teknologi yang akan diciptakan masih berupa ide atau konsep awal. Tahap ini memberikan arahan awal mengenai bagaimana teknologi tersebut nantinya akan diterapkan.

b. Tahap Pengungkapan Penemuan

Peneliti membuat laporan rinci tentang teknologi yang telah ditemukan. Laporan ini kemudian didokumentasikan dan diserahkan kepada pihak berwenang yang mengurus hak kekayaan intelektual, dengan tujuan melindungi ide dari kemungkinan pencurian oleh pihak lain.

c. Tahap Penilaian

Keputusan diambil mengenai apakah proses transfer teknologi perlu dilanjutkan atau dihentikan. Pada tahap ini, peneliti melakukan evaluasi terhadap potensi pasar untuk menentukan apakah teknologi tersebut layak diimplementasikan oleh perusahaan, serta mengukur seberapa besar minat pelanggan terhadap produk yang dihasilkan.

d. Tahap Perlindungan Hak Kekayaan Intelektual

Pada tahap ini, peneliti bekerja keras untuk memastikan bahwa pengajuan paten diterima sehingga mereka mendapatkan hak eksklusif atas teknologi tersebut.

e. Tahap Pemasaran

Lembaga penelitian atau universitas mulai menawarkan teknologi yang telah dikembangkan kepada perusahaan-

perusahaan melalui berbagai cara, termasuk iklan, untuk memastikan bahwa produk tersebut memenuhi standar pasar.

f. Tahap Perizinan atau Lisensi

Sebelum teknologi ditransfer, pemberi lisensi akan bernegosiasi dengan pihak penerima lisensi mengenai harga dan persyaratan lainnya. Proses ini juga melibatkan penetapan syarat dan ketentuan yang akan mengatur transfer teknologi tersebut.

g. Pengembalian Finansial

Pada fase ini, perusahaan, bersama dengan lembaga penelitian atau universitas, menyepakati kontrak transfer teknologi dan membayar royalti sesuai kesepakatan. Setelah tahap ini selesai, lembaga penelitian dan universitas menerima dana yang dapat digunakan untuk mengembangkan teknologi baru, sehingga siklus inovasi dapat dimulai kembali dari tahap pertama.

3.3 Lingkungan Teknologi

Semua komponen teknologi yang ada dalam suatu perusahaan atau organisasi disebut lingkungan internal teknologi. Lingkungan luar teknologi terdiri dari banyak faktor dan kondisi yang ada di luar teknologi itu sendiri dan dapat

mempengaruhi pengembangan dan pemanfaatannya. Ini mencakup konteks budaya, sosial, ekonomi, dan politik di mana teknologi digunakan. Lingkungan teknologi adalah semua elemen yang mempengaruhi pengembangan, adopsi, dan penggunaan teknologi dalam suatu perusahaan atau organisasi. Lingkungan teknologi terdiri dari:

1. Lingkungan Internal Perusahaan

Lingkungan internal merupakan semua komponen teknologi yang ada dalam suatu perusahaan atau organisasi. Diantaranya perangkat keras, perangkat lunak, sistem informasi, jaringan komputer, dan sumber daya teknologi lainnya yang digunakan untuk membantu dalam mencapai tujuan perusahaan. Lingkungan internal teknologi mengacu pada elemen-elemen organisasi yang mempengaruhi proses inovasi dalam perusahaan.

2. Lingkungan Eksternal Perusahaan

Lingkungan eksternal dipengaruhi factor-faktor dan kondisi yang ada di luar teknologi itu sendiri seperti pengembangan dan pemanfaatannya. Seperti konteks budaya, sosial, ekonomi, dan politik di mana teknologi digunakan. Teknologi mempunyai sisi positif dan sisi negatif. Efek positif teknologi membantu meningkatkan efisiensi dan efektivitas perusahaan sedangkan efek negatif

teknologi adalah biaya untuk inovasi teknologi baru yang terkadang lebih besar daripada manfaatnya.

Lingkungan teknologi eksternal meliputi beberapa hal yang tidak berada di bawah kendali perusahaan atau organisasi yang bisa memengaruhi pengembangan dan penerapan teknologi di perusahaan. Seperti perkembangan teknologi di dunia, revolusi industri, regulasi pemerintah, dan dinamika pasar. Sangat penting memahami dan mengelola lingkungan eksternal untuk mengidentifikasi peluang dan mengatasi kesulitan yang muncul dari perubahan teknologi.

Lingkungan teknologi mencakup berbagai faktor yang mempengaruhi ketersediaan, penggunaan, dan perkembangan teknologi dalam suatu perusahaan atau industri. Faktor-faktor ini dapat berasal dari berbagai sumber dan mempengaruhi bagaimana perusahaan mengadopsi dan mengembangkan teknologi. Faktor-faktor ini meliputi Infrastruktur Teknologi, Penelitian dan Pengembangan (R&D), Sumber Daya Manusia, Regulasi dan Kebijakan, Pasar dan Industri, Keamanan dan Privasi, Ekonomi dan Keuangan, Sosial dan Budaya, Lingkungan Alam, dan Globalisasi.

Infrastruktur teknologi adalah fondasi penting yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung operasi sistem teknologi informasi dalam suatu organisasi. Komponen utamanya meliputi server, yang merupakan komputer berdaya tinggi untuk menjalankan aplikasi dan menyimpan data, serta komputer dan perangkat mobile seperti desktop, laptop, tablet, dan smartphone yang digunakan oleh pengguna. Selain itu, infrastruktur ini juga mencakup peralatan jaringan seperti router, switch, dan modem yang memungkinkan perangkat-perangkat tersebut dapat terhubung dan berkomunikasi satu sama lain, memastikan semua sistem bekerja secara efisien dan andal.

Penelitian dan Pengembangan (R&D) sangat berkaitan dengan lingkungan teknologi karena R&D merupakan kunci dalam menciptakan dan menerapkan teknologi baru atau memperbaiki teknologi yang telah ada. Melalui Penelitian dan Pengembangan (R&D), perusahaan dapat mengembangkan inovasi teknologi yang membantu mereka tetap kompetitif di pasar. Selain itu, Penelitian dan Pengembangan (R&D) memungkinkan perusahaan untuk meningkatkan efisiensi operasional dengan menemukan cara baru yang lebih efektif dan efisien menggunakan teknologi. Dengan terus melakukan Penelitian dan Pengembangan (R&D), perusahaan juga dapat

beradaptasi dengan cepat terhadap perubahan teknologi, memastikan bahwa mereka selalu menggunakan teknologi terbaru dan terbaik dalam operasional mereka.

Sumber Daya Manusia (SDM) merupakan komponen yang tidak kalah penting dalam lingkungan teknologi, karena mereka adalah orang-orang yang merancang, mengelola, serta mampu mengoperasikan berbagai sistem teknologi. Dalam konteks teknologi, Sumber Daya Manusia (SDM) mencakup tenaga ahli seperti insinyur, pengembang perangkat lunak, analis data, dan profesional IT yang memastikan semua sistem teknologi berjalan lancar. Sumber Daya Manusia juga terlibat dalam pelatihan dan pengembangan keterampilan untuk memastikan bahwa mereka selalu *up-to-date* dengan perkembangan teknologi terbaru, membantu menciptakan inovasi dan solusi baru yang memanfaatkan teknologi terkini. Dengan kata lain, tanpa Sumber Daya Manusia yang kompeten dan terampil, kemajuan dalam teknologi tidak akan dapat dicapai atau dipertahankan.

Regulasi dan kebijakan memiliki peran penting dalam lingkungan teknologi karena mereka menentukan aturan main yang harus diikuti oleh setiap individu dan organisasi dalam mengembangkan dan menggunakan teknologi. Regulasi dan

kebijakan ini mencakup berbagai aspek, mulai dari perlindungan data dan privasi pengguna hingga standar keamanan siber dan hak kekayaan intelektual. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa teknologi digunakan secara etis serta tidak lepas dari tanggung jawab, melindungi kepentingan publik, serta mencegah adanya penyalahgunaan. Selain itu, regulasi dan kebijakan juga dapat mendorong inovasi dengan memberikan panduan dan insentif bagi penelitian dan pengembangan teknologi baru. Dengan demikian, regulasi dan kebijakan membantu menciptakan lingkungan teknologi yang aman, adil, dan inovatif.

Pasar dan industri memainkan peran kunci dalam lingkungan teknologi, karena mereka menjadi tempat di mana inovasi teknologi diperkenalkan, diadopsi, serta diimplementasikan. Pasar memberikan permintaan untuk produk dan layanan teknologi, mendorong perusahaan untuk terus berinovasi dan mengembangkan solusi baru. Di sisi lain, industri menyediakan infrastruktur yang mendukung pengembangan, produksi, dan distribusi teknologi tersebut. Dalam lingkungan teknologi, pasar dan industri juga menentukan tren dan arah perkembangan teknologi. Mempengaruhi keputusan bisnis, strategi investasi, dan prioritas penelitian dan pengembangan (R&D). Misalnya, permintaan pasar untuk teknologi ramah

lingkungan dapat mendorong industri untuk berinvestasi dalam teknologi hijau. Selain itu, persaingan dalam industri teknologi mendorong perusahaan untuk terus meningkatkan kualitas dan efisiensi produk mereka, yang pada akhirnya menguntungkan konsumen.

Keamanan dan privasi merupakan aspek krusial dalam lingkungan teknologi karena mereka melindungi data dan informasi dari ancaman dan juga penyalahgunaan. Keamanan berfokus pada perlindungan sistem dan data dari serangan siber, pencurian, atau kerusakan yang dapat mengganggu operasional dan mengancam integritas data. Ini mencakup penggunaan alat dan teknik seperti enkripsi, firewall, dan perangkat lunak *anti-virus* untuk menjaga keamanan informasi. Privasi berhubungan dengan perlindungan hak individu terhadap penggunaan dan pengungkapan data pribadi. Ini melibatkan kebijakan dan juga prosedur yang memastikan bahwa data pribadi telah dikumpulkan, digunakan, dan disimpan dengan cara yang aman dan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Dalam lingkungan teknologi, menjaga keamanan dan privasi adalah penting untuk membangun kepercayaan pengguna dan memenuhi persyaratan regulasi yang sering kali ketat. Tanpa perlindungan yang memadai, data bisa saja jatuh ke tangan yang salah, menyebabkan kerugian

finansial, reputasi, dan dampak negatif lainnya bagi individu dan organisasi.

Ekonomi dan keuangan mempengaruhi dan dipengaruhi oleh lingkungan teknologi dalam berbagai cara. Dalam konteks teknologi, ekonomi mencakup dampak teknologi terhadap pasar, industri, dan pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan. Teknologi mampu menciptakan peluang baru, meningkatkan efisiensi, dan merubah cara bisnis beroperasi, yang pada akhirnya akan mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan juga dinamika pasar. Misalnya, adopsi teknologi baru seperti otomatisasi dan kecerdasan buatan dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya operasional, sehingga menarik pertumbuhan ekonomi. Sementara itu, aspek keuangan berhubungan dengan investasi, pendanaan, serta pengelolaan biaya terkait teknologi. Perusahaan harus mampu mengalokasikan anggaran untuk pengembangan, implementasi, dan pemeliharaan teknologi, serta untuk penelitian dan pengembangan (R&D). Keputusan finansial mengenai investasi dalam teknologi baru atau peningkatan sistem yang ada dapat mempengaruhi profitabilitas dan daya saing perusahaan. Selain itu, perubahan dalam pasar keuangan, seperti fluktuasi nilai tukar atau suku bunga, juga dapat mempengaruhi biaya teknologi dan strategi investasi.

Sosial dan budaya memainkan peran penting dalam membentuk dan mempengaruhi lingkungan teknologi. Aspek sosial mencakup bagaimana teknologi mempengaruhi kehidupan sehari-hari, interaksi sosial, dan struktur masyarakat. Teknologi dapat mengubah cara orang berkomunikasi, bekerja, mengakses informasi, serta mempengaruhi pola perilaku dan hubungan sosial. Misalnya, media sosial dan aplikasi komunikasi telah merubah cara orang berinteraksi dan berbagi informasi secara global. Sementara itu, aspek budaya berhubungan dengan bagaimana nilai-nilai, norma, dan kebiasaan suatu masyarakat mempengaruhi penerimaan dan penggunaan teknologi. Teknologi harus disesuaikan dengan konteks budaya lokal untuk diterima dengan baik. Ini bisa melibatkan penerjemahan perangkat lunak ke dalam berbagai bahasa, penyesuaian fitur untuk memenuhi preferensi budaya, atau mempertimbangkan sensitivitas terhadap konten tertentu.

Lingkungan alam berhubungan erat dengan teknologi terutama dalam hal dampak lingkungan dan penggunaan sumber daya. Teknologi dapat mempengaruhi lingkungan alam melalui konsumsi energi, pengelolaan limbah, dan emisi polutan. Misalnya, produksi dan penggunaan perangkat teknologi sering kali memerlukan sumber daya alam yang signifikan dan

dapat menghasilkan limbah elektronik yang berpotensi mencemari lingkungan. Sebaliknya, teknologi juga dapat memainkan peran positif dalam pelestarian lingkungan dan pengelolaan sumber daya. Teknologi ramah lingkungan, seperti energi terbarukan dan sistem manajemen energi yang efisien, dapat membantu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Teknologi juga digunakan dalam pemantauan lingkungan untuk mengumpulkan data tentang kualitas udara, air, dan tanah, yang membantu dalam pengambilan keputusan untuk melindungi dan melestarikan lingkungan.

Globalisasi mempengaruhi lingkungan teknologi dengan memperluas jangkauan dan dampak teknologi di seluruh dunia. Proses globalisasi mempercepat aliran informasi, teknologi, dan inovasi antar negara dan benua, memungkinkan teknologi terbaru dan praktek terbaik untuk tersebar lebih cepat. Ini berarti bahwa teknologi yang dikembangkan di satu bagian dunia dapat dengan cepat diadopsi dan digunakan di tempat lain, menciptakan pasar global yang lebih terhubung dan kompetitif. Selain itu, globalisasi juga akan mendorong kolaborasi internasional dalam penelitian dan pengembangan (R&D), memungkinkan para ilmuwan, insinyur, dan profesional teknologi dari berbagai negara untuk bekerja sama dalam proyek-proyek inovatif. Hal ini dapat mempercepat

penemuan dan penerapan teknologi baru, serta meningkatkan kualitas dan efisiensi produk teknologi. Namun, globalisasi juga membawa tantangan seperti kebutuhan untuk mematuhi berbagai regulasi dan standar internasional, serta risiko keamanan *ciber* yang lebih besar akibat meningkatnya konektivitas global. Perusahaan dan negara harus mempertimbangkan perbedaan budaya dan kebutuhan pasar lokal ketika mengadopsi teknologi yang baru.

Bab 4

Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah proses identifikasi, penilaian, dan pengendalian risiko yang terkait dengan aktivitas suatu organisasi. Tujuan utama dari manajemen risiko adalah untuk mengurangi risiko sebanyak mungkin dan mengoptimalkan peluang (Elliott, 2018). Proses manajemen risiko melibatkan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Identifikasi risiko: Mengidentifikasi risiko yang mungkin timbul dari aktivitas organisasi, baik risiko internal maupun eksternal.

Langkah pertama dalam manajemen risiko adalah mengidentifikasi semua risiko yang mungkin terjadi dalam organisasi. Ini bisa melibatkan berbagai macam risiko, seperti risiko dari dalam (internal), misalnya kegagalan sistem atau kesalahan manusia, dan dari luar (eksternal), seperti perubahan ekonomi atau bencana alam. Tujuan dari langkah ini adalah untuk membuat daftar semua potensi masalah yang bisa mengganggu tujuan organisasi.

2. Evaluasi risiko: Menilai tingkat dampak dan probabilitas terjadinya risiko yang telah diidentifikasi, untuk membantu dalam menentukan prioritas penanganan. Setelah risiko

diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah mengevaluasi seberapa besar dampaknya dan seberapa besar kemungkinan risiko itu terjadi. Dalam langkah ini, pemecahan pertanyaan dampak apa yang bisa ditimbulkan, atau seberapa mungkin risiko terjadi adalah hal yang penting. Dengan mengetahui hal ini, kita bisa menentukan risiko mana yang perlu segera ditangani dan mana yang bisa ditangani nanti.

3. Pengendalian risiko: Mengembangkan rencana untuk menangani risiko yang telah dievaluasi. Ada beberapa pendekatan yang bisa digunakan :
 - **Menghindari Risiko:** Mengubah rencana atau proses agar risiko tersebut tidak terjadi sama sekali.
 - **Mentransfer Risiko:** Memindahkan risiko kepada pihak lain, misalnya dengan membeli asuransi.
 - **Mengurangi Risiko:** Mengambil tindakan untuk mengurangi dampak atau kemungkinan terjadinya risiko.
 - **Menerima Risiko:** Jika risiko tersebut dianggap kecil dan tidak akan menyebabkan kerugian besar, organisasi bisa memutuskan untuk menerimanya tanpa melakukan tindakan lebih lanjut.

4. Manajemen risiko terus-menerus: Manajemen risiko bukanlah sesuatu yang dilakukan sekali dan selesai. Risiko bisa berubah seiring waktu, jadi penting untuk terus memantau dan mengevaluasi risiko yang ada secara berkala. Jika ada perubahan atau risiko baru yang muncul, tindakan koreksi atau penyesuaian perlu dilakukan. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa organisasi selalu siap menghadapi risiko apa pun yang mungkin terjadi.

Menurut William W. Elliott dalam bukunya *Manajemen Risiko: Prinsip dan Praktek*, menawarkan perspektif multidimensi tentang manajemen risiko, yang mencakup berbagai industri dan menyoroti sifat pengelolaan risiko yang berkembang dalam pengaturan organisasi kontemporer.

Dengan menerapkan manajemen risiko secara efektif, organisasi dapat mengidentifikasi potensi risiko dan mengambil langkah-langkah untuk mengelolanya sebelum menyebabkan dampak negatif bagi organisasi. Manajemen risiko juga dapat membantu organisasi dalam mengambil keputusan yang lebih baik, meningkatkan efisiensi operasional, dan mencapai tujuan bisnis yang diinginkan (Culp, 2001).

Manajemen risiko meliputi berbagai aspek analisis risiko, menekankan pentingnya memiliki rutinitas, budaya, dan proses

yang baik untuk mengelola risiko secara efektif (Lund, Solhaug and Stølen, 2011). Sentralisasi manajemen risiko di perusahaan bisnis dan peran departemen spesialis sangat penting dalam memitigasi risiko (Schwandt, 2015). Manajemen risiko mencakup penerapan prinsip-prinsip manajemen risiko di berbagai sektor, seperti dalam praktik gigi untuk strategi pencegahan (Evans *et al.*, 2008), dan dalam membangun struktur untuk manajemen risiko teknis (De Almeida *et al.*, 2015); (Almeida *et al.*, 2015).

Selanjutnya, "Manajemen Risiko: Prinsip dan Praktek" menggali peran penting komunikasi yang jelas dan efisien selama masa perubahan organisasi. Ini menjelaskan bagaimana wacana yang mapan dapat membentuk pendekatan manajerial dan mendukung upaya untuk mendorong perubahan yang bermakna (Lewis *et al.*, 2006). Ini juga menyentuh transformasi prinsip-prinsip manajemen personalia dalam konteks manajemen modern, menekankan sifat pengelolaan sumber daya manusia yang berkembang di era digital (Nazarova *et al.*, 2022). Manajemen risiko mengulas manajemen keberlanjutan, menampilkan upaya interdisipliner untuk mengatasi kompleksitas keberlanjutan pada organisasi perusahaan (Williams *et al.*, 2017).

4.1 Definisi Risiko

Risiko mengacu pada dampak ketidakpastian pada tujuan organisasi, yang mencakup hasil positif dan negatif. Definisi risiko yang diuraikan dalam ISO 31000 memberikan pemahaman yang komprehensif tentang risiko dalam konteks manajemen risiko. ISO 31000 adalah standar yang diakui secara internasional yang menawarkan panduan ekstensif untuk manajemen risiko yang efektif. Namun demikian, sangat penting bagi setiap organisasi untuk menyesuaikan definisi risiko ini dengan kebutuhan dan keadaan spesifiknya. Dengan menerapkan pendekatan berbasis risiko dan manajemen risiko proaktif, organisasi dapat meminimalkan efek buruk dari risiko dan memanfaatkan peluang yang ada (Lesmono, 2024).

Risiko memiliki 2 (dua) komponen, yaitu peristiwa yang terjadi, konsekuensinya adalah biaya, dan komponen kedua adalah masalah yang akan terjadi. Konsekuensinya dapat mengurangi risiko pada setiap kejadian dengan mengambil langkah mitigasi, menyelesaikan atau mengurangi probabilitas dari peristiwa (Harpster, 2016). Risiko merupakan probabilitas dalam sebuah kejadian yang menghasilkan dampak negatif, secara langsung maupun tidak langsung, pada pengendalian kualitas, yang menyebabkan penambahan biaya (Serafini et al., 2016). Perhitungan risiko yaitu perkalian antara *likelihood*

(kemungkinan) dan *consequence* (konsekuensi), dimana *likelihood* merupakan probabilitas risiko dan konsekuensi adalah besarnya potensi kerugian (Anggrahini, Karningsih and Sulistiyono, 2015).

Konsep "risiko" sangat mendasar dalam berbagai bidang seperti manajemen keselamatan, penilaian risiko strategis, komunikasi risiko, dan perawatan kesehatan (Ball-King, 2022). Dalam ranah risiko strategis, definisi yang komprehensif dan terukur sangat penting untuk memperkirakan kebutuhan modal ekonomi secara efektif (Chockalingam, Dabadghao and Soetekouw, 2018). Komunikasi risiko yang efektif sangat penting karena menyelaraskan definisi masalah dengan penilaian ahli, memobilisasi aktor untuk perubahan, dan meningkatkan kemungkinan perubahan kebijakan (Lawlor and Crow, 2018). Individu memandang risiko secara berbeda berdasarkan faktor-faktor seperti sifat produk, tingkat keahlian, sehingga definisinya menjadi bias (Grobe, Douthitt and Zepeda, 1999). Beberapa definisi risiko yang dikemukakan para ahli, antara lain:

1. Peter L. Bernstein, seorang penulis dan konsultan keuangan, mendefinisikan risiko sebagai kemungkinan kejadian yang berbeda dari yang diharapkan. Definisi ini

mencakup kedua sisi dampak positif dan negatif (Lesmono, 2024).

2. Frank Knight, pelopor teori risiko dan ketidakpastian, membedakan antara risiko dan ketidakpastian. Menurutnya, risiko adalah ketidakpastian yang mungkin melahirkan peristiwa kerugian. Definisi ini menekankan pentingnya mengenali ketidakpastian dalam pengambilan keputusan (hasbimutsani, 2021).
3. Menurut Arthur Williams dan Richard M.H, risiko adalah variasi dari hasil-hasil yang dapat terjadi selama periode tertentu. Risiko mencakup ketidakpastian yang mungkin menghasilkan peristiwa kerugian (hasbimutsani, 2021).
4. Soekarto mendefinisikan risiko sebagai ketidakpastian atas terjadinya suatu peristiwa (www.skripsi.id, 2015).
5. Ahli statistik mendefinisikan risiko sebagai derajat penyimpangan sesuatu nilai di sekitar suatu posisi sentral atau di sekitar titik rata-rata. Mereka juga menyebut risiko sebagai probabilitas dari suatu outcome berbeda dengan outcome yang diharapkan (www.skripsi.id, 2015).

Definisi risiko adalah konsep multifaset yang memerlukan definisi yang jelas dan terukur di berbagai domain. Para ahli memainkan peran penting dalam membentuk definisi ini, menilai risiko secara akurat, dan mengomunikasikannya secara efektif kepada pemangku kepentingan untuk pengambilan

keputusan yang tepat. Menurut berbagai definisi, risiko mencakup potensi ancaman dan peluang. Organisasi harus memiliki pemahaman yang komprehensif tentang risiko dan mengelolanya secara efektif untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

Walaupun risiko dan ketidakpastian adalah dua konsep yang seringkali digunakan dalam dunia bisnis, investasi, dan pengambilan keputusan, namun memiliki makna dan karakteristik yang berbeda (Paté-Cornell, 2002). Risiko merujuk pada kemungkinan terjadinya kejadian atau keadaan yang tidak diinginkan atau merugikan di masa depan. Risiko dapat diukur dan dianalisis secara lebih tepat. Terdapat ketidakpastian, tetapi dapat diperkirakan dengan menggunakan metode matematis dan statistik (De Groot and Thurik, 2018). Risiko dapat memiliki dampak positif (peluang) atau negatif (kerugian). Sementara ketidakpastian merujuk pada situasi di mana hasil atau konsekuensi yang mungkin terjadi tidak diketahui atau tidak dapat diprediksi dengan pasti. Lebih abstrak dan sulit untuk diukur secara matematis. Persepsi ketidakpastian di antara para profesional tentang risiko menggarisbawahi pentingnya ketidakpastian sebagai aspek fundamental risiko (Standal *et al.*, 2023). Contohnya adalah

hal-hal yang terkait dengan perubahan pasar, faktor ekonomi yang tidak terduga, atau perubahan kebijakan pemerintah.

Dalam pengambilan keputusan, penting untuk memahami perbedaan antara risiko dan ketidakpastian agar dapat mengelola keduanya dengan bijaksana. Risiko dapat diukur dan dikelola, sementara ketidakpastian adalah tentang ketidakpastian hasil di masa depan. Risiko melibatkan probabilitas yang dapat diukur dan hasil potensial, sedangkan ketidakpastian muncul dari probabilitas yang tidak diketahui atau informasi yang tidak lengkap. Kedua konsep tersebut sangat penting dalam berbagai domain, termasuk analisis risiko, pengambilan keputusan, dan manajemen bencana, menggaris bawahi pentingnya diferensiasi yang jelas dan manajemen yang tepat dari masing-masing dalam praktik.

Jenis jenis risiko (Situmorang, 2022) :

1. Risiko Murni

Adalah risiko yang muncul sebagai akibat dari sebuah situasi atau keputusan yang konsekuensinya adalah kerugian. jenis risiko yang hanya memiliki dua kemungkinan hasil: kerugian atau tidak ada perubahan (tidak ada kerugian maupun keuntungan). Ini berarti, jika risiko ini terjadi, hasilnya pasti buruk, seperti kehilangan atau kerusakan. Contoh sederhana dari risiko murni adalah kebakaran rumah. Jika terjadi kebakaran, hasilnya adalah kerugian. Jika tidak terjadi

kebakaran, tidak ada keuntungan, tetapi juga tidak ada kerugian. Contoh lain adalah pencurian, penggelapan, kecelakaan kerja pada proses produksi, risiko akibat tuntutan hukum pihak lain, risiko operasional, dan bencana alam.

2. Risiko Spekulatif

Risiko yang muncul akibat situasi atau keputusan yang konsekuensinya bisa berupa keuntungan ataupun kerugian. jenis risiko yang memiliki dua kemungkinan hasil: bisa mendatangkan keuntungan atau kerugian. Risiko ini biasanya terkait dengan keputusan yang diambil untuk mencapai hasil tertentu, seperti dalam investasi atau bisnis. Contoh sederhana dari risiko spekulatif adalah berinvestasi di pasar saham. Ketika seseorang membeli saham, ada kemungkinan harga saham tersebut akan naik, sehingga orang tersebut memperoleh keuntungan. Namun, ada juga kemungkinan harga saham turun, sehingga orang tersebut mengalami kerugian.

4.2 Definisi Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah proses identifikasi, evaluasi, dan pengelolaan risiko yang terkait dengan tujuan organisasi. Para ahli dan peneliti memiliki berbagai definisi tentang manajemen risiko, namun secara umum dapat disimpulkan bahwa

manajemen risiko adalah upaya untuk mengidentifikasi, mengukur, dan mengelola potensi kerugian atau kesempatan yang dapat mempengaruhi pencapaian tujuan suatu organisasi. Menurut *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission* (COSO), manajemen risiko adalah proses yang memungkinkan organisasi untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengelola risiko yang terkait dengan tujuan organisasi secara holistik. Selain itu, menurut International Organization for Standardization (ISO), manajemen risiko adalah pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengelola risiko dengan tujuan meningkatkan kesempatan dan mengurangi dampak negatif.

Menurut (Hillson and Murray-Webster, 2017), manajemen risiko adalah pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengelola risiko yang dapat memengaruhi tujuan organisasi. Hal ini melibatkan proses identifikasi risiko, penilaian risiko, perencanaan respons risiko, dan pemantauan serta pengendalian risiko secara berkelanjutan. Manajemen risiko juga mencakup pengelolaan sikap terhadap risiko, termasuk bagaimana individu atau organisasi merespon risiko dan mengelola ketidakpastian yang dapat mempengaruhi pencapaian tujuan. Menurut (Hubbard, 2020), manajemen risiko adalah proses yang melibatkan identifikasi, evaluasi, dan

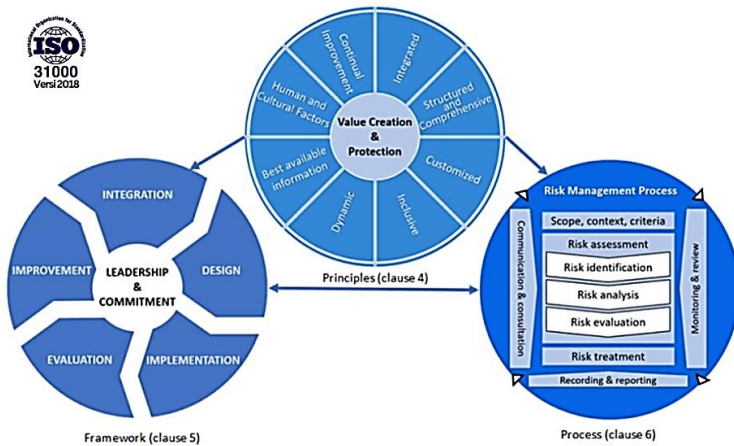
pengelolaan risiko yang berkaitan dengan tujuan organisasi. Hal ini melibatkan pengenalan potensi tantangan dan peluang yang mungkin memengaruhi pencapaian tujuan organisasi, serta mengambil langkah-langkah untuk mengelola risiko tersebut dengan cara yang efektif dan efisien. Manajemen risiko juga berfokus pada pengambilan keputusan yang terinformasi dan strategis untuk mengurangi dampak risiko dan memaksimalkan peluang kesuksesan. Sementara menurut (Pritchard, 2014), manajemen risiko dapat didefinisikan sebagai proses sistematis untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengelola risiko yang terkait dengan sebuah proyek, program, atau aktivitas organisasi dalam rangka mencapai tujuan yang diinginkan. Manajemen risiko bertujuan untuk mengidentifikasi peristiwa-peristiwa yang tidak pasti yang dapat mempengaruhi tujuan organisasi dan mengembangkan strategi untuk menghadapi risiko tersebut dengan cara yang efektif dan efisien.

Ada beberapa elemen utama dalam manajemen mutu dan risiko, yaitu: (1). Tugas beresiko; (2). pengendalian risiko; (3). Tinjauan risiko; dan (4). Risiko komunikasi (Bhattacharya, 2015).

Selain itu, ada dua prinsip dasar manajemen mutu dan risiko, yaitu: (1). Penilaian risiko kualitas harus didasarkan pada fakta

dan angka; (2) Tingkat upaya, formalitas, dan dokumentasi proses manajemen risiko harus seimbang dengan tingkat risikonya.

Aspek selanjutnya adalah kategori risiko pada perusahaan, terdapat kategori risiko pada perusahaan yaitu: (1). Pengenalan produk baru di lini produksi; (2). Komunikasi antar departemen. (3). Kegagalan untuk mematuhi syarat dan ketentuan pemasok produk atau layanan. (4). Kurang optimalnya komunikasi dengan pelanggan dan (5). Munculnya biaya produksi yang tidak terduga (Bhattacharya, 2015).



Gambar 4. 1 Prinsip, Kerangka Kerja dan Proses Manajemen Risiko ISO 31000 2018

Komponen utama dalam standar ISO 31000:2018 ada 3 (RISKINDO, 2023), yaitu:

1. **Prinsip-Prinsip Pengelolaan Risiko (Principle)** - Komponen ini mencakup prinsip-prinsip yang menjadi dasar pengelolaan risiko, yaitu Terintegrasi, Terstruktur dan Komprehensif, Disesuaikan, Inklusif, Dinamis, Informasi Terbaik yang tersedia, Faktor manusia dan budaya, dan Perbaikan yang berkesinambungan.
2. **Kerangka Kerja Pengelolaan Risiko (Framework)** - Komponen ini mencakup kerangka kerja umum untuk mengelola risiko , termasuk didalamnya *Integration, Design, Implementation, Evaluation dan Improvement*.
3. **Proses Pengelolaan Risiko (Process)** - Komponen ini mencakup tahapan dalam pengelolaan risiko, mulai dari identifikasi risiko, analisis risiko, evaluasi risiko, pengendalian risiko, hingga pemantauan dan peninjauan ulang.

Langkah-langkah mendasar yang terlibat pada proses manajemen risiko yang dimulai dengan:

- (1) Mengidentifikasi bahaya dan kemudian menilai kemungkinan dan konsekuensi yang terkait untuk menentukan risiko yang disajikan oleh masing-masing bahaya;

- 2). Penilaian risiko:
 - a. penetapan risiko yang akan dihilangkan/dielimniasi;
 - b. mitigasi;
 - c. menetapkan batas toleransi;
- 3) Melakukan aksi monitoring perubahan dan kinerja untuk mem-verifikasi efektivitas proses penilaian risiko dari pengelolaan risiko. Kerangka kerja manajemen risiko setara dengan proses perbaikan berkelanjutan dari plan-do-check-act (Galvin, 2017).

Berdasarkan ISO 31000:2018 Manajemen Risiko (UNIDO, 2018), meliputi:

1. Konsep: ISO 31000 mendefinisikan risiko sebagai efek ketidakpastian terhadap tujuan, yang dapat berdampak baik secara positif maupun negatif. Standar ini mengenali bahwa risiko merupakan bagian alami dari setiap kegiatan organisasi dan bahwa manajemen risiko yang efektif dapat membantu organisasi mencapai tujuan mereka.
2. Maksud dan Tujuan: Tujuan dari ISO 31000 adalah membantu organisasi dalam mencapai tujuan mereka dengan mengidentifikasi, mengevaluasi, mengelola, dan memantau risiko yang mereka hadapi. Standar ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja organisasi,

membuat keputusan yang lebih baik, dan menciptakan nilai tambah.

3. Implementasi: Implementasi ISO 31000 melibatkan beberapa langkah, antara lain:

- Pengidentifikasian risiko: Organisasi perlu mengidentifikasi semua risiko yang mungkin mempengaruhi tujuan mereka.
- Evaluasi risiko: Risiko-risiko yang diidentifikasi dievaluasi berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.
- Pengelolaan risiko: Organisasi mengembangkan strategi dan rencana aksi untuk mengelola risiko yang diidentifikasi.
- Pemantauan dan review: Risiko-risiko yang diidentifikasi dan strategi pengelolannya terus dipantau dan direview untuk memastikan efektivitasnya.

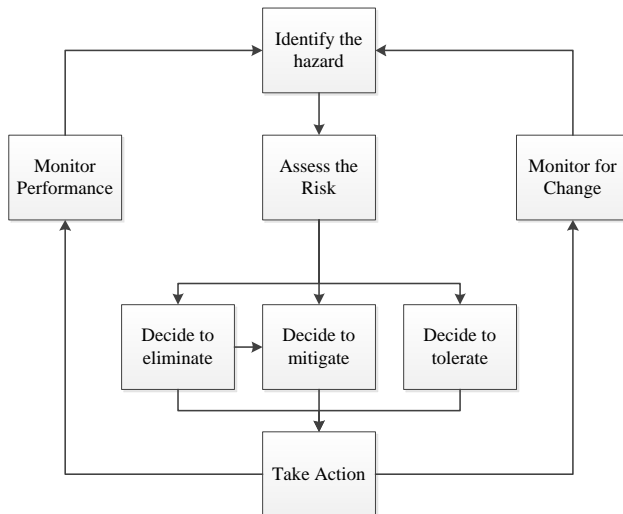
4. Dampak: Implementasi ISO 31000 dapat memiliki beragam dampak positif, antara lain:

- Peningkatan kinerja: Manajemen risiko yang efektif dapat membantu organisasi menghindari kerugian dan mencapai tujuan mereka dengan lebih baik.
- Pengambilan keputusan yang lebih baik: Analisis risiko yang terstruktur dapat membantu organisasi dalam

membuat keputusan yang lebih informasi dan berbasis data.

- Keandalan organisasi: Dengan mengelola risiko secara sistematis, organisasi dapat meningkatkan tingkat keandalannya dan meminimalkan kemungkinan terjadinya kejadian yang tidak diinginkan.

Implementasi ISO 31000 memerlukan komitmen dari semua tingkatan organisasi dan dapat membantu organisasi dalam mencapai keberhasilan jangka panjang.



Gambar 4. 2 Basic frameworks for managing risk

Sumber: (Galvin, 2017)

Gambar 2.5 merupakan basic *framework* for *managing risk* yang dikembangkan oleh Galvin, (2017), menunjukkan bahwa

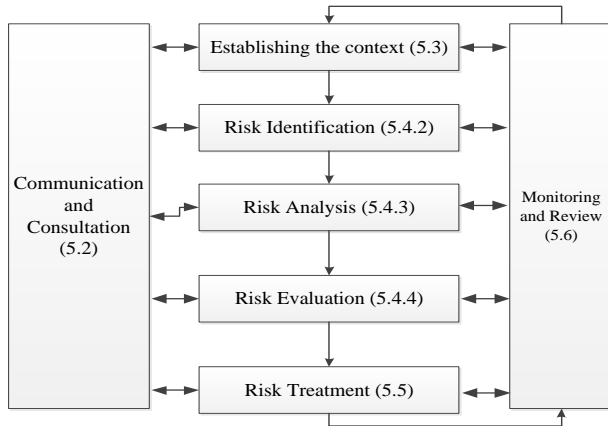
framework ini merupakan langkah-langkah mendasar yang terlibat dalam proses manajemen risiko. Langkah pertama dimulai dengan mengidentifikasi bahaya dan kemudian menilai kemungkinan dan konsekuensi terkait untuk menentukan risiko yang ditimbulkan oleh setiap bahaya. Selanjutnya, pengendalian dirancang untuk menghilangkan setiap bahaya jika memungkinkan, atau untuk mengurangi risiko yang terkait dengannya ke tingkat yang dapat diterima. Pengendalian ini perlu dinilai risiko untuk memastikan keefektifannya, untuk dilakukan verifikasi bahwa tidak akan menimbulkan risiko yang lebih tinggi, dan untuk menentukan tingkat risiko. Kemudian, setelah menerapkan kontrol, kinerja harus dipantau untuk melakukan verifikasi ke-efektifan proses penilaian risiko. Penting juga melakukan pemantauan perubahan yang dilakukan untuk mengidentifikasi setiap penyimpangan dari kondisi dan keadaan yang menjadi dasar proses manajemen risiko dan untuk melakukan intervensi pada waktu yang tepat sebelum bahaya terwujud. Kerangka manajemen risiko harus mampu mengelola situasi secara efektif dalam berbagai keadaan melalui pengembangan yang tepat untuk mencegah bahaya terwujud dan untuk mengendalikan konsekuensi jika bahaya masih terjadi.

4.3 Kerangka Kerja ISO 31000

Keuntungan utama dan nilai yang berdasarkan pada risiko adalah:

1. Risiko Penolakan, yaitu keputusan yang prosesnya menerima hasil yang diinginkan, seberapa risiko yang didapatkan organisasi. Dalam hal ini, organisasi mengesampingkan pelaksanaan proses;
2. Mengurangi risiko yaitu organisasi atau tim teknis yang bertujuan sepenuhnya menghilangkan risiko di masa yang akan datang;
3. Membatasi risiko, yaitu menetapkan batasan dalam operasional manajemen risiko;
4. Diversifikasi risiko, yaitu distribusi risiko yang bertujuan meminimalkan risiko total;
5. Alokasi risiko yang bertujuan untuk mendistribusikan nilai risiko secara keseluruhan dan komponennya (probabilitas atau konsekuensinya) dengan pemangku kepentingan lainnya;
6. Mengurangi *likelihood*, yaitu bertujuan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya risiko;
7. Mengurangi efek, yaitu bertujuan untuk mengurangi konsekuensi risiko (Ezrahovich et al., 2017; Amirshenava and Osanloo, 2018).

ISO 31000 adalah standar internasional yang memberikan panduan tentang manajemen risiko. Standar ini memberikan kerangka kerja yang dapat digunakan oleh organisasi untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, mengelola, dan memantau risiko yang mempengaruhi pencapaian tujuan mereka (UNIDO, 2018). Menurut Manajemen Risiko Berbasis SNI ISO 31000 Badan Standar Nasional Indonesia tahun 2018, pengertian kerangka kerja ISO 3100 adalah “seperangkat komponen yang menyediakan landasan dan pengaturan organisasi untuk perancangan, pelaksanaan, pemantauan, peninjauan dan peningkatan manajemen risiko secara berkala di seluruh organisasi”(BSNI, 2018). Kebijakan dan praktik operasional holistik organisasi harus menggabungkan kerangka kerja manajemen risiko. Ini bertujuan untuk memfasilitasi organisasi dalam mengintegrasikan manajemen risiko ke dalam sistem manajemen secara keseluruhan, daripada menjelaskan sistem manajemen.



Gambar 4.3 Proses Manajemen Risiko berdasarkan ISO 31000.

Sumber: (Ezrahovich *et al.*, 2017; Amirshenava and Osanloo, 2018)

Kerangka kerja manajemen risiko berfungsi sebagai struktur yang solid yang menggabungkan kebijakan, tujuan, persyaratan resmi, dan komitmen yang bertujuan untuk menangani dan memitigasi risiko secara efektif. Kerangka kerja tidak hanya mencakup pengaturan organisasi, tetapi juga mencakup rencana, hubungan, akuntabilitas, sumber daya, proses, dan berbagai kegiatan. Pemantauan, sebagaimana didefinisikan, melibatkan pemeriksaan kritis dan berkelanjutan untuk mengidentifikasi perubahan kinerja yang diperlukan atau diharapkan. Istilah "tinjauan" mengacu pada proses komprehensif yang dilakukan untuk menilai kesesuaian,

kecukupan, dan efisiensi subjek atau kegiatan tertentu, dengan tujuan akhir untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan (BSNI, 2018).



Gambar 4. 4 Kerangka Kerja ISO 31000 2018 Framework

Lima elemen penting dalam kepemimpinan dan komitmen dalam framework ISO 31000:2018 (RISKINDO, 2023):

2. Integrasi (Integration)

Integrasi adalah elemen pertama dalam kepemimpinan dan komitmen dalam framework ISO 31000:2018. Integrasi ini merujuk pada upaya organisasi untuk mengintegrasikan manajemen risiko ke dalam seluruh aspek operasional organisasi. Hal ini mencakup integrasi manajemen risiko ke dalam perencanaan strategis organisasi, proses bisnis, kebijakan, dan praktik kerja sehari-hari.

3. Desain (Design)

Desain adalah elemen kedua dalam kepemimpinan dan komitmen dalam framework ISO 31000:2018. Desain ini merujuk pada pengembangan kerangka kerja manajemen risiko organisasi yang tepat untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengelola risiko. Hal ini mencakup desain kebijakan dan prosedur yang diperlukan untuk melaksanakan manajemen risiko dengan baik.

4. Implementasi (Implementation)

Implementasi adalah elemen ketiga dalam kepemimpinan dan komitmen dalam framework ISO 31000:2018. Implementasi ini merujuk pada implementasi kerangka kerja manajemen risiko organisasi. Hal ini mencakup pelaksanaan kebijakan dan prosedur yang telah dirancang, serta pelatihan dan pengembangan staf yang diperlukan untuk memastikan bahwa manajemen risiko dilakukan secara efektif.

5. Evaluasi (Evaluation).

Evaluasi adalah elemen keempat dalam kepemimpinan dan komitmen dalam framework ISO 31000:2018. Evaluasi ini merujuk pada pengukuran dan penilaian efektivitas manajemen risiko organisasi. Hal ini mencakup pengukuran kinerja, audit, dan pengujian terhadap manajemen risiko organisasi.

6. Improvement

Improvement adalah elemen kelima dalam kepemimpinan dan komitmen dalam framework ISO 31000:2018. Improvement ini merujuk pada usaha untuk terus memperbaiki manajemen risiko organisasi. Hal ini mencakup peningkatan kebijakan dan prosedur, pelatihan staf, dan pengembangan kerangka kerja manajemen risiko organisasi untuk memastikan bahwa manajemen risiko tetap relevan dan efektif.

Standar ISO 31000:2009 adalah panduan internasional untuk manajemen risiko yang membantu organisasi atau perusahaan dalam mengidentifikasi, menilai, dan mengelola risiko secara sistematis dan efektif. Standar ini mengungkapkan bahwa manajemen risiko suatu organisasi atau perusahaan harus mengikuti 11 prinsip dasar agar dapat dilaksanakan secara efektif (Qintharah, 2019). Berikut adalah prinsip prinsip tersebut :

- 1) Manajemen risiko menciptakan nilai tambah (creates value)
Manajemen risiko mampu menciptakan nilai tambah bagi organisasi dengan membantu organisasi atau perusahaan dalam mencapai tujuan secara lebih efektif dan efisien. Proses ini melibatkan identifikasi dan pengelolaan risiko yang dapat mengancam aset, reputasi, dan operasi

organisasi, sehingga organisasi dapat melindungi dan memaksimalkan potensi pertumbuhannya. Dengan manajemen risiko, organisasi dapat membuat keputusan yang lebih baik, meningkatkan efisiensi operasional, dan membangun kepercayaan dari pemangku kepentingan. Selain itu, manajemen risiko memungkinkan organisasi untuk berinovasi dengan lebih aman, mengurangi kemungkinan kegagalan, dan memastikan bahwa setiap langkah yang diambil memberikan manfaat dan nilai yang lebih besar bagi semua pihak yang terlibat.

- 2) Manajemen risiko adalah bagian integral proses dalam organisasi (an integral part of organizational processes)

Proses ini harus terlibat dalam setiap aspek operasional dan pengambilan keputusan organisasi. Manajemen risiko tidak boleh dipandang sebagai aktivitas terpisah atau tambahan, tetapi sebagai bagian dari rutinitas sehari-hari yang melekat pada semua fungsi organisasi, seperti perencanaan strategis, manajemen proyek, dan operasional harian. Dengan mengintegrasikan manajemen risiko ke dalam semua proses, organisasi dapat secara proaktif mengidentifikasi dan menangani risiko sejak awal, memastikan bahwa semua keputusan yang diambil mempertimbangkan potensi risiko dan dampaknya. Hal ini membantu organisasi untuk

beroperasi dengan lebih lancar dan konsisten dalam mencapai tujuannya.

- 3) Manajemen risiko adalah bagian dari pengambilan keputusan (part of decision making)

Manajemen risiko adalah bagian penting dari proses pengambilan keputusan dalam organisasi. Ini berarti bahwa setiap keputusan yang diambil, baik itu terkait dengan strategi, operasional, investasi, atau proyek, harus mempertimbangkan risiko-risiko yang mungkin timbul. Dengan memasukkan manajemen risiko ke dalam pengambilan keputusan, organisasi dapat menilai potensi ancaman dan peluang, serta mengembangkan strategi untuk mengelola risiko tersebut. Hal ini membantu para pengambil keputusan untuk membuat pilihan yang lebih tepat dan terinformasi, yang pada akhirnya meningkatkan keberhasilan organisasi dalam mencapai tujuannya dan mengurangi kemungkinan terjadinya kegagalan atau kerugian yang tidak diinginkan.

- 4) Manajemen risiko secara eksplisit menangani ketidakpastian (*explicitly addresses uncertainty*).

Manajemen risiko secara eksplisit menangani ketidakpastian dengan mengidentifikasi, menganalisis, dan mengelola risiko yang mungkin timbul dalam

berbagai situasi. Ketidakpastian adalah hal yang tak terhindarkan dalam setiap kegiatan organisasi, karena masa depan selalu penuh dengan variabel yang tidak pasti. Melalui manajemen risiko, organisasi dapat mengantisipasi potensi kejadian yang tidak diinginkan dan mempersiapkan diri untuk menghadapinya. Proses ini membantu organisasi untuk lebih siap menghadapi berbagai kemungkinan, baik yang positif maupun negatif, sehingga dapat mengurangi dampak buruk dari kejadian yang tidak terduga dan memaksimalkan peluang yang muncul dari ketidakpastian tersebut. Dengan demikian, manajemen risiko memberikan kerangka kerja yang sistematis untuk menghadapi ketidakpastian dengan lebih percaya diri dan terencana.

- 5) Manajemen risiko bersifat sistematis, terstruktur dan tepat waktu (*systematic, structured and timely*)

Manajemen risiko harus bersifat sistematis, terstruktur, dan tepat waktu agar dapat berjalan efektif. **Sistematis** berarti bahwa manajemen risiko dilakukan melalui langkah-langkah yang jelas dan logis, memastikan bahwa semua aspek risiko diperhatikan secara menyeluruh. **Terstruktur** berarti proses manajemen risiko mengikuti kerangka kerja yang sudah ditetapkan, dengan prosedur dan metodologi yang konsisten, sehingga mudah diikuti

dan dipahami oleh semua orang di dalam organisasi. **Tepat waktu** berarti risiko harus diidentifikasi dan dikelola pada saat yang tepat, sebelum risiko tersebut dapat berkembang menjadi masalah yang lebih besar. Dengan pendekatan yang sistematis, terstruktur, dan tepat waktu, organisasi dapat memastikan bahwa mereka selalu siap menghadapi risiko, mengurangi kemungkinan terjadinya kejutan yang tidak diinginkan, dan menjaga kelancaran operasional serta pencapaian tujuan.

- 6) Manajemen risiko berdasarkan informasi terbaik yang tersedia (*based on the best available information*)

Manajemen risiko harus didasarkan pada informasi terbaik yang tersedia untuk memastikan bahwa keputusan yang diambil adalah yang paling tepat dan efektif. Ini berarti bahwa proses manajemen risiko harus menggunakan data, fakta, analisis, dan wawasan terbaru yang akurat dan relevan. Informasi ini dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk data historis, penelitian, pengalaman sebelumnya, serta masukan dari para ahli dan pemangku kepentingan. Dengan menggunakan informasi terbaik yang tersedia, organisasi dapat lebih memahami risiko yang dihadapi, menilai kemungkinan dan dampaknya dengan lebih akurat, serta mengembangkan

strategi yang lebih baik untuk mengelola risiko tersebut. Ini juga membantu dalam mengurangi ketidakpastian dan meningkatkan kepercayaan dalam pengambilan keputusan, sehingga risiko dapat ditangani dengan cara yang paling efisien dan efektif.

7) Manajemen risiko dibuat sesuai kebutuhan (*tailored*)

Manajemen risiko harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik organisasi, yang berarti bahwa proses dan pendekatan manajemen risiko harus dirancang agar sesuai dengan konteks unik organisasi, termasuk tujuan, struktur, budaya, dan lingkungan operasionalnya. Tidak ada pendekatan "satu ukuran untuk semua" dalam manajemen risiko; setiap organisasi memiliki tantangan dan risiko yang berbeda. Oleh karena itu, proses manajemen risiko harus fleksibel dan dapat disesuaikan untuk menangani risiko yang relevan dengan kegiatan dan situasi khusus organisasi. Dengan menyesuaikan manajemen risiko sesuai kebutuhan, organisasi dapat lebih efektif dalam mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengelola risiko-risiko yang paling relevan bagi mereka, sehingga meningkatkan kemampuan mereka untuk mencapai tujuan dan mengurangi dampak negatif dari risiko yang mungkin muncul.

- 8) Manajemen risiko memperhitungkan factor manusia dan budaya (*takes human and cultural factors into account*)
- Manajemen risiko harus memperhitungkan faktor manusia dan budaya, karena keduanya memainkan peran penting dalam bagaimana risiko diidentifikasi, dipahami, dan dikelola dalam sebuah organisasi. Faktor manusia mencakup perilaku, sikap, dan keterampilan individu yang terlibat dalam proses manajemen risiko, sementara faktor budaya mencakup nilai-nilai, norma, dan keyakinan yang dianut oleh organisasi secara keseluruhan. Budaya organisasi dapat memengaruhi cara orang melihat dan merespons risiko—misalnya, dalam organisasi yang mendukung inovasi, mungkin ada toleransi yang lebih besar terhadap risiko dibandingkan dengan organisasi yang lebih konservatif. Dengan memperhitungkan faktor manusia dan budaya, manajemen risiko menjadi lebih efektif karena pendekatan yang diambil akan selaras dengan cara berpikir dan berperilaku orang-orang di dalam organisasi. Ini membantu menciptakan lingkungan di mana risiko dapat dikelola dengan lebih baik, dan semua anggota organisasi merasa dilibatkan dan bertanggung jawab dalam proses manajemen risiko.

9) Manajemen risiko bersifat transparan dan inklusif
(*transparent and inclusive*)

Manajemen risiko harus bersifat transparan dan inklusif untuk memastikan bahwa proses pengelolaan risiko dilakukan secara terbuka dan melibatkan semua pihak yang relevan. **Transparansi** berarti bahwa proses manajemen risiko, termasuk identifikasi risiko, penilaian, dan tindakan mitigasi, dilakukan dengan jelas dan terbuka. Informasi tentang risiko dan bagaimana risiko tersebut dikelola harus dapat diakses dan dipahami oleh semua pemangku kepentingan, termasuk karyawan, manajer, dan pihak eksternal seperti investor atau pelanggan. **Inklusivitas** berarti melibatkan berbagai pihak yang terpengaruh oleh atau memiliki wawasan tentang risiko. Ini termasuk melibatkan berbagai departemen, tim, dan individu dalam proses pengelolaan risiko untuk mendapatkan perspektif yang beragam dan memastikan bahwa semua pandangan dan kepentingan dipertimbangkan. Dengan menjadi transparan dan inklusif, organisasi dapat meningkatkan kepercayaan, memperkuat kolaborasi, dan memastikan bahwa semua pihak berkontribusi pada manajemen risiko secara efektif.

- 10) Manajemen risiko bersifat dinamis, iteratif dan responsive terhadap perubahan (*dynamic, iterative and responsive to change*)

Manajemen risiko harus bersifat dinamis, iteratif, dan responsif terhadap perubahan untuk tetap efektif dalam menghadapi situasi yang terus berkembang. **Dinamis** berarti bahwa proses manajemen risiko harus dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan, kondisi pasar, dan situasi internal organisasi. Hal ini memungkinkan organisasi untuk menangani risiko baru atau yang berubah dengan cepat. **Iteratif** berarti bahwa manajemen risiko adalah proses yang berulang dan terus-menerus, di mana penilaian dan pengelolaan risiko dilakukan secara berkala dan diperbarui sesuai dengan informasi baru atau perubahan kondisi. Proses ini melibatkan revisi dan penyempurnaan strategi pengelolaan risiko secara berkala untuk meningkatkan efektivitasnya. **Responsif terhadap perubahan** berarti bahwa organisasi harus mampu merespons perubahan dengan cepat dan fleksibel, baik itu perubahan dalam lingkungan eksternal atau internal, serta adaptasi terhadap informasi atau situasi baru yang mempengaruhi risiko. Dengan sifat dinamis, iteratif, dan responsif, manajemen risiko dapat membantu organisasi

untuk tetap siap menghadapi ketidakpastian dan mengelola risiko dengan lebih baik dalam situasi yang berubah.

- 11) Manajemen risiko memfasilitasi perbaikan dan pengembangan berkelanjutan organisasi (*facilitates continual improvement and enhancement of the organization*).

Manajemen risiko memfasilitasi perbaikan dan pengembangan berkelanjutan organisasi dengan membantu mengidentifikasi area-area di mana risiko dapat mempengaruhi kinerja dan mencapai hasil yang lebih baik. Dengan secara sistematis mengevaluasi dan mengelola risiko, organisasi dapat belajar dari pengalaman, memperbaiki proses, dan meningkatkan praktik yang ada. Proses ini memungkinkan organisasi untuk mengidentifikasi peluang untuk inovasi dan peningkatan, serta mengimplementasikan solusi yang meningkatkan efisiensi dan efektivitas. Manajemen risiko yang efektif bukan hanya tentang mengatasi masalah yang ada, tetapi juga tentang menciptakan lingkungan di mana perbaikan berkelanjutan menjadi bagian dari budaya organisasi. Ini mencakup penyesuaian strategi, pengembangan proses, dan penerapan teknologi baru untuk memastikan bahwa organisasi tidak hanya

mempertahankan kinerjanya tetapi juga berkembang dan beradaptasi dengan kebutuhan dan tantangan yang berubah.

4.4 Pendekatan Penilaian Risiko

Pendekatan Penilaian Risiko adalah proses untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengelola risiko yang mungkin dihadapi oleh suatu organisasi. Pendekatan ini memungkinkan organisasi untuk memahami dampak risiko potensial terhadap tujuan mereka, serta mengidentifikasi langkah-langkah mitigasi yang diperlukan untuk mengurangi atau mengelola risiko tersebut (UNIDO, 2018).

Ada beberapa langkah utama dalam Pendekatan Penilaian Risiko (Hubbard, 2020):

- 1) Identifikasi Risiko: Ini melibatkan mengidentifikasi semua risiko yang mungkin dihadapi oleh organisasi, baik yang bersifat internal maupun eksternal.
- 2) Evaluasi Risiko: Setelah risiko diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah mengevaluasi dampak dan kemungkinan terjadinya risiko tersebut. Ini biasanya dilakukan dengan menggunakan matriks risiko atau alat analisis lainnya.

- 3) **Prioritaskan Risiko:** Setelah risiko dievaluasi, langkah selanjutnya adalah memprioritaskan risiko berdasarkan tingkat kecemasan dan kemungkinan terjadinya. Risiko yang memiliki dampak dan kemungkinan tinggi harus ditangani dengan prioritas yang lebih tinggi.
- 4) **Pengelolaan Risiko:** Langkah terakhir adalah mengembangkan strategi pengelolaan risiko yang sesuai untuk setiap risiko yang diidentifikasi. Ini mungkin melibatkan tindakan preventif, mitigasi, transfer risiko, atau penerimaan risiko.

Berikut adalah penilaian yang ditentukan dalam proses menyusun rencana manajemen risiko (Pialles, 2017).

A. *Seriousness* (Tingkat Keseriusan Risiko pada Proyek)

Seriousness dapat diartikan sebagai penilaian risiko yang dilihat berdasarkan pada tingkat keseriusan risiko dari efek yang ditimbulkan oleh risiko tersebut. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4. 1 Acuan Penilaian Tingkat Keseriusan.

Tingkat Keseriusan Risiko		
Penilaian	Definisi	Skor
Very Serious (Sangat Serius)	Degradasi aktivitas atau penundaan	4
Serious (Serius)	Gangguan dampak aktivitas atau berulang pada kualitas kerja	3

Bad (Buruk)	Gangguan aktivitas tertangkap oleh tim atau dampak tepat pada kualitas pekerjaan	2
Low (Rendah)	Tidak ada konsekuensi bagi perusahaan atau proyek	1

Sumber: Pialles, 2017

B. *Likelihood* (Tingkat Kemungkinan Risiko Terjadi di Proyek).

Likelihood merupakan penilaian pada tingkat kemungkinan risiko terjadi di proyek. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4. 2 Acuan Penilaian Tingkat Kemungkinan Risiko Terjadi.

Tingkat Kemungkinan Risiko Terjadi		
Penilaian	Frekuensi Kejadian	Skor
<i>Very Likely</i> (Sangat Kemungkinan Terjadi)	≥ 25 kali kejadian selama 6 bulan	4
<i>Likely</i> (Mungkin Terjadi)	7-24 kali kejadian selama 6 bulan	3
<i>Possible</i> (Kemungkinan jarang terjadi)	2-6 kali kejadian selama 6 bulan	2
<i>Unlikely</i> (Sepertinya tidak terjadi)	≤ 1 kali kejadian selama 6 bulan	1

Sumber : Pialles, 2017

C. Detection (Tingkat Deteksi Risiko)

Detection adalah penilaian yang didasarkan pada tingkat deteksi dari risiko tersebut. Seberapa mudah risiko tersebut terdeteksi dan dapat dicegah sehingga risiko tak terjadi lagi. Berikut ini merupakan Tabel 2.3 mengenai skala acuan untuk penilaian tingkat deteksi dari risiko:

Tabel 4. 3 Acuan Penilaian Tingkat Deteksi Risiko.

Tingkat Deteksi Risiko		
Penilaian	Definisi	Skor
<i>Undetectable</i> (Tidak terdeteksi)	Sebelumnya tidak ada petunjuk yang efektif untuk risiko yang terjadi	4
<i>Random</i> (Acak)	Akar penyebab sulit untuk di deteksi atau pengukuran tidak dapat diandalkan	3
<i>Possible</i> (Mungkin)	Akar penyebab harus terdeteksi oleh kontrol, tetapi dapat diabaikan	2
<i>Insured</i> (Tertanggung)	Kontrol saat mengasuransikan deteksi akar penyebab secara sistematis sebelum kecacatan terjadi.	1

Sumber: Pialles, 2017

4.4.1 Teori Failure Mode Effect Analysis.

Metodologi *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) sangat mendukung keputusan sejak fase desain dan proses desain, dengan mengidentifikasi kinerja yang kurang baik (Anes *et al.*, 2018). Hasil dari FMEA dapat digunakan dalam membuat laporan dan perbaikan berkelanjutan, dan pendekatan pencegahan, mempromosikan keluhan pelanggan, dan kegagalan proses (Carmignani, 2009; Rezaee, Salimi and Yousefi, 2016; Anes *et al.*, 2018). Pada dasarnya metodologi FMEA dikembangkan untuk mengidentifikasi dan menganalisis mode kegagalan potensial selama kegiatan desain produk dan desain proses (Tiwari *et al.*, 2007; Hassan and Dayarian, 2008; Carmignani, 2009; Wang, 2011; Rezaee, Salimi and Yousefi, 2016; Anes *et al.*, 2018). Tujuan utama dari FMEA adalah untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dan efeknya lalu memprioritaskan mode kegagalan menurut risikonya (Anes *et al.*, 2018). Penggolongan FMEA yang konvensional setiap model kegagalan sesuai dengan *Severity (S)*, *Occurrence (O)* dan *Detection (D)* dengan menggunakan skala peringkat. Mode kegagalan dengan peringkat *Risk Priority Number (RPN)* tertinggi, pada mode kegagalan yang kritis, kemudian menunjukkan area yang perlu didesain ulang, sehingga akan memberikan rekomendasi untuk dilakukan

koreksi dan mitigasi (Anes *et al.*, 2018). Metodologi *Failure Mode Effect and Critically Analysis* (FMECA) terdapat dua analisa terpisah, yaitu FMEA yang mengidentifikasi kegagalan yang berdampak pada fungsi sistem, dan CA (*Critically Analysis*) yang merankingkan kegagalan yang potensial secara signifikan berdasarkan dari tingkat kegagalan (Serafini *et al.*, 2016; Sanditya, Juniani and Amrullah, 2019).

Prosedur *Failure Modes Effects and Criticality Analysis* (FMECA) secara garis besar dapat meliputi beberapa langkah secara sistematis diantaranya (Hartanto, Ciptomulyono and Ahmadi, 2016):

- a. Mengidentifikasi semua *failure modes* potensial dan penyebabnya.
- b. Evaluasi dampak pada setiap *failure modes* dalam sistem.
- c. Mengidentifikasi metode dalam mendeteksi kerusakan atau kegagalan.
- d. Mengidentifikasi pengukuran korektif untuk *failre modes*.
- e. Akses frekuensi dan tingkat kepentingan dari kerusakan-kerusakan penting untuk analisa kritis, dimana dapat diaplikasikan.

FMECA adalah secara sistematis untuk mengidentifikasi dan menyelidiki kelemahan potensial pada produk atau proses. Terdiri atas metodologi untuk memeriksa semua cara dimana kegagalan sistem dapat terjadi, efek potensial dari kegagalan pada kinerja sistem dan keamanan, dan keseriusan efek ini. FMECA terdiri dari dua analisis yang berbeda yaitu FMEA, yang kemudian diperluas untuk menganalisis modus kegagalan kekritisan, disebut analisis kekritisan (Bahauddin and Minata, 2015). Langkah-langkah dalam menerapkan FMECA dapat diuraikan sebagai berikut: (Hartanto, Ciptomulyono and Ahmadi, 2016; Serafini *et al.*, 2016):

1. Melakukan pemeriksaan pada setiap item pekerjaan yang memungkinkan terdapat risiko konstruksi yang mempengaruhi kualitas.
2. Menyusun daftar mode kegagalan (*failure mode*) yang memiliki risiko pada setiap item pekerjaan.
3. Membuat potensi penyebab dan dampak kegagalan pada setiap item pekerjaan yang memiliki risiko
4. Menentukan nilai *seriousness*, *likelihood*, dan *detection* dari pendapat responden gabungan dari tiap variabel risiko.
5. Menghitung jumlah tingkat kekritisan (C) dari tiap variabel risiko dengan cara menentukan tingkat prioritas

risiko (*Risk Priority Number-RPN*) yaitu mengalikan skor *seriousness*, *likelihood*, dan *detection* menggunakan rumus:

$$C = S \times L \times D$$

Dimana:

C = Kekritisan: tingkat penerimaan risiko untuk proyek tersebut.

S = Keseriusan/*seriousness*: konsekuensi dari risiko pada proyek.

L = Kemungkinan/*likelihood*: probabilitas untuk kejadian yang tidak diinginkan.

D = Deteksi/*detection*: kemungkinan risiko tidak terdeteksi sebelum kejadian tersebut.

6. Menentukan tingkat kekritisian dengan melihat hasil kekritisian dan membaginya ke dalam kelas tertentu.

4.4.2 *House of Risk*

House of Risk (HOR) adalah model yang digunakan untuk mengelola risiko secara proaktif. Metode ini mengidentifikasi agen risiko sebagai penyebab kejadian risiko dan mengurutkannya berdasarkan dampak potensial. *House of Risk* (HOR) adalah model yang digunakan untuk mengelola risiko secara proaktif. Metode ini mengidentifikasi agen risiko sebagai penyebab kejadian risiko dan mengurutkannya

berdasarkan dampak potensial. Berdasarkan urutan ini, langkah proaktif yang efektif dapat ditentukan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya risiko [9]. Dalam menangani risiko yang muncul, model HOR terdiri dari dua tahap. Tahap pertama adalah HOR fase 1, di mana risiko diidentifikasi. Tahapan dalam metode HOR fase 1 meliputi:

- a. Mengidentifikasi kejadian risiko (*risk event*).
 - b. Penilaian tingkat keparahan (*severity*) dengan skala 1 sampai 10 (S_i).
 - c. Mengidentifikasi penyebab risiko (*risk agent*) dan menilai probabilitas terjadinya (*occurrence*) dengan skala 1-10 (O_j).
 - d. Menentukan hubungan atau korelasi antara *risk event* dan *risk agent*.
 - e. Menghitung nilai *Aggregat Risk Potential* (ARP_j)
 - f. Mengurutkan nilai ARP dari terbesar ke terkecil
- Berikut merupakan persamaan untuk menghitung nilai ARP :

$$ARP = O_j \sum S_i R_{ij}$$

Keterangan:

O_i = Tingkat kemunculan risiko (Occurance)

S_i = Tingkat keparahan risiko (Severity)

R_{ij} = Korelasi antara kejadian dan penyebab risiko

Model perhitungan nilai ARP dapat dilihat pada tabel perhitungan HOR fase 1 pada tabel 1.

Tabel 4. 4 Perhitungan House of Risk Fase 1

Risk Event (E _i)	Risk Agent			<i>Severity of Risk</i> (S _i)
	A1	A2	A3	
E1	R11	R12	R13	S1
E2	R21	...	...	S2
E3	...	...	...	S3
E4	...	...	...	S4
<i>Occurrence of Factors</i> (O _j)	O1	O2	O3	
<i>Agregate Risk Potensial</i> (ARP _j)	ARP 1	ARP 2	ARP 3	
<i>Priority Rank of Factors</i>				

Tahap selanjutnya setelah menentukan nilai ARP adalah melakukan analisis HOR fase 2, yang digunakan untuk menentukan prioritas penanggulangan berdasarkan hasil

temuan dari HOR fase 1. Pada tahap ini, keputusan diambil mengenai tindakan penanggulangan yang harus diutamakan [13]. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

- a. Menggunakan analisis diagram pareto berdasarkan nilai ARP untuk menentukan faktor risiko mana yang harus ditangani terlebih dahulu.
- b. Mengidentifikasi strategi mitigasi yang efektif dalam mengelola dan memitigasi potensi risiko.
- c. Menentukan korelasi antara strategi mitigasi dengan sumber risiko.
- d. Menghitung nilai Total Efektivitas (TEk).
- e. Menentukan tingkat kesulitan (Dk) dan menghitung total rasio efektifitas atau disebut *Effectiveness to Difficulty* (ETD).
- f. Menentukan peringkat prioritas dari masing-masing strategi dimana urutan strategi dengan nilai ETD tertinggi ke terendah.

$$TEk = \sum ARP_i R_{ij}$$

Keterangan:

TEK = Total Effectiveness

ARP = Agregate Risk Potential

R = Relationship

$$ETDk = \frac{TEk}{Dk}$$

Keterangan:

ETDk = *Effectiveness to Difficulty*

TEk = *Total Effectiveness*

Dk = *Degree of Difficulty*

Pada perhitungan nilai TEk (*Total Effectiveness*) dan nilai ETDk (*Effectiveness to Difficulty*) bisa juga menggunakan perhitungan dengan model HOR fase 2 seperti pada tabel dibawah ini. Analisa pada HOR fase 2 digunakan untuk membuat preventive action atau usulan mitigasi berdasarkan temuan prioritas nilai ARP tertinggi dari HOR fase 1.

Tabel 4.5 Perhitungan house of risk fase 2

Risk Agent (Ai)	Preventive Action (PAk)			ARPj
	PA1	PA2	PA3	
A1	E11	E12	E13	ARP1
A2	E21	...	...	ARP2
A3	...	...	...	ARP3
Tek	TE1	TE2	TE3	
Dk	D1	D2	D3	

ETDk	ETD1	ETD2	ETD3
<i>Ranking of Priority</i>	R1	R2	R3

Keterangan :

Ak : *Risk agent* yang dimitigasi

PAk : Strategi mitigasi yang diusulkan

Ek : Korelasi antara strategi mitigasi dan *risk agent*

TEk : *Total Effectiveness*

Dk : *Degree of Difficulty*

ETDk : *Effectiveness to Difficulty*

R : Peringkat Strategi mitigasi dari ETD tertinggi

Manfaat dari Pendekatan Penilaian Risiko antara lain:

- a. Meningkatkan pemahaman terhadap risiko yang dihadapi oleh organisasi.

Penilaian risiko membantu organisasi dalam memahami secara mendalam risiko-risiko yang mereka hadapi. Dengan mengidentifikasi potensi ancaman dan mengukur dampaknya, organisasi dapat lebih siap untuk mengelola

dan mengatasi risiko tersebut, sehingga mengurangi kejutan atau dampak negatif yang tidak diinginkan.

- b. Mengidentifikasi peluang baru dan mengurangi ancaman potensial.

Melalui penilaian risiko, organisasi tidak hanya dapat menemukan ancaman yang ada, tetapi juga dapat mengidentifikasi peluang yang mungkin timbul dari situasi berisiko. Ini memungkinkan mereka untuk mengeksplorasi peluang baru sambil mengembangkan strategi untuk mengurangi risiko dan meminimalkan ancaman potensial.

- c. Menjadi dasar untuk pengambilan keputusan yang lebih baik.

Penilaian risiko memberikan informasi yang diperlukan untuk membuat keputusan yang lebih terinformasi dan strategis. Dengan memahami risiko-risiko yang terkait dengan berbagai opsi, manajer dan pemimpin dapat memilih jalur yang paling aman dan efektif, serta merencanakan tindakan mitigasi yang sesuai.

- d. Meningkatkan efisiensi operasional dan pengurangan kerugian potensial.

Dengan melakukan penilaian risiko secara sistematis, organisasi dapat meningkatkan efisiensi operasional dengan mengidentifikasi dan mengatasi potensi gangguan atau masalah sebelum mereka terjadi. Ini membantu dalam

mengurangi kerugian potensial, meningkatkan proses bisnis, dan menjaga kontinuitas operasi yang lebih baik.

Studi kasus Pendekatan Penilaian Risiko dapat dilihat pada perusahaan manufaktur yang menggunakan proses produksi yang kompleks. Dengan melakukan pendekatan penilaian risiko, perusahaan dapat mengidentifikasi risiko proses produksi seperti kegagalan mesin, kecelakaan kerja, atau kekurangan bahan baku. Dengan memiliki pemahaman yang lebih baik tentang risiko tersebut, perusahaan dapat mengambil langkah-langkah preventif dan mitigasi yang diperlukan untuk mengurangi dampak negatifnya dan meningkatkan kinerja operasional mereka.

Penilaian risiko adalah proses penting di berbagai bidang, termasuk teknik, kedokteran, dan bisnis, yang bertujuan untuk mengelola dan memitigasi potensi risiko secara efektif. Sejumlah penelitian telah mengusulkan pendekatan dan alat inovatif untuk meningkatkan metodologi penilaian risiko. Misalnya, pendekatan terpadu yang memanfaatkan penalaran fuzzy dan proses hierarki analitis fuzzy telah disarankan untuk sistem manajemen risiko kereta api (An, Chen and Baker, 2011). Pendekatan ini memfasilitasi evaluasi komprehensif data risiko kualitatif dan kuantitatif yang terkait dengan sistem perkeretaapian, memberikan dukungan berharga bagi analisis

dan manajer dalam merumuskan standar keselamatan. Selain itu, ia mengadvokasi adopsi TOPSIS fuzzy dan teknik penilaian risiko proporsional dalam proyek rekayasa berkelanjutan, secara efektif mengintegrasikan metodologi multi-kriteria dengan proses analisis risiko kuantitatif (Koulinas *et al.*, 2019).

Pendekatan ini menyediakan kerangka kerja yang kuat untuk menilai risiko berdasarkan data nyata. Ini memperkenalkan pendekatan terpadu untuk penilaian risiko dalam shunting garis khusus, menggabungkan analisis diagram tulang ikan, pendekatan penalaran fuzzy, dan alat hierarki analitik fuzzy (Zhang and Sun, 2018). Metode ini membantu mengevaluasi data risiko kualitatif dan kuantitatif secara efisien, meningkatkan proses penilaian risiko secara keseluruhan. Selain itu, kami mengembangkan pendekatan analisis risiko terintegrasi untuk sistem industri menggunakan jaringan Bayesian. Pendekatan ini berfokus pada ketergantungan, keandalan manusia, dan analisis organisasi (Duval *et al.*, 2012).

Pendekatan ini dirancang untuk memfasilitasi analisis risiko lanjutan untuk sistem industri dengan menawarkan alat dan metodologi yang sesuai. Dalam hal penilaian risiko, mengevaluasi risiko secara menyeluruh sangat penting untuk meminimalkan potensi bahaya dan mengurangi

ketidakpercayaan masyarakat (Milosavljević, 2024). Menilai risiko secara efektif sangat penting tidak hanya untuk meminimalkan potensi risiko tetapi juga untuk mengelola persepsi masyarakat tentang risiko. Selain itu, penting untuk menganalisis risiko anggaran dalam ekonomi regional dan menetapkan kerangka kerja untuk penilaian dan manajemen risiko. Mengembangkan kerangka metodologis untuk estimasi risiko menggunakan teknik penilaian kuantitatif, terutama untuk industri seperti industri ekstrusi aluminium, dapat sangat bermanfaat dalam hal ini (Marhavalas and Koulouriotis, 2008). Berbagai kegunaan ini menunjukkan mengapa penting untuk memiliki cara yang kuat untuk menilai risiko di berbagai bidang. Ketika Douglas berbicara tentang risiko, dia tidak hanya berbicara tentang angka - dia juga berbicara tentang bagaimana hal itu memengaruhi masyarakat secara keseluruhan (Puszka, 2021). Ingat ini: Penilaian risiko mengidentifikasi kerentanan, penyimpangan dari norma, dan tantangan sosial. Menggunakan kerangka kerja seperti teori risiko induktif memberikan pemahaman yang lebih baik tentang konteks sosial yang memengaruhi persepsi risiko dan pengambilan keputusan (Dede, 2020). Dengan mempertimbangkan aspek sosial dan empiris risiko yang lebih luas, menjadi mungkin untuk meningkatkan efektivitas

metodologi penilaian risiko. Selain itu, wacana tentang komunikasi risiko dan ketakutan menekankan peran model informasi yang dibangun di atas platform kuantitatif dalam membentuk praktik penilaian risiko (Altheide, 2010). Memahami bagaimana ketakutan dan komunikasi memengaruhi persepsi risiko sangat penting untuk mengembangkan strategi penilaian risiko yang efektif. Selain itu, pendekatan kritis terhadap risiko dan ketidakpastian, seperti yang dibahas dalam konteks mempelajari COVID-19, menggarisbawahi pentingnya menggabungkan beragam perspektif, termasuk aspek ritualistik manajemen risiko (Brown, 2020). Dengan mengintegrasikan perspektif kritis ke dalam kerangka penilaian risiko, menjadi mungkin untuk mengatasi tantangan sosial yang kompleks secara lebih efektif. Dalam bidang keuangan dan perbankan, keseimbangan antara efisiensi dan risiko adalah pertimbangan utama bagi bank komersial besar (Fan and Shaffer, 2004).

Menilai efisiensi laba sambil mengelola berbagai risiko, seperti risiko kredit dan risiko kepailitan, sangat penting untuk memastikan stabilitas dan keberlanjutan lembaga keuangan. Demikian pula, dalam konteks kesehatan mental dan layanan peradilan pidana, alat penilaian risiko seperti HCR-20V3 digunakan untuk mengevaluasi potensi kekerasan dan menginformasikan upaya kolaborasi antarprofesional (Atle

Ødegård and Stål Bjørkly, 2021). Alat-alat ini memainkan peran penting dalam mengelola risiko yang terkait dengan individu yang bertransisi di antara sistem layanan yang berbeda. Kesimpulannya, pendekatan penilaian risiko terus berkembang, menggabungkan metodologi inovatif seperti penalaran fuzzy, jaringan Bayesian, dan kerangka analisis risiko terintegrasi. Dengan mempertimbangkan data kualitatif dan kuantitatif, mengatasi persepsi masyarakat tentang risiko, dan mengintegrasikan beragam perspektif, proses penilaian risiko dapat menjadi lebih kuat dan efektif di berbagai domain. Sifat interdisipliner dari penilaian risiko menggarisbawahi pentingnya dalam mengelola ketidakpastian dan membuat keputusan yang tepat dalam lingkungan yang kompleks.

Bab 5

Model Manajemen Teknologi Berbasis Risiko

Model management teknologi berbasis risiko merupakan suatu pendekatan dalam mengelola dan memonitor model-model matematis atau statistik yang digunakan dalam suatu perusahaan atau organisasi. Model-model ini digunakan untuk mengambil keputusan dan mencapai tujuan tertentu, seperti prediksi, analisis risiko, atau optimisasi. Risk-based technology management models are essential for identifying, assessing, and mitigating risks associated with technological endeavours. Model-model ini memanfaatkan teknologi canggih seperti analisis data besar, komputasi awan, dan Internet of Things untuk meningkatkan praktik manajemen risiko (Ma and Zhang, 2021). Model kematangan risiko menyediakan kerangka kerja terstruktur untuk melakukan penilaian dan menawarkan panduan untuk meningkatkan sistem manajemen risiko. Dengan berfokus pada tingkat kematangan dan kemampuan, organisasi dapat meningkatkan praktik manajemen risiko mereka dan memastikan mitigasi risiko yang komprehensif (Aas-Haug and Haskins, 2021).

Berikut adalah langkah-langkah yang biasanya dilakukan dalam model management berbasis risiko:

4. Identifikasi dan penilaian risiko: Langkah pertama adalah mengidentifikasi model-model yang digunakan dalam perusahaan dan menilai risiko yang terkait dengan penggunaannya. Risiko-risiko tersebut dapat berupa kesalahan dalam model, ketidaktepatan data yang digunakan, atau risiko kompliansi.
5. Pengembangan kebijakan dan prosedur: Setelah risiko-risiko teridentifikasi, perlu pengembangan kebijakan dan prosedur yang jelas terkait dengan penggunaan model tersebut. Hal ini mencakup pemilihan dan validasi model, pemantauan kinerja model secara teratur, dan tindakan perbaikan jika terjadi ketidaksesuaian.
6. Validasi model: Model-model yang digunakan perlu divalidasi secara rutin untuk memastikan bahwa model tersebut masih sesuai dengan kebutuhan perusahaan dan memenuhi standar pengujian yang telah ditetapkan.
7. Pengelolaan perubahan: Dalam manajemen model berbasis risiko, perlu juga pengelolaan perubahan yang efektif ketika terjadi perubahan pada model atau perubahan pada kondisi pasar atau lingkungan bisnis yang dapat mempengaruhi kinerja model.

Model seperti Model Berlonghi selalu menekankan pentingnya pendekatan komprehensif untuk manajemen risiko organisasi acara dengan mengintegrasikan analisis risiko, perencanaan teknis, implementasi manajemen risiko, dan evaluasi program. Mengikuti langkah-langkah terstruktur dapat membantu organisasi secara proaktif mengidentifikasi, menilai, dan memitigasi risiko untuk hasil yang sukses (Badin and Hamid, 2022). Memanfaatkan model seperti Model Kano dalam identifikasi risiko untuk proyek pengembangan perangkat lunak memungkinkan organisasi untuk memprioritaskan upaya manajemen risiko dan menyesuaikan tindakan pencegahan untuk mengatasi faktor risiko tertentu. Pendekatan ini memastikan kelancaran implementasi proyek perangkat lunak dan pencapaian tujuan proyek (Liu and Ruan, 2023).

Dengan melaksanakan manajemen model berbasis risiko, perusahaan dapat mengurangi risiko yang terkait dengan penggunaan model-model tersebut dan meningkatkan ketepatan serta kehandalan hasil yang dihasilkan oleh model-model tersebut. Ini akan membantu perusahaan dalam pengambilan keputusan yang lebih baik dan mencapai tujuan bisnis yang ditetapkan.

5.1 Model Manajemen Teknologi

Manajemen Teknologi adalah disiplin yang berfokus pada perencanaan, pengembangan, pengelolaan, dan penerapan teknologi dalam konteks organisasi atau perusahaan. Model Manajemen Teknologi adalah kerangka kerja yang membantu mengatur dan mengarahkan upaya manajemen dalam mengelola aspek-aspek teknologi secara efektif (Integra Tehnologi Solisi, 2023).

1. Definisi Model Manajemen Teknologi:

- Model Manajemen Teknologi menggambarkan bagaimana organisasi mengintegrasikan teknologi ke dalam strategi bisnis dan operasionalnya.
- Ini mencakup pengelolaan sumber daya teknologi, pengambilan keputusan terkait investasi teknologi, serta pengembangan dan implementasi inovasi teknologi.

2. Komponen Model Manajemen Teknologi:

- Berbagai komponen membentuk model ini. Beberapa di antaranya meliputi:
- Strategi Teknologi: Merumuskan rencana jangka panjang untuk mengadopsi dan mengintegrasikan teknologi sesuai dengan tujuan bisnis.

- Tata Kelola Teknologi: Mengatur proses pengambilan keputusan, pengelolaan risiko, dan pengawasan terhadap penggunaan teknologi.
- Operasi Teknologi: Melibatkan pengelolaan infrastruktur teknologi, pemeliharaan, dan dukungan operasional.
- Inovasi Teknologi: Mendorong pengembangan dan penerapan teknologi baru untuk meningkatkan efisiensi dan daya saing.

3. Implementasi Model Manajemen Teknologi:

- Organisasi harus mengadaptasi model ini sesuai dengan kebutuhan dan konteksnya.
- Implementasi melibatkan perencanaan, pelibatan stakeholder, dan pengukuran kinerja.

Model Manajemen Teknologi membantu organisasi mengoptimalkan penggunaan teknologi untuk mencapai tujuan bisnis. Dengan memahami konsep ini secara mendalam, perusahaan dapat mengelola teknologi dengan lebih efisien dan efektif. Model manajemen inovasi sering kali terdiri dari praktik seperti kolaborasi lintas fungsi awal, proses yang fleksibel namun disiplin, dan alat dan teknologi yang memungkinkan, yang secara kolektif berkontribusi pada hasil kinerja yang unggul (Tidd and Bessant, 2018). Inovasi manajemen melibatkan perubahan praktik dan proses

organisasi perusahaan dengan cara baru, memanfaatkan pengetahuan teknologi untuk meningkatkan inovasi, produktivitas, dan daya saing (Volberda, Van Den Bosch and Heij, 2013).

Tata Kelola Teknologi Informasi (TI) dan Manajemen Teknologi adalah dua konsep yang saling terkait, tetapi memiliki perbedaan penting, meliputi (Integra Tehnologi Solisi, 2023):

1. Tata Kelola Teknologi Informasi (TI):

- Definisi: Tata kelola TI adalah kerangka kerja yang mengatur bagaimana teknologi informasi dikelola dan diarahkan dalam organisasi.
- Fokus: Berfokus pada pengambilan keputusan strategis, kebijakan, dan pengelolaan sumber daya TI secara keseluruhan.
- Tujuan: Mencapai efisiensi, efektivitas, dan kepatuhan dalam penggunaan teknologi informasi.

2. Manajemen Teknologi:

- Definisi: Manajemen Teknologi berfokus pada perencanaan, pengembangan, dan penerapan teknologi dalam konteks organisasi.

- Fokus: Berorientasi pada operasional sehari-hari, pengelolaan sumber daya manusia, dan pengelolaan infrastruktur teknologi.
- Tujuan: Memastikan teknologi digunakan secara efisien dan memberikan nilai tambah bagi organisasi.

Pada dasarnya, tata kelola TI beroperasi di tingkat strategis, sementara manajemen teknologi berfokus pada operasional sehari-hari. Keduanya saling melengkapi dan harus berjalan bersama-sama untuk mencapai keberhasilan dalam pengelolaan teknologi.

Manajemen teknologi memainkan peran krusial dalam membantu organisasi menghadapi perubahan teknologi yang cepat. Berikut beberapa cara di mana manajemen teknologi dapat memberikan dukungan (Integra Tehnologi Solisi, 2023):

1. Pemantauan dan Antisipasi:

Manajemen teknologi memantau tren teknologi dan perubahan pasar dengan cermat. Ini memungkinkan organisasi untuk mengantisipasi perubahan dan mengambil tindakan proaktif.

2. Evaluasi dan Seleksi Teknologi:

- Dalam menghadapi perubahan teknologi, manajemen teknologi membantu organisasi mengevaluasi solusi teknologi yang paling relevan dan efektif.

- Ini mencakup pemilihan perangkat lunak, perangkat keras, dan infrastruktur yang sesuai dengan kebutuhan bisnis.
3. Pengelolaan Proyek Implementasi:
 - Ketika organisasi mengadopsi teknologi baru, manajemen teknologi memimpin proses implementasi.
 - Ini melibatkan perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan agar perubahan berjalan lancar.
 4. Pelatihan dan Kesadaran:
 - Manajemen teknologi memastikan bahwa karyawan memahami perubahan teknologi dan memiliki keterampilan yang diperlukan.
 - Pelatihan dan kesadaran membantu mengurangi resistensi terhadap perubahan.
 5. Manajemen Risiko Teknologi:

Dalam menghadapi perubahan teknologi, risiko juga meningkat. Manajemen teknologi membantu mengidentifikasi, mengukur, dan mengelola risiko yang terkait dengan perubahan teknologi.
 6. Inovasi dan Adaptasi:

Manajemen teknologi mendorong inovasi dan adaptasi. Organisasi yang mampu beradaptasi dengan cepat terhadap perubahan teknologi akan lebih kompetitif.

Manajemen Teknologi memainkan peran sentral dalam membantu organisasi menghadapi perubahan yang terjadi akibat transformasi digital. Mari kita jelajahi beberapa cara di mana manajemen teknologi berkontribusi:

1. Strategi Transformasi Digital: Manajemen teknologi membantu merumuskan dan mengimplementasikan strategi transformasi digital. Ini mencakup pemahaman tentang bagaimana teknologi dapat mengubah proses bisnis, mengoptimalkan operasi, dan meningkatkan pengalaman pelanggan.
2. Pemilihan dan Integrasi Teknologi Baru:
 - Dalam transformasi digital, organisasi sering memperkenalkan teknologi baru seperti cloud computing, big data, IoT, dan AI.
 - Manajemen teknologi membantu dalam pemilihan solusi yang sesuai dengan kebutuhan dan mengintegrasikannya dengan infrastruktur yang ada.
3. Manajemen Perubahan:
 - Transformasi digital mempengaruhi budaya organisasi, peran karyawan, dan proses kerja.
 - Manajemen teknologi membantu mengelola perubahan ini dengan melibatkan karyawan, memberikan pelatihan, dan memastikan adopsi teknologi yang mulus.

4. Keamanan dan Kepatuhan:
 - Dalam era digital, keamanan informasi dan kepatuhan regulasi menjadi lebih kompleks.
 - Manajemen teknologi memastikan perlindungan data, kepatuhan privasi, dan mitigasi risiko siber.
5. Inovasi Berkelanjutan: Transformasi digital memerlukan inovasi berkelanjutan. Manajemen teknologi mendorong eksperimen, pengujian konsep baru, dan adaptasi terhadap tren teknologi terbaru.

Manajemen teknologi memainkan peran krusial dalam membantu organisasi beradaptasi dengan tren digital seperti kecerdasan buatan (AI), Internet of Things (IoT), dan blockchain, bagaimana manajemen teknologi dapat mendukung adaptasi:

- a) AI (Kecerdasan Buatan):
 - Strategi Implementasi: Manajemen teknologi membantu merumuskan strategi implementasi AI. Ini mencakup pemilihan algoritma, pelatihan model, dan integrasi dengan sistem yang ada.
 - Pengelolaan Data: AI memerlukan data berkualitas tinggi. Manajemen teknologi memastikan data yang diperlukan tersedia, terstruktur, dan aman.
- b) IoT (Internet of Things):

- **Infrastruktur dan Keamanan:** Manajemen teknologi memastikan infrastruktur jaringan mendukung konektivitas IoT. Selain itu, keamanan perangkat IoT harus dikelola dengan baik.
 - **Analisis Data:** IoT menghasilkan data dalam jumlah besar. Manajemen teknologi membantu mengelola dan menganalisis data ini untuk mendapatkan wawasan yang berharga.
- c) **Blockchain:**
- **Pemahaman Konsep:** Manajemen teknologi memastikan pemahaman tentang konsep blockchain dan potensinya dalam transformasi bisnis.
 - **Implementasi:** Dalam mengadopsi blockchain, manajemen teknologi memilih platform yang sesuai dan mengintegrasikannya dengan proses bisnis.
- d) **Manajemen Perubahan dan Pelatihan:** Transformasi digital memerlukan perubahan budaya dan keterampilan baru. Manajemen teknologi memastikan pelatihan karyawan dan kesadaran akan perubahan ini.

Transformasi digital, ada beberapa perusahaan yang telah mengambil langkah maju dan berhasil mengadaptasi tren teknologi dengan sukses (digital worker, 2023); (Digital

Transformasi Indonesia-DTI, 2023); (NEXTGEN, 2022), antara lain:

1. General Electric (GE):

- GE, sebagai raksasa industri global, telah mengalami perubahan besar dalam dekade terakhir.
- Mereka beralih dari model bisnis tradisional ke fokus pada Industrial Internet of Things (IIoT). GE menggunakan sensor dan analisis data untuk meningkatkan efisiensi operasional dan memperpanjang masa pakai peralatan industri².

2. Netflix:

- Netflix adalah contoh sukses dalam transformasi digital. Dari awalnya sebagai layanan pengiriman DVD, mereka berubah menjadi platform streaming global yang mengubah cara orang menonton konten hiburan.
- Model bisnis berbasis langganan dan algoritme rekomendasi mereka telah mengubah industri hiburan secara fundamental².

3. Nike:

- Nike, sebagai merek olahraga kenamaan, terus berinovasi.

- Mereka menggabungkan teknologi dengan produk mereka, seperti sepatu olahraga yang terhubung dengan aplikasi ponsel untuk melacak aktivitas dan kinerja pengguna².

4. Airbnb:

- Airbnb mengguncang industri perhotelan dengan model bisnis peer-to-peer-nya.
- Melalui platform digital, mereka menghubungkan pemilik properti dengan penyewa, mengubah cara orang mencari akomodasi selama perjalanan².

5. Walmart:

- Walmart, salah satu peritel terbesar di dunia, telah mengadopsi teknologi untuk meningkatkan efisiensi rantai pasokan dan pengelolaan inventaris.
- Mereka menggunakan big data dan analisis untuk mengoptimalkan persediaan dan memahami perilaku pembeli².

Transformasi digital bukan hanya tentang teknologi, tetapi juga tentang perubahan budaya dan strategi bisnis. Keberhasilan perusahaan-perusahaan ini menunjukkan pentingnya adaptasi dan inovasi dalam menghadapi perubahan zaman. Beberapa contoh perusahaan yang mengalami kesulitan dalam transformasi digital. Dari kegagalan ini, kita

dapat belajar banyak tentang apa yang harus dihindari dan bagaimana mengarahkan transformasi digital dengan lebih baik (Binar Academy, 2023); (Fortune Indonesia, 2023), antara lain:

1. BlackBerry (Research In Motion - RIM):

- Pada awalnya, BlackBerry adalah pemimpin pasar ponsel genggam dengan lebih dari 85 juta pengguna dan menguasai setengah pasar penjualan ponsel di dunia.
- Namun, BlackBerry gagal beradaptasi dengan teknologi. Mereka terus menggunakan model ponsel dengan keyboard fisik (qwerty) saat ponsel lain sudah beralih ke layar sentuh.
- Pelajaran: Kegagalan BlackBerry menunjukkan pentingnya beradaptasi dengan tren teknologi dan tidak terpaku pada model bisnis yang sudah usang.

2. Yahoo:

- Yahoo! mengalami kemunduran ketika enggan diakuisisi oleh Google dan Facebook.
- Fitur-fitur Yahoo! yang kurang diperhatikan oleh kompetitor search engine juga menjadi masalah.

- Pelajaran: Yahoo! kehilangan fokus bisnisnya dan gagal bersaing dengan inovasi pesaing, terutama dalam penggunaan mobile.

3. Ford:

- Ford, perusahaan otomotif terkenal, mencoba memulai layanan digital baru yang terpisah dari bagian perusahaan lain.
- Alih-alih mengintegrasikan solusi digital, Ford memutuskan untuk memisahkan entitas digitalnya.
- Sayangnya, pendekatan ini tidak berhasil, dan Ford mengalami kesulitan dalam menghadapi perubahan tren digital.

4. Procter & Gamble (P&G):

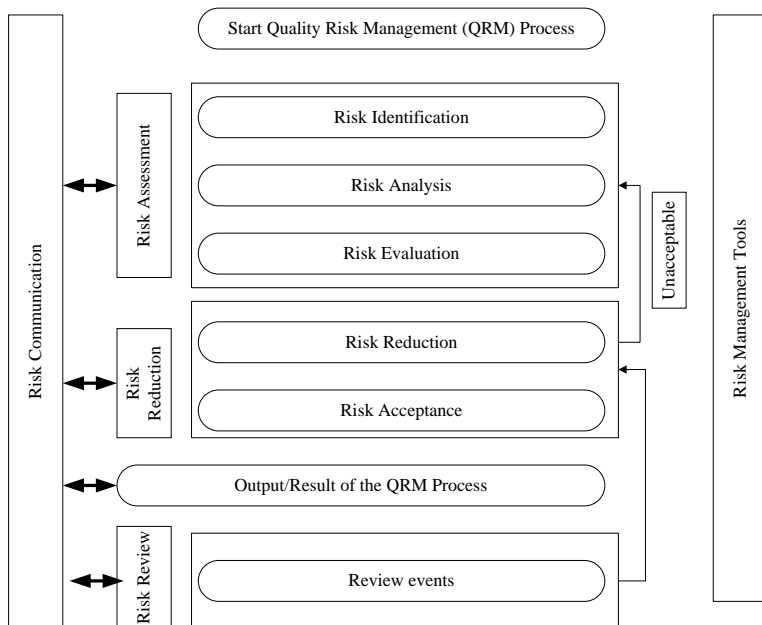
- P&G, perusahaan konsumen global, mengalami tantangan dalam menghadapi kompetisi dan perubahan ekonomi yang akan datang.
- Kehilangan fokus pada inovasi dan adaptasi terhadap tren digital menyebabkan P&G mengalami kesulitan dalam transformasi digital.

5.2 Pengembangan Model Manajemen Risiko

Manajemen kualitas dan risiko adalah alat yang berguna untuk menerapkan, memelihara, dan terus meningkatkan sistem manajemen mutu dengan cara yang efektif sumber daya dan untuk memastikan bahwa semua proses kritis tercakup secara memadai (Ágoston, van Mourik and Strengers, 2011). Terdapat elemen utama dalam penerapan manajemen kualitas dan risiko yaitu: 1. Penilaian Risiko; 2. Pengendalian Risiko; 3. Tinjauan Risiko dan 4. Risiko Komunikasi (Ágoston, van Mourik and Strengers, 2011; Bhattacharya, 2015). Manajemen kualitas risiko adalah pendekatan sistematis dan metodis untuk mengembangkan pemahaman tentang variabilitas proses atau prosedur, termasuk semua bahaya dan mode kegagalan yang terkait, dan menerapkan cara mengendalikan atau memberantas risiko dalam proses atau prosedur yang diberikan (Niazi, 2018).

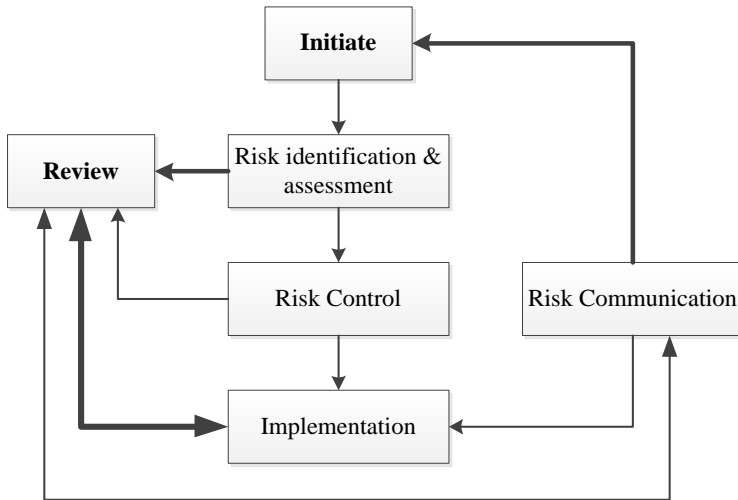
Untuk mengetahui proses pengukuran risiko berdasarkan pada manajemen kualitas terdapat pada Gambar 5.1 yang merupakan proses risk-based quality management process. Berdasarkan Gambar 5.2 menunjukkan bahwa terdapat empat langkah dalam me-review dan menginisiasi adanya risiko berdasarkan manajemen kualitas, yaitu: (1). Risk identification

and assessment; (2) Risk Control; (3) Risk Communication, pada tahap ini menjadi tonggak perusahaan saat menginisiasi dan mengimplementasikan risiko, kemudian hasil implementasi risiko di review serta ketika akan melakukan implementasi maka perusahaan tersebut harus mengkomunikasikan sehingga tahapan implementasi risiko di perusahaan berjalan dengan lancar (Malikova, 2017).



Gambar 5. 1 Proses manajemen kualitas dan risiko.

Sumber: (Niazi, 2018)

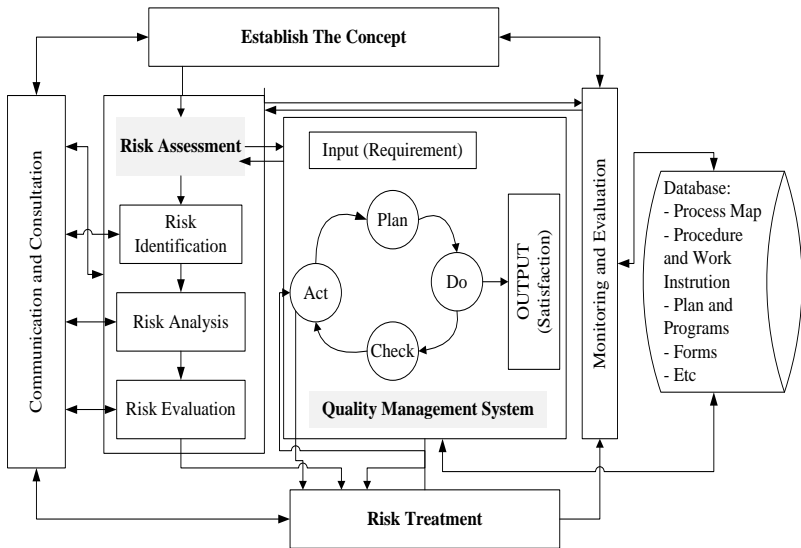


Gambar 5. 2 *Risk Based Quality Management Process.*

Sumber: (Malikova, 2017)

RBQM adalah identifikasi dan mitigasi risiko secara proaktif, sehingga dengan menggabungkan dua konsep ini, risiko yang melekat diidentifikasi di depan dapat dimasukkan ke dalam desain rencana pemantauan berbasis risiko (Malikova, 2017). Gambar 2.12 merupakan model konseptual dari *Risk Based Quality Management System* (RBQM). Berdasarkan Gambar 2.12 menunjukkan bahwa RBQMS model dikembangkan dengan memenuhi persyaratan dari manajemen sistem dari ISO 31000 dan ISO 9001. Proses dari sistem manajemen kualitas dianggap sebagai proses utama dalam sebuah organisasi atau

proses aliran utama dan disiplin manajemen risiko diterapkan kepada sistem manajemen kualitas. RBQM membutuhkan pengembangan metrik yang didefinisikan dengan baik dan relevan, kinerja utama dan indikator kualitas, serta proses yang solid untuk meninjau dan menindaklanjuti sinyal yang diidentifikasi. Kedua aspek perlu didukung oleh manajemen informasi yang kuat serta pelatihan dan strategi komunikasi lintas fungsional (Malikova, 2017; Samani *et al.*, 2017).



Gambar 5. 3 Risk Based Quality Management System Conceptual Model.

Sumber: (Samani *et al.*, 2017)

Pengembangan Model Manajemen Risiko merupakan proses sistematis untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengelola risiko yang dapat mempengaruhi tujuan suatu proyek atau organisasi. Pengembangan model manajemen risiko (WikiHow, 2022); (Deloitte, 2023), meliputi:

1. Identifikasi Risiko:

- Langkah Pertama^{**}: Identifikasi risiko melibatkan mengidentifikasi lokasi, waktu, penyebab, dan proses terjadinya risiko. Ini mencakup mengenali faktor-faktor yang dapat menghalangi, menurunkan, menunda, atau meningkatkan pencapaian tujuan.
- Inventarisasi Data^{**}: Kumpulkan data yang mendukung identifikasi risiko. Data ini mencakup seluruh rentang dari pengajuan dokumen hingga pendirian proyek.

2. Analisis Risiko:

- Pendekatan Model Matematis: Dalam analisis risiko jadwal, gunakan pendekatan model matematis. Ini melibatkan pengurangan risiko jadwal pada manajemen proyek.
- Database dan Risiko Biaya: Analisis risiko melibatkan penggunaan database dan mempertimbangkan risiko biaya serta risiko jadwal.

3. Hasil:

- Setelah melakukan penilaian risiko, kita memperoleh hasil yang menggambarkan tingkat risiko dan langkah-langkah yang perlu diambil.
- Hasil ini membantu dalam pengambilan keputusan dan perencanaan mitigasi.

4. Integrasi dengan Perencanaan Strategis:

- Pengembangan model manajemen risiko harus terintegrasi dengan perencanaan strategis organisasi. Ini mencakup peta jalan, rencana jangka panjang, dan rencana kerja dan anggaran berbasis risiko.
- Strategi risiko juga harus didefinisikan untuk mendukung tujuan jangka panjang.

5. Manajemen Risiko dan Kepatuhan: Pengembangan model ini juga mencakup pengelolaan risiko dan kepatuhan. Ini termasuk mengelola sistem keamanan Teknologi Informasi (TI), perlindungan data pribadi, dan memastikan keberlangsungan layanan TI.

Pengembangan model manajemen risiko harus berfokus pada efisiensi, efektivitas, dan adaptabilitas. Setiap organisasi memiliki konteks dan kebutuhan yang berbeda, sehingga model risiko harus disesuaikan dengan situasi spesifik (Arief and Hakim, 2003). Mengukur efektivitas model manajemen

risiko adalah langkah penting untuk memastikan bahwa sistem manajemen risiko yang telah diterapkan berfungsi dengan baik dan memberikan nilai tambah bagi organisasi. Untuk mengevaluasi efektivitas model manajemen risiko, sangat penting untuk mempertimbangkan berbagai aspek yang disorot dalam literatur. Manajemen risiko yang efektif sangat penting untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan potensi risiko untuk mengoptimalkan alokasi aset dan hasil pengembalian risiko (Chang, 2023). Selain itu, penerapan kerangka kerja manajemen risiko dalam proyek telah terbukti bermanfaat untuk mengevaluasi risiko dan menerapkan langkah-langkah mitigasi yang efektif (Asadi *et al.*, 2018). Berikut beberapa cara untuk mengukur efektivitasnya:

1. **Maturitas Manajemen Risiko:**

Maturitas mengacu pada sejauh mana organisasi mampu mengimplementasikan manajemen risiko secara efektif. Model kematangan manajemen risiko dirancang khusus untuk menilai kematangan manajemen risiko dalam proyek dan organisasi (Yoshiura *et al.*, 2023). Ini melibatkan tingkat kematangan dan pengembangan sistem manajemen risiko. Beberapa model pengukuran maturitas risiko telah dikembangkan, seperti:

- RIMS Risk Maturity Model (RMM): Model ini menekankan tujuh atribut kunci yang harus dimiliki oleh organisasi yang berhasil mengelola risiko. Dengan mengukur atribut ini, kita dapat menilai sejauh mana organisasi mampu mengimplementasikan manajemen risiko. Model Kematangan Manajemen Risiko (RMM) yang dikembangkan oleh Risk and Insurance Management Society (RIMS) adalah alat yang berharga bagi organisasi untuk menilai dan meningkatkan tingkat kematangan manajemen risiko mereka. RMM RIMS digunakan untuk mengevaluasi kematangan manajemen risiko dalam organisasi, memungkinkan mereka untuk mengukur tingkat jatuh tempo risiko mereka untuk meningkatkan kinerja keuangan, peringkat kredit, dan perencanaan strategis (Tan and Lee, 2021).
- Project Management Maturity Model (PMMM): Model ini digunakan untuk mengukur tingkat kematangan manajemen risiko dalam proyek. Dengan PMMM, kita dapat mengevaluasi apakah praktik manajemen risiko telah diterapkan secara baik dalam setiap proyek. The Project Management Maturity Model (PMMM) adalah alat terstruktur yang digunakan untuk menilai, mengukur, dan meningkatkan praktik manajemen

proyek organisasi dengan membandingkannya dengan praktik terbaik industri atau standar pesaing. PMMM bertujuan untuk memberikan peta jalan bagi organisasi untuk secara sistematis meningkatkan kemampuan manajemen proyek mereka berdasarkan tingkat kematangan yang berbeda (Karim, San and Muhammad, 2023). PMMM dirancang untuk memungkinkan organisasi mengevaluasi kepatuhan mereka terhadap standar manajemen proyek di berbagai fase proyek, memfasilitasi peningkatan berkelanjutan dan peningkatan efektivitas dalam praktik manajemen proyek (Nikolaenko and Sidorov, 2023).

2. Audit Risiko dan Tinjauan Berkala

Proses penerapan audit berbasis risiko melibatkan melakukan pemeriksaan dan penilaian yang difokuskan pada identifikasi dan penanganan potensi risiko dalam suatu organisasi. Dengan memanfaatkan audit berbasis risiko, perusahaan dapat secara efektif mengevaluasi dan mengomunikasikan kinerja dan efisiensi proses manajemen risiko mereka secara berkala. Pendekatan ini memungkinkan evaluasi potensi risiko yang lebih terarah dan menyeluruh, membantu organisasi mempertahankan

sikap proaktif dalam mengelola ketidakpastian dan ancaman (Abidin, 2017). Selain itu, penilaian risiko audit perusahaan yang komprehensif sangat penting untuk mengidentifikasi potensi kesalahan penyajian material dan risiko inspeksi (Sun and Guan, 2024).

- **Audit Risiko:** Melibatkan pemeriksaan independen terhadap sistem manajemen risiko. Audit ini mengidentifikasi kelemahan dan peluang perbaikan.
- **Tinjauan Berkala:** Lakukan evaluasi rutin terhadap implementasi manajemen risiko. Tinjauan ini membantu mengukur efektivitas dan menemukan area perbaikan².

3. Laporan Pemantauan Risiko

Setelah mengukur efektivitas, hasilnya harus direkam dalam laporan pemantauan risiko. Laporan ini berisi temuan, rekomendasi, dan langkah-langkah perbaikan. Mengukur efektivitas model manajemen risiko bukanlah tugas sekali jalan. Organisasi perlu melakukan evaluasi secara berkala dan beradaptasi dengan perubahan lingkungan.

Teknologi memainkan peran krusial dalam manajemen risiko di era modern. Beberapa aspek penting yang perlu dipahami:

1. Software Manajemen Risiko (RISKINDO, 2023). Software Manajemen Risiko merupakan solusi modern untuk mengelola Risiko.

- **Evolusi:** Dalam beberapa dekade terakhir, evolusi software manajemen risiko telah menjadi pilar utama transformasi bisnis. Ini mencerminkan perkembangan teknologi dan pergeseran paradigma dalam mengelola risiko.
- **Dari Spreadsheet ke Kecerdasan Buatan:** Dulu, manajemen risiko sering terbatas pada penggunaan spreadsheet dan metode manual. Namun, dengan teknologi informasi, terutama kecerdasan buatan (AI) dan analisis data yang canggih, aplikasi manajemen risiko menjadi lebih dinamis dan efektif.
- **Analisis Data:** Teknologi seperti machine learning dan analisis prediktif memungkinkan aplikasi manajemen risiko untuk menganalisis data dalam skala besar, mengidentifikasi pola, dan memberikan wawasan mendalam.
- **Adaptasi terhadap Era Digital:** Era digital membawa kompleksitas baru dalam risiko bisnis. Solusi manajemen risiko modern mengatasi risiko

operasional, keuangan, siber, kepatuhan regulasi, dan dinamika pasar yang fluktuatif.

2. Manajemen Dokumen Terintegrasi (BSNI, 2018):

- Dokumentasi dan Pelaporan: Manajemen risiko membutuhkan dokumentasi komprehensif dan pelaporan yang konsisten.
- Teknologi Informasi: Sistem manajemen dokumen yang terintegrasi mempermudah akses dan penggunaan informasi risiko yang dibutuhkan.

3. Manajemen Risiko 4.0:

- Integrasi Teknologi Informasi: Manajemen risiko 4.0 mencerminkan integrasi mendalam teknologi informasi di seluruh rantai nilai perusahaan.
- Algoritma Kecerdasan Buatan: Dengan algoritma kecerdasan buatan, analisis data real-time, dan platform analitik canggih, bisnis dapat merespons fluktuasi dalam lanskap korporat dengan cepat.

Jadi, teknologi bukan hanya alat, tetapi fondasi yang kokoh untuk ketahanan bisnis di tengah perubahan yang terus berlangsung.

Kecerdasan Buatan (AI) telah mengubah lanskap manajemen risiko secara signifikan. Berikut beberapa tren terbaru dalam penggunaan AI untuk manajemen risiko (Julien Florkin, 2024):

1. Analisis Big Data dan Prediksi Risiko

AI memungkinkan analisis data dalam skala besar, termasuk data historis dan real-time. Dengan memproses data ini, AI dapat mengidentifikasi pola dan tren yang membantu dalam prediksi risiko. Contohnya, bank menggunakan AI untuk menganalisis data transaksi dan perilaku nasabah guna mengidentifikasi potensi penipuan atau risiko kredit.

2. Teknologi Blockchain untuk Keamanan Data

Blockchain, teknologi yang mendasari mata uang kripto seperti Bitcoin, digunakan untuk meningkatkan transparansi dan integritas data. Dalam manajemen risiko, blockchain dapat digunakan untuk mengamankan data transaksi, melacak rantai pasokan, dan memastikan keabsahan dokumen.

3. Penggunaan Chatbots dalam Layanan Pelanggan

Chatbots berbasis AI dapat meningkatkan layanan pelanggan di sektor perbankan dan bisnis lainnya. Mereka menjawab pertanyaan nasabah, memberikan panduan, dan mengatasi masalah dengan cepat. Contohnya, chatbots dapat membantu nasabah melaporkan kehilangan kartu kredit atau mengajukan pertanyaan tentang produk perbankan.

4. Analisis Sentimen dan Media Sosial

AI dapat menganalisis sentimen dari data media sosial dan berita. Ini membantu organisasi memahami persepsi publik terhadap merek, produk, atau peristiwa tertentu. Dengan memantau sentimen, perusahaan dapat merespons risiko reputasi dengan lebih efektif.

5. Pengelolaan Risiko Keamanan Siber

AI digunakan untuk mendeteksi ancaman siber secara otomatis. Algoritma pembelajaran mesin memahami pola serangan dan mengidentifikasi aktivitas mencurigakan. Contohnya, AI dapat memantau lalu lintas jaringan dan mengenali tanda-tanda serangan DDoS atau malware.

6. Pemodelan Risiko Berbasis Simulasi

AI memungkinkan simulasi risiko yang lebih kompleks dan realistis. Ini membantu organisasi memahami dampak berbagai skenario dan mengambil keputusan berdasarkan hasil simulasi. Contohnya, perusahaan asuransi menggunakan model AI untuk memperkirakan risiko bencana alam atau kecelakaan lalu lintas.

Tren ini terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi. Penggunaan AI dalam manajemen risiko akan semakin relevan dan berdampak besar di masa depan. Menerapkan model prediksi risiko berbasis kecerdasan buatan (AI) memang menawarkan banyak manfaat, tetapi juga menghadapi

beberapa tantangan yang perlu diperhatikan (Visure, 2023), di antaranya:

1. Kualitas dan Bias Data

- Tantangan: Kualitas data yang digunakan untuk melatih algoritme sangat penting. Jika data tidak lengkap, tidak akurat, atau mengandung bias, algoritme dapat menghasilkan hasil yang tidak akurat.
- Solusi: Pastikan data yang digunakan berkualitas tinggi, bersih, dan representatif. Lakukan pembersihan data dan periksa secara kritis apakah ada bias yang mungkin mempengaruhi hasil.

2. Kurangnya Transparansi dan Interpretabilitas

- Tantangan: Beberapa model AI, terutama deep learning, cenderung kompleks dan sulit diinterpretasi. Ini menghambat pemahaman tentang bagaimana model membuat keputusan.
- Solusi: Upayakan untuk mengembangkan model yang lebih transparan dan dapat dijelaskan. Gunakan teknik seperti LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations) untuk menjelaskan prediksi model secara lebih terperinci.

3. Kepatuhan terhadap Regulasi

- Tantangan: Penggunaan AI dalam manajemen risiko harus mematuhi regulasi dan kebijakan privasi data. Misalnya, GDPR (General Data Protection Regulation) di Uni Eropa.
- Solusi: Pastikan model AI mematuhi regulasi dan kebijakan yang berlaku. Libatkan ahli hukum dan etika dalam proses pengembangan.

4. Kekurangan Data yang Representatif

- Tantangan: Model AI memerlukan data yang mencakup berbagai skenario dan variasi. Jika data terbatas, model dapat mengalami overfitting atau underfitting.
- Solusi: Kumpulkan dataset yang mencakup berbagai situasi dan pastikan representatif untuk kasus yang ingin diprediksi.

5. Keandalan dan Keamanan Model

- Tantangan: Model AI dapat rentan terhadap serangan, manipulasi, atau perubahan data yang disengaja.
- Solusi: Lakukan pengujian keamanan dan pertimbangkan teknik seperti adversarial training untuk meningkatkan ketahanan model terhadap serangan.

Tantangan ini memerlukan pendekatan holistik yang melibatkan tim lintas disiplin, termasuk ahli data, ahli domain, dan ahli hukum. Dengan memahami dan mengatasi tantangan

ini, implementasi model prediksi risiko berbasis AI dapat lebih berhasil dan efektif. Berikut merupakan diagram peran AI dalam manajemen risiko (Visure, 2023)



Gambar 5. 4 Diagram Peran AI dalam Manajemen Risiko

Peran AI adalah melaksanakan proses otomatis terhadap identifikasi risiko, analisa risiko dan mitigasi risiko, untuk menghasilkan strategi manajemen risiko yang akurat dan efisien.

Identifikasi risiko

AI dapat mengidentifikasi risiko secara efisien dengan menganalisis data dalam jumlah besar dari berbagai sumber, seperti data historis, media sosial, dan umpan berita. Itu juga dapat belajar dari peristiwa risiko sebelumnya dan mengenali pola serupa yang menunjukkan risiko baru.

Analisis resiko

Setelah risiko diidentifikasi, AI dan pembelajaran mesin dapat digunakan untuk menganalisis dan menilainya. Algoritme AI dapat menganalisis data dari berbagai sumber untuk menentukan probabilitas dan potensi dampak dari peristiwa risiko. Selain itu, pembelajaran mesin dapat menganalisis data historis untuk mengidentifikasi pola dan tren yang memberikan wawasan tentang dampak potensial dari peristiwa risiko di masa depan.

Mitigasi Risiko

Setelah melakukan analisis risiko menyeluruh, bisnis harus dengan percaya diri merancang dan menjalankan strategi mitigasi risiko. Dengan memanfaatkan algoritme pembelajaran mesin, bisnis dapat dengan percaya diri mengidentifikasi strategi mitigasi risiko yang paling efektif berdasarkan data historis dan tren saat ini. Algoritme ini dapat dengan percaya diri belajar dari peristiwa risiko masa lalu untuk menentukan strategi mitigasi risiko terbaik berdasarkan data tersebut.

Ketika sebuah organisasi ingin menerapkan model manajemen risiko berbasis teknologi, ada beberapa persiapan yang perlu dilakukan agar implementasinya berhasil. Berikut adalah beberapa langkah yang perlu disiapkan (Deloitte, 2023), yaitu:

1. Pemahaman tentang Risiko Teknologi

Sebelum menerapkan model manajemen risiko, organisasi harus memahami risiko yang terkait dengan teknologi. Ini mencakup ancaman siber, kegagalan sistem, kerentanan data, dan lain-lain. Tim yang terlibat harus memiliki pemahaman yang mendalam tentang teknologi dan risiko yang mungkin timbul.

2. Komitmen dari Pimpinan Organisasi

Penerapan manajemen risiko memerlukan dukungan penuh dari pimpinan organisasi. Mereka harus memahami pentingnya manajemen risiko dan berkomitmen untuk mengintegrasikannya dalam seluruh operasi.

3. Tim Manajemen Risiko dan Teknologi

Bentuk tim yang khusus bertanggung jawab untuk mengelola risiko teknologi. Tim ini harus memiliki keahlian dalam manajemen risiko dan pemahaman tentang teknologi informasi.

4. Penetapan Kebijakan dan Prosedur

Organisasi perlu mengembangkan kebijakan dan prosedur yang mengatur manajemen risiko teknologi. Ini mencakup penggunaan alat, pelaporan risiko, dan tanggapan terhadap insiden.

5. Pengumpulan Data dan Informasi:

Data dan informasi yang relevan harus dikumpulkan. Ini termasuk inventarisasi aset teknologi, analisis kerentanan, dan sejarah insiden keamanan.

6. Pelatihan dan Kesadaran

Seluruh anggota organisasi perlu diberikan pelatihan tentang manajemen risiko dan kesadaran akan risiko teknologi. Pelatihan ini mencakup penggunaan alat manajemen risiko dan tindakan mitigasi.

7. Pengujian dan Evaluasi Model

Sebelum penerapan penuh, model manajemen risiko berbasis teknologi harus diuji dan dievaluasi. Ini memastikan bahwa model tersebut efektif dan sesuai dengan kebutuhan organisasi.

Studi kasus manajemen risiko yang dapat memberikan pemahaman tentang penerapan manajemen risiko.

STUDI KASUS PT JAMU CAP NYONYA MENEER

(Praja *et al.*, 2022)

“PT Nyonya Meneer dinyatakan bangkrut oleh Pengadilan Negeri (PN) Semarang. Beratnya beban utang yang ditanggung membuat perusahaan tak lagi sehat. Selain beban utang, sengketa perebutan kekuasaan antarkeluarga disebut-sebut menjadi pemicu bangkrutnya perusahaan yang lahir sejak 1919 tersebut.” Sehari sebelumnya, pada tanggal 4 Agustus 2017,

PT Nyonya Meneer dinyatakan bangkrut oleh Pengadilan Negeri (PN) Semarang. Selain terlilit utang yang mencapai angka puluhan miliaran rupiah, PT Nyonya Meneer sebelumnya juga pernah mengalami krisis operasional cukup panjang. Dari tahun 1984 hingga 2000, internal perusahaan terus digoyang oleh sengketa perebutan kekuasaan antar keluarga. Dalam kasus utang, perusahaan ini digugat pailit karena memiliki sejumlah sangkutan kepada 35 kreditur yang mencapai Rp 89 miliar secara keseluruhan. Putusan PN pada tanggal 4 Agustus 2017 yang menyatakan PT Nyonya Meneer dalam keadaan pailit.

Latar belakang.

Perusahaan dengan nama dagang Jamu Cap Potret Nyonya Meneer resmi berdiri pada tahun 1919. Dalam perkembangannya, pabrik jamu ini kemudian menjadi salah satu yang terbesar di Indonesia. Perusahaan ini mengalami kemajuan pesat pada tahun 1990-an dengan merambah pasar internasional dimana produk jamu mereka dipasarkan ke tiga benua yaitu Asia, Eropa, dan Amerika dan ke-12 negara termasuk Malaysia, Jepang, Korea Selatan, Singapura, Taiwan dan China. Namun, pada saat pangsa pasar berkembang, perusahaan Nyonya Meneer juga mengalami krisis operasional terutama pada tahun 1984-2000. Beberapa kali terjadi masalah

pekerja dan pemogokan buruh yang terjadi pada tahun 2000-2001, dan sengketa perebutan kekuasaan antar generasi ketiga hingga ke meja hijau. Hingga akhirnya perusahaan menghadapi perkara utang terhadap 35 kreditur, yang berujung perusahaan dinyatakan pailit.

Analisis kasus.

Ekonom senior Institute for Development of Economics and Finance (INDEF) Didik J. Rachbini menjelaskan bagaimana suatu perusahaan dapat mengalami kebangkrutan meskipun telah lama beroperasi, salah satunya yang terjadi pada perusahaan jamu PT Nyonya Meneer. Korporasi yang tidak dapat menyesuaikan dengan perubahan yang sangat cepat. "Jadi di Jepang dan di negara lain juga ribuan perusahaan pailit karena tidak mampu menyesuaikan diri." Didik mengatakan bangkrutnya suatu perusahaan bisa disebabkan ambisi yang ingin tetap beroperasi di tengah-tengah kondisi perusahaan yang tidak memungkinkan. Sehingga apabila dipaksakan malah akan memicu membengkaknya utang". Pailit, kalau dia tidak bisa membayar utang dan tidak bisa membayar karyawan, tidak bisa membayar ongkos (cost) produksi. Karena itu produksi berhenti. Kalau diteruskan produksi utang yang malah akan terus bertambah. Didik menyarankan perusahaan harus jeli melihat kondisi operasional dan manajemen perusahaan. Selain itu, perusahaan juga harus

cerdas dalam mengikuti perkembangan zaman. "Harus cepat menyesuaikan diri, tahu kondisi perusahaan bagaimana.

Konklusi.

Ada beberapa fenomena dalam kasus di atas yaitu dimulai dengan adanya rentetan masalah operasional yang timbul seiring dengan meningkatnya usaha dan pangsa pasar PT Nyonya Meneer, yang kemudian disusul dengan lahirnya sengketa keluarga yang menimbulkan berbagai kisruh internal. Keadaan tersebut memperburuk permasalahan operasional yang sedang dihadapi sehingga memicu krisis keuangan serta hukum yang sangat serius, sampai pada akhirnya bermuara pada bencana dengan dijatuhkannya putusan 'pailit' terhadap perusahaan. dari permasalahan yang dialami, tersirat adanya ketidakmampuan generasi ketiga mengelola risiko perusahaan baik risiko sisi atas (upside risks = good things that do not happen) maupun risiko sisi bawah (downside risks = bad things that happens) mereka.

Kegagalan mengelola risiko sisi atas. Risiko sisi atas adalah ketidakmampuan perusahaan mengeksplorasi hal-hal baik atau kesempatan yang ada untuk penciptaan nilai perusahaan. Dalam hal ini, mereka sebenarnya sudah sempat memperoleh pasar di tiga benua dan 12 negara, tetapi gagal memanfaatkan momentum sehingga tidak ada cerita lebih lanjut apa pun dari

pengembangan pasar tersebut. Berbagai kemungkinan dapat menjadi penyebab gagalnya perusahaan mengeksploitasi pasar, mulai dari kemungkinan perusahaan gagal memahami dan/atau mengadopsi konteks risiko yang berbeda antara pasar mancanegara dengan pasar lokal, sampai pada ketidakmampuan melakukan sinkronisasi strategis proses rantai pasokan (supply chain) dan rantai nilai (value chain) organisasi. Selain kegagalan mengelola risiko sisi atas tersebut, perusahaan terseret lebih jauh ke dalam situasi banyaknya risiko sisi bawah organisasi yang bahkan sudah berubah menjadi berbagai masalah terhadap kelancaran operasional perusahaan. Akibatnya energi perusahaan tersedot habis untuk bertindak seperti pemadam kebakaran yang sibuk memadamkan api di sana-sini bila tidak ingin organisasi mereka musnah dimakan api permasalahan.

Kegagalan mengelola risiko sisi bawah. Risiko sisi bawah adalah ketidakmampuan perusahaan menangani potensi hal-hal buruk yang dihadapinya sehingga risiko tersebut menjadi masalah yang kemudian menggerus nilai perusahaan. Dalam hal ini, beberapa risiko sisi bawah yang kemudian menjadi masalah kronis organisasi adalah pemogokan kerja, demonstrasi HAM, dan penundaan pembayaran utang perusahaan. Selain menghadapi permasalahan operasional, pertikaian keluarga yang tidak kunjung reda membuat krisis

operasional organisasi semakin memburuk. Sebagai akibatnya, permasalahan operasional cenderung terbengkalai atau ditangani pada saat sudah sangat terlambat. Akhir kata, perusahaan gagal bayar tepat waktu kepada para kreditur mereka secara masif, yang akhirnya berujung pada bencana atau malapetaka dimana perusahaan dinyatakan pailit yang artinya hidup mereka sebagai perusahaan berakhir. Manajemen risiko dan tata kelola. Permasalahan organisasi timbul bukan semata-mata karena tidak adanya manajemen risiko operasional, tetapi lebih mendasar lagi yaitu tidak adanya tata kelola perusahaan yang baik dan efektif. Ketiadaan tata kelola yang baik menjadi risiko inheren yang sangat besar dan fundamental karena berpengaruh pada semua jenjang pengambilan keputusan dan aksi, mulai dari keputusan strategis sampai pada operasional. Keputusan strategis yang tidak GCG kerap mengedepankan bukan kepentingan terbaik organisasi. Melainkan kepentingan individu pemegang saham yang bisa berbeda-beda antara pemegang saham satu dengan yang lain. Bahkan bisa saja kepentingan individual mereka bertentangan dengan kepentingan terbaik perusahaan. Ketidaksinkronan hal ini bisa menjadi risiko strategis yang akan berdampak jangka panjang bagi kelanjutan organisasi. Di tingkat operasional, keputusan yang tidak GCG kerap

menghasilkan arahan yang tidak konsisten dan bahkan menimbulkan kebingungan dalam eksekusi. Dengan banyaknya unsur keluarga dalam perusahaan, dan dengan adanya ketidaktegasan pembagian peran dan tanggung jawab anggota keluarga yang terlibat, terjadilah kekarutan dalam proses bisnis operasional mulai dari proses produksi, distribusi, dan penjualan perusahaan. Penanganan yang terlambat. Akibat dari tidak tertanganinya risiko strategis dan operasional diatas, timbul berbagai permasalahan. Baik permasalahan sidang pertikaian antar keluarga, maupun permasalahan operasional yang berlarut-larut. Permasalahan yang semakin mendalam telah mendorong salah seorang cucu Nyonya Meneer akhirnya mengambil langkah perbaikan untuk menyelesaikan pertikaian keluarga. Tetapi hal tersebut sudah terlambat karena risiko dan permasalahan yang terjadi sudah melebihi kemampuan dan kapasitas perusahaan yang akhirnya menurunkan kapabilitas perusahaan untuk tetap dapat menciptakan dan/atau mempertahankan nilai mereka. Akhir cerita, risiko yang kemudian menjadi masalah bagi PT Nyonya Meneer berubah menjadi krisis dan akhirnya bencana yang mengakhiri sejarah keberadaan mereka.

5.3 Siklus Implementasi Manajemen Teknologi Berbasis Risiko

Siklus Implementasi Manajemen Teknologi Berbasis Risiko adalah proses terstruktur yang mengintegrasikan kegiatan manajemen risiko ke dalam siklus hidup pengembangan sistem. Ini sangat relevan untuk mengelola keamanan, privasi, dan risiko rantai pasokan dunia maya yang terkait dengan sistem teknologi. Siklus Implementasi Manajemen Teknologi berbasis Risiko melibatkan serangkaian langkah yang harus diikuti oleh perusahaan untuk memastikan bahwa manajemen risiko dapat diterapkan secara efektif. Dalam konteks penerapan Siklus Implementasi Manajemen Teknologi Berbasis Risiko, sangat penting untuk mempertimbangkan berbagai aspek yang disorot dalam literatur. Audit internal berbasis risiko memainkan peran penting dalam mengidentifikasi area risiko yang signifikan dan mendukung upaya manajemen risiko perusahaan (Arum and Payamta, 2022). Perusahaan dapat memanfaatkan audit manajemen risiko teknologi informasi untuk meningkatkan praktik manajemen risiko mereka (Handayani, Utami and Luthfi, 2023). Para pemimpin teknologi global memanfaatkan data besar dan analitik untuk memediasi manajemen risiko

organisasi, membuka data tersembunyi untuk meningkatkan penilaian risiko (Khatib, Shehhi and Nuaimi, 2023).



Gambar 5. 5 Siklus Implementasi Manajemen Risiko Berbasis Tehnologi

1. Identifikasi Risiko: Mengidentifikasi potensi risiko yang mungkin timbul dari aktivitas teknologi dan operasional perusahaan.
2. Analisis dan Evaluasi Risiko: Menganalisis dan mengevaluasi dampak serta kemungkinan terjadinya risiko yang telah diidentifikasi.
3. Perencanaan Tindakan: Merencanakan tindakan yang akan diambil untuk mengurangi atau mengelola risiko.
4. Implementasi Tindakan: Melaksanakan tindakan yang telah direncanakan untuk mengurangi risiko.

5. **Monitoring dan Review:** Memantau dan mengevaluasi efektivitas tindakan yang telah diimplementasikan serta melakukan perbaikan jika diperlukan.

Dengan mengikuti siklus ini secara terus-menerus, perusahaan dapat memastikan bahwa manajemen risiko berbasis teknologi berjalan dengan baik dan sesuai dengan tujuan organisasi.

Meningkatkan manajemen teknologi berbasis risiko sangat penting bagi organisasi untuk meningkatkan postur keamanan siber mereka dan secara efektif mengatasi lanskap ancaman yang terus berkembang (World Economic Forum, 2023). Berikut adalah beberapa langkah yang dapat diambil (Boehm *et al.*, 2019):

1. **Mengadopsi Pendekatan Berbasis Risiko**

- **Pahami Risiko Anda:** Mulailah dengan menilai risiko siber organisasi Anda secara komprehensif. Identifikasi aset penting, kerentanan, dan potensi ancaman. Prioritaskan risiko berdasarkan dampak dan kemungkinannya.
- **Selera Risiko dan Toleransi:** Tentukan selera risiko Anda pada tingkat risiko yang bersedia diterima organisasi Anda. Selaraskan keputusan manajemen risiko dengan selera ini.

- Penilaian Risiko: Lakukan penilaian risiko secara teratur untuk mengevaluasi kontrol yang ada, mengidentifikasi kesenjangan, dan memprioritaskan perbaikan.
2. Mengembangkan Indikator Risiko Utama (KRI) dan Indikator Kinerja Utama (KPI)
 - KRI: Ini adalah tanda-tanda peringatan dini yang mengindikasikan potensi peristiwa risiko. Misalnya, peningkatan upaya login yang gagal dapat menandakan potensi upaya pelanggaran.
 - KPI: Ukur efektivitas upaya manajemen risiko Anda. Lacak metrik yang terkait dengan waktu respons insiden, patching kerentanan, dan implementasi kontrol.
 3. Terapkan Proses Manajemen Risiko yang Kuat
 - Tata Kelola dan Akuntabilitas: Menetapkan peran dan tanggung jawab yang jelas untuk manajemen risiko. Pastikan bahwa kepemimpinan senior secara aktif mendukung dan memperjuangkan pendekatan berbasis risiko.
 - Rencana Perawatan Risiko: Kembangkan rencana khusus untuk mengatasi risiko yang teridentifikasi. Pertimbangkan mitigasi risiko, transfer risiko, atau penerimaan.

- Pemantauan Berkelanjutan: Pantau lanskap risiko Anda secara teratur. Gunakan alat otomatis untuk mendeteksi anomali dan merespons dengan segera.
4. Mendidik dan Melatih Karyawan
 - Kesadaran Keamanan: Mendidik karyawan tentang risiko siber, praktik aman, dan peran mereka dalam manajemen risiko. Sesi pelatihan rutin dapat memperkuat kebersihan keamanan.
 - Pelatihan Respons Insiden: Pastikan karyawan tahu cara menanggapi insiden keamanan. Latih skenario insiden melalui latihan meja.
 5. Berkolaborasi dengan Mitra Eksternal
 - Berbagi Informasi: Terlibat dengan rekan-rekan industri, lembaga pemerintah, dan forum keamanan siber. Bagikan intelijen ancaman dan pelajari dari pengalaman orang lain.
 - Manajemen Risiko Pihak Ketiga: Menilai risiko yang terkait dengan vendor, pemasok, dan mitra. Pastikan mereka memenuhi standar keamanan Anda.
 6. Tetap Terkini dengan Intelijen Ancaman
 - Analisis Lanskap Ancaman: Pantau terus ancaman dan kerentanan yang muncul. Berlangganan umpan

ancaman dan berpartisipasi dalam komunitas keamanan.

- **Pertahanan Adaptif:** Gesit dalam menyesuaikan pertahanan Anda berdasarkan lanskap ancaman yang berkembang.

7. Tinjau dan Perbarui Kebijakan dan Kontrol Secara Teratur

- **Penyelarasan Kebijakan:** Pastikan kebijakan Anda selaras dengan prinsip-prinsip berbasis risiko. Tinjau dan perbarui secara teratur sesuai kebutuhan.
- **Efektivitas Kontrol:** Menilai efektivitas kontrol yang ada. Hapus langkah-langkah usang atau tidak efektif dan gantilah dengan yang lebih kuat.

Let's explore a variety of real-life examples related to managing technology based on risk and effectively applying risk management strategies in organizational settings.

1. Manajemen Risiko Agile dalam Manajemen Proyek (jamescookuniversity, 2019)

- a) **Konteks:** Dalam bidang manajemen proyek, terutama dalam metodologi Agile, manajemen risiko memainkan peran penting. Mari kita pertimbangkan contoh di mana tim proyek Agile berhasil mengintegrasikan manajemen risiko ke dalam proses mereka.
- b) **Ikhtisar Studi Kasus:**

- Organisasi: Perusahaan pengembangan perangkat lunak yang mengerjakan proyek aplikasi seluler.
- Tantangan: Tim menghadapi ketidakpastian terkait dengan perubahan persyaratan, jadwal yang ketat, dan tumpukan teknologi yang berkembang.

c) Solusi

- Iterasi Agile: Tim mengadopsi prinsip-prinsip Agile, bekerja dalam iterasi singkat (sprint). Setiap sprint berfokus pada penyampaian fitur atau peningkatan yang dapat digunakan.
- Manajemen Risiko Terintegrasi:
- Keterlibatan: Manajer risiko dan pemangku kepentingan yang terlibat aktif adalah bagian dari tim. Mereka mengidentifikasi potensi risiko yang muncul selama stand-up harian dan perencanaan sprint.
- Kolaborasi: Risiko dikelola melalui diskusi tim. Semua orang berkontribusi pada identifikasi dan mitigasi risiko.
- Pendekatan Dinamis: Tim menyadari bahwa perubahan itu konstan. Mereka menyesuaikan respons risiko saat risiko baru muncul.

- Kemampuan beradaptasi: Penyesuaian cepat dilakukan untuk menanggapi risiko yang muncul.
- Ketepatan waktu: Dokumentasi risiko selalu diperbarui, memastikan informasi terbaru.
- Fokus Masa Depan: Tim mengantisipasi pemicu dan risiko di masa depan.
- Hasil: Dengan mengintegrasikan manajemen risiko ke dalam proses Agile mereka, tim berhasil menghadirkan aplikasi seluler sambil secara proaktif mengatasi risiko.

2. Manajemen Portofolio TI dan Penilaian Risiko (Ajjan, Kumar and Subramaniam, 2016)

a) Konteks: Organisasi yang mengelola beragam portofolio proyek TI.

b) Ikhtisar Studi Kasus:

Fitur: Organisasi berfokus pada tiga aspek penting dari Manajemen Portofolio TI (IT PoM), yaitu:

- 1) Membuat Portofolio: Mereka dengan cermat memilih dan memprioritaskan proyek berdasarkan keselarasan dengan tujuan bisnis, penilaian risiko, manfaat, dan biaya.
- 2) Penilaian Berbasis Risiko: Portofolio dianalisis berdasarkan faktor risiko. Mempertimbangkan

risiko yang diketahui dan tidak diketahui yang terkait dengan setiap proyek.

3) Menyeimbangkan Keputusan: Organisasi membuat keputusan yang tepat—memulai pengorganisasian proyek baru.

c) Solusi:

- Hasil: Secara aktif mengelola portofolio TI-nya dengan pendekatan berbasis risiko, organisasi mengoptimalkan alokasi sumber daya, mengurangi biaya yang tidak perlu, dan memastikan keselarasan dengan tujuan strategis.

Bab 6

Penilaian Manajemen Teknologi Berbasis Risiko

Penilaian Manajemen Teknologi Berbasis Risiko adalah proses yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengukur, memperlakukan, dan memantau risiko yang timbul dari kegiatan teknologi informasi (TI) dalam suatu organisasi. Aspek-aspek yang terkait dengan penilaian risiko dalam konteks manajemen teknologi (Deloitte, 2023), antara lain:

1. Tata Kelola Terintegrasi: Ini mencakup prinsip-prinsip pengelolaan yang baik, sistem pengendalian internal, dan kepatuhan. Aktivitas manajemen risiko, tata kelola, pengendalian internal, dan audit internal harus terdokumentasi, terintegrasi, dan menjadi bagian formal keseharian organisasi.
2. Manajemen Risiko dan Kepatuhan: Ini melibatkan penjabaran strategi risiko, pelaporan profil risiko, penyusunan rencana kerja berbasis risiko, serta penilaian maturitas manajemen risiko sesuai ketentuan perusahaan.

3. **Audit Internal:** Fungsi audit internal harus dilaksanakan sesuai standar profesional audit internal. Efektivitas dan efisiensi sistem pengendalian internal dievaluasi secara menyeluruh.
4. **Penyelenggaraan Teknologi Informasi:** Termasuk arsitektur dan pengembangan layanan TI, peran komite pengarah TI, identifikasi risiko ancaman, pengelolaan data, dan keberlangsungan layanan TI.
5. **Kegiatan Korporasi Signifikan:** Melibatkan aspek seperti penyertaan modal negara, restrukturisasi, penggabungan, dan pengadaan barang dan jasa.
6. **Penilaian Tingkat Kesehatan Perusahaan:** Evaluasi kesehatan perusahaan berdasarkan risiko dan kinerja.

Semua langkah ini membantu organisasi mengambil tindakan yang tepat untuk melindungi sistem informasi dan mengurangi risiko yang mungkin timbul.

Penilaian risiko keamanan siber adalah langkah penting dalam melindungi sistem informasi dari serangan siber dan ancaman digital. Berikut beberapa metode yang digunakan dalam penilaian risiko siber (IBM, no date)

1. **Pendekatan Kuantitatif dan Kualitatif:** Metode ini menggabungkan pengolahan data kuantitatif (misalnya, jumlah frekuensi dan nominal laporan)

dengan penilaian ahli (pendekatan kualitatif). Pendekatan ini membantu mengidentifikasi ancaman dan kerentanan serta memprioritaskan risiko yang paling kritis.

2. Kerangka Kerja Keamanan Siber NIST (NIST CSF): Metode ini membantu perusahaan mengidentifikasi risiko, mengukur tingkat maturitas manajemen risiko keamanan siber, dan memilih langkah-langkah keamanan TI berdasarkan prioritas bisnis dan sumber daya.
3. Kerangka Kerja Manajemen Risiko NIST (NIST RMF): Metode ini memandu perusahaan dalam mengelola risiko keamanan siber secara berkelanjutan. Dengan meninjau kembali proses secara teratur, perusahaan dapat merespons perkembangan baru dalam lanskap ancaman dan sistem TI mereka.

Penilaian risiko siber harus menjadi proses berulang yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan di organisasi. Dengan demikian, perusahaan dapat mengambil tindakan yang tepat untuk mengurangi dampak dan kemungkinan ancaman siber (PPATK, 2022).

6.1 Metode Teknometrik

Metode teknometrik merupakan pendekatan yang digunakan untuk mengukur kontribusi dari empat komponen teknologi, yaitu technoware, humanware, infoware, dan orgaware dalam suatu proses transformasi input menjadi output (Casban, Marfuah and Rosyadi, 2021). Dalam konteks penilaian teknologi, teknometrik membantu kita memahami sejauh mana setiap komponen teknologi berkontribusi terhadap hasil akhir.

- **Technoware:** Merujuk pada perangkat keras (hardware) dan infrastruktur teknologi yang digunakan dalam proses produksi atau operasi. Contohnya, mesin, perangkat keras komputer, dan peralatan produksi.
- **Humanware:** Melibatkan faktor manusia, seperti pengetahuan, keterampilan, dan pengalaman. Ini mencakup tenaga kerja, pelatihan, dan kemampuan individu dalam mengoperasikan teknologi.
- **Infoware:** Berkaitan dengan data, informasi, dan sistem manajemen informasi. Ini mencakup basis data, perangkat lunak, dan alat analisis data.
- **Orgaware:** Mengacu pada struktur organisasi, kebijakan, dan prosedur yang mempengaruhi penggunaan teknologi. Ini termasuk kebijakan keamanan, proses bisnis, dan budaya perusahaan.

Dengan mengukur kontribusi masing-masing komponen ini, kita dapat memahami bagaimana teknologi berperan dalam mencapai tujuan bisnis dan mengambil keputusan yang lebih baik dalam mengelola risiko dan investasi teknologi.

Metode ini digunakan untuk mengukur kontribusi dari empat komponen teknologi dalam suatu proses transformasi input menjadi output dalam merumuskan strategi yang sesuai dengan analisis 5W1H (Aziz and Wahyuni, 2023).

Dalam menghitung persamaan yang akan digunakan dalam menilai kontribusi dari teknologi sesuai dengan rumus di bawah ini:

$$TCC = T\beta_t \times H\beta_h \times I\beta_i \times O\beta_o$$

(Indriartiningtias, 2010; Utomo and Setiastuti, 2019;
Wahyuni, 2023)

Dimana:

TCC : Technology Contribution Coefficient T

Bt : Nilai Intensitas Technoware : Nilai Intensitas
Kontribusi Technoware

H : Nilai Kontribusi Humanware

β_h : Nilai Intensitas Kontribusi Humanware

I : Nilai Kontribusi Infoware

β_i : Nilai Intensitas Kontribusi Infoware

O : Nilai Kontribusi Orgaware

Bo : Nilai Intensitas Kontribusi Orgaware

Untuk perhitungan SOTA dari setiap komponen dapat di lihat di bawah ini:

(1) SOTA untuk Technoware

$$ST = \frac{1}{10} \left(\frac{\sum t}{k} \right)$$

(Cahyono 2015. Giyanti 2015. Indrianingtias 2014)

Diketahui :

K : Jumlah kriteria komponen Technoware

$\sum t$: Jumlah nilai kriteria Technoware

(2) SOTA untuk Humanware

$$SH = \frac{1}{10} \left(\frac{\sum h}{k} \right)$$

(Cahyono 2015. Giyanti 2015. Indrianingtias 2014)

Diketahui :

h : Jumlah Kriteria komponen Humanware

$\sum t$: Jumlah nilai kriteria Humanware

(3) SOTA untuk Infoware

$$SI = \frac{1}{10} \left(\frac{\sum i}{k} \right)$$

(4) SOTA untuk Orgaware

$$SO = \frac{1}{10} \left(\frac{\Sigma o}{k} \right)$$

(Indriartiningtias, 2010; Utomo and Setiastuti, 2019;
Wahyuni, 2023)

Dimana:

o : Jumlah kriteria komponen Orgaware

Σo : Jumlah nilai kriteria Orgaware

Dalam melakukan perhitungan tentang nilai kontribusi dari tiap komponen teknologi memakai nilai batas atas dengan nilai batas bawah derajat kecanggihan dengan hasil perhitungan tingkat state of the art (SOTA) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$T = \frac{1}{9} [LT + ST(UT - LT)]$$

$$H = \frac{1}{9} [LH + SH(UH - LH)]$$

$$I = \frac{1}{9} [LI + SI(UI - LI)]$$

$$O = \frac{1}{9} [LO + SO(UO - LO)]$$

(Indriartiningtias, 2010; Utomo and Setiastuti, 2019;
Wahyuni, 2023)

Dimana:

- LT : Batas Bawah Technoware
- UT : Batas Atas Technoware
- LH : Batas Bawah Humanware
- UH : Batas Atas Humanware
- LI : Batas Bawah Infoware
- UI : Batas Atas Infoware
- LO : Batas Bawah Orgaware
- UO : Batas Atas Orgaware
- ST : SOTA Technoware
- SH : SOTA Humanware
- LI : SOTA Infoware
- SO : SOTA Orgaware

Teknometrik tidak saja dapat diterapkan pada Industri besar (produk masal), tapi juga pada industri kecil dan menengah (IKM) dengan cara berikut:

1. Analisis Komponen Teknologi:
 - a. Identifikasi komponen teknologi yang relevan dalam proses produksi atau operasi IKM. Ini melibatkan technoware (perangkat keras), humanware (tenaga kerja), infoware (data dan informasi), dan orgaware (struktur organisasi).

- b. Tinjau bagaimana setiap komponen berkontribusi terhadap produktivitas dan efisiensi IKM.
2. Pengukuran Kontribusi Komponen:
 - a. Gunakan metode teknometrik untuk mengukur kontribusi masing-masing komponen. Misalnya, berapa banyak technoware yang digunakan, seberapa efisien humanware dalam mengoperasikan teknologi, dan sejauh mana infoware mendukung pengambilan keputusan.
3. Analisis Risiko dan Investasi:
 - a. Evaluasi risiko dan manfaat dari setiap komponen teknologi. Pertimbangkan biaya, keuntungan, dan potensi risiko.
 - b. Prioritaskan investasi pada komponen yang memberikan dampak positif terbesar pada produktivitas dan keberlanjutan IKM.
4. Pengembangan Strategi Teknologi:
 - a. Berdasarkan hasil analisis, buat strategi pengembangan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan IKM.
 - b. Pertimbangkan pelatihan tenaga kerja, penggunaan perangkat lunak, dan perbaikan proses.

5. Pemantauan dan Evaluasi Terus-Menerus:
 - a. Teknometrik harus menjadi proses berkelanjutan. Pantau dan evaluasi kontribusi teknologi secara berkala.
 - b. Sesuaikan strategi berdasarkan perubahan lingkungan dan kebutuhan IKM.

6.2 Studi Kasus Manajemen Teknologi Berbasis Risiko di UKM

Beberapa studi kasus penerapan manajemen risiko pada UMKM yang dapat memberikan wawasan tentang manajemen risiko berbasis teknologi di UKM.

1. Analisis Implementasi Manajemen Risiko pada UMKM Tasikmalaya (Santana *et al.*, 2023)

Studi Santana *et al.* (2023) mengkaji penerapan manajemen risiko pada Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di Tasikmalaya, dengan fokus pada studi kasus UMKM tertentu, Mie Baso Sarirasa 81. Penelitian ini menguraikan strategi untuk manajemen risiko yang efektif di UMKM, termasuk inovasi produk, terlibat dalam promosi online, diversifikasi pemasok, mendokumentasikan Standar Operasional Prosedur (SOP) operasional, rekrutmen SDM selektif, dan memberikan pelatihan pemasaran kepada karyawan.

1) Permasalahan

- Strategi manajemen risiko yang tidak memadai di UMKM.
- Tantangan dalam inovasi produk.
- Kehadiran online dan aktivitas promosi yang terbatas.
- Ketergantungan pada satu pemasok.
- Kurangnya SOP operasional yang terdokumentasi.
- Masalah dengan perekrutan dan pelatihan SDM.

2) Metode

- Melakukan studi kasus pada UMKM Mie Baso Sarirasa 81.
- Menganalisis implementasi strategi manajemen risiko.
- Mengidentifikasi area untuk perbaikan dalam praktik manajemen risiko.
- Menilai dampak strategi pada mitigasi risiko.

3) Analisa

- Peran inovasi produk dalam manajemen risiko.
- Pentingnya promosi online untuk visibilitas UMKM.
- Diversifikasi pemasok untuk mengurangi risiko ketergantungan.

- Pentingnya SOP yang didokumentasikan untuk efisiensi operasional.
- Rekrutmen SDM selektif untuk mitigasi risiko yang lebih baik.
- Pelatihan karyawan untuk meningkatkan keterampilan pemasaran.

4) Solusi

- Mempromosikan inovasi produk yang berkelanjutan.
- Meningkatkan kehadiran online dan kegiatan promosi.
- Menumbuhkan hubungan dengan banyak pemasok.
- Menyusun dan menerapkan SOP operasional.
- Meningkatkan proses rekrutmen SDM.
- Memberikan pelatihan pemasaran kepada karyawan.

2. Analisis Risiko Teknologi Informasi Berbasis Risk Management Menggunakan ISO 31000 (Dewi and Ilham, 2023).

Penelitian berjudul “Analisis Manajemen Risiko pada UMKM Menggunakan ISO 31000” yang ditulis oleh Rista Indrayati Dewi dan Ilham berfokus pada UMKM Toko Zavier. Toko Zavier bergerak di sektor ritel dengan

menjual berbagai produk kebutuhan sehari-hari dan barang kelontong. Berikut adalah beberapa poin penting dari penelitian ini:

- 1) Permasalahan: Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sumber risiko yang dapat mempengaruhi aset, pendapatan, dan reputasi bisnis Toko Zavier.
- 2) Metode Manajemen Risiko: Penelitian ini menggunakan metode manajemen risiko yang mengikuti pedoman ISO 31000. Metode ini mencakup langkah-langkah identifikasi risiko, analisis risiko, evaluasi risiko, dan penanganan risiko.
- 3) Analisis Risiko: Hasil penelitian menunjukkan adanya beberapa kemungkinan risiko. Risiko dengan tingkat rendah meliputi keterbatasan dana untuk pembelian stok tambahan (R01), barang yang sudah kadaluwarsa (R02), dan pencurian barang (R06). Risiko dengan tingkat menengah meliputi kerusakan sistem (R03), kerusakan barang (R04), serta fluktuasi harga (R05).
- 4) Solusi: Berdasarkan analisis risiko, penelitian ini dapat membantu Toko Zavier mengambil tindakan pencegahan dan mengelola risiko dengan lebih baik.

3. Penilaian Tingkat Kandungan Teknologi dengan Metode Terintegrasi Technometrics dan Analytical Hierarchy Process (AHP) pada Usaha Kecil dan Menengah.

- 1) Permasalahan : mengetahui tingkat kandungan teknologi melalui komponen teknologi pada Usaha Kecil dan Menengah (UKM).
- 2) Metode : Metode penelitian ini adalah metode kualitatif. Data yang dikumpulkan menggunakan kuesioner yang memiliki ujung tertutup dan terbuka. Kuesioner memiliki 4 (empat) variabel, yaitu technoware, infoware, orgaware dan humanware. Objek UKM adalah Arjuna. Penelitian ini menggunakan pendekatan metode Technometrics dan Analytical Hierarchy Process (AHP). Metode teknometri digunakan untuk penilaian kontribusi komponen teknologi melalui technoware, infoware, orgaware dan humanware.

2.1 Estimasi Tingkat Sofistikasi

Penentuan nilai estimasi tingkat sosisfikasi dilakukan melalui penyebaran kuesioner. Perhitungan tingkat sotistfikasi dibedakan sesuai dengan jenis variabel nya yang terdapat pada tabel 6.1. Pada tabel tersebut terdapat nilai batas bawah

dan batas atas setiap komponen, nilai batas atas dan batas bawah digunakan untuk menghitung nilai kontribusi masing-masing komponen teknologi.

Tabel 6. 1 Penilaian Batas Bawah dan Batas Atas
Komponen Teknologi

Komponen	Limit	
	Lower	Upper
Technoware	LT:	UT:
Humanware	LH:	UH:
Infoware	LI:	UL:
Orgaware	LO:	UO:

Dimana:

LT = Lower Technoware

UT = Upper Technoware

LH = Lower Humanware

UH = Upper Humanware

LI = Lower Infoware

UI = Upper Infoware

LO = Lower Orgaware

UO = Upper Orgaware

2.2 Estimasi Tingkat Sofistikasi

Penilaian kecanggihan mutakhir merupakan prosentase keadaan teknologi fasilitas yang diteliti terhadap fasilitas yang terbaik di dunia. Rumus untuk mengukur rating state of the art (Indriartiningtias, 2010; Utomo and Setiastuti, 2019; Wahyuni, 2023) adalah sebagai berikut:

Rating state of the art komponen technoware, yaitu:

$$ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_k t_k}{k_t} \right] ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_k t_k}{k_t} \right]$$

ST_i = State of the art technoware

k = 1,2, ... k_t

t_k = k-criteria score for technoware at company level.

Rating state of the art komponen humanware, yaitu:

$$SH_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_j h_j}{i_h} \right] SH_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_j h_j}{i_h} \right]$$

SH_i = State of the art humanware

i = 1,2, ... i_h

h_j = j-criteria score for humanware at company level.

Rating state of the art komponen infoware, yaitu:

$$SI_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_m f_m}{m_f} \right] SI_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_m f_m}{m_f} \right]$$

SI_i = State of the art infoware

$M = 1,2, \dots, m_f$

f_m = m-criteria score for infoware at company level.

**Rating state of the art komponen orgaware,
yaitu:**

$$SO_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_n O_n}{n_o} \right] SO_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_n O_n}{n_o} \right]$$

SO_i = State of the art infoware

$n = 1,2, \dots, n_o$

O_n = m-criteria score for infoware at company level.

2.3 Penentuan Kontribusi Komponen

Berdasarkan nilai pada tingkat sotisfikasi pada hasil rating state of the art, maka proses berikutnya adalah menghitung nilai kontribusi komponen teknologi. Rumus yang digunakan untuk menghitung kontribusi komponen teknologi (Indriartiningtias, 2010; Utomo and Setiastuti, 2019; Wahyuni, 2023) adalah sebagai berikut:

$$T = \frac{1}{9} [LT + ST(UT - LT)] T = \frac{1}{9} [LT + ST(UT - LT)]$$

$$H = \frac{1}{9} [LH + SH(UH - LH)] \quad H = \frac{1}{9} [LH + SH(UH - LH)]$$

$$I = \frac{1}{9} [LI + SI(UI - LI)] \quad I = \frac{1}{9} [LI + SI(UI - LI)]$$

$$O = \frac{1}{9} [LO + SO(UO - LO)] \quad O = \frac{1}{9} [LO + SO(UO - LO)]$$

2.4 Penilaian Intensitas Kontribusi Komponen

Tujuan penilaian intensitas kontribusi komponen. Pengukuran dilakukan dengan pendekatan konsep AHP.

2.5 Perhitungan Koefisien Kontribusi Teknologi

Perhitungan koefisien kontribusi teknologi bertujuan untuk menunjukkan kontribusi teknologi dari total transformasi input menuju output. Rumus perhitungannya yaitu:

$$TCC = T^{\beta_t} \times H^{\beta_h} \times I^{\beta_i} \times O^{\beta_o} \quad TCC = T^{\beta_t} \times H^{\beta_h} \times I^{\beta_i} \times O^{\beta_o}$$

Dimana:

TCC = Technology Contribution Coefficient

T = Nilai kontribusi komponen technoware

H = Nilai kontribusi komponen humanware

I = Nilai kontribusi komponen infoware

O = Nilai kontribusi komponen orgaware

β_t = Nilai Intensitas Kontribusi Technoware

β_h = Nilai Intensitas Kontribusi Humanware

β_i = Nilai Intensitas Kontribusi Infoware

β_o = Nilai Intensitas Kontribusi Orgaware

Klasifikasi tingkat kecanggihan teknologi terdapat pada tabel 6.2 dan tabel 6.3 sebagai berikut:

Tabel 6. 2 Penilaian Kualitatif Berdasarkan Selang Nilai TCC

Nilai TCC	Klasifikasi
$0 < TCC < 0.1$	Sangat Rendah
$0.1 < TCC < 0.3$	Rendah
$0.3 < TCC < 0.5$	Cukup
$0.5 < TCC < 0.7$	Baik
$0.7 < TCC < 0.9$	Sangat Baik
$0.9 < TCC < 1.0$	Kecanggihan Modern

Tabel 6. 3 Klasifikasi Tingkat Teknologi Berdasarkan Nilai TCC

Nilai TCC	Klasifikasi
$0 < TCC < 0.3$	Tradisional
$0.3 < TCC < 0.7$	Semi Modern
$0.7 < TCC < 1.0$	Modern

3) Hasil Penelitian

Lokasi pembuatan genteng terdapat di daerah Balong, Blora Jawa Tengah. Pabrik yang membuat genteng ini adalah UKM Arjuna. Bahan baku pembuatan genteng adalah tanah liat. Tanah liat diperoleh dengan harga beli Rp. 30.000 / m³. Beberapa fasilitas yang terdapat pada UKM Arjuna adalah 4 alat cetak genteng, 1 buah alat giling, 1 buah tempat pembakaran dan beberapa rak dan nampan yang digunakan untuk menjaga kontinuitas dari proses produksi pembuatan genteng. Tahapan proses pembuatan genteng terdapat empat tahapan, yaitu (1) Menyiram tanah liat sebagai bahan baku sampai menjadi adonan, kemudian adonan digiling dengan mesin giling. Tujuan dari penggilingan ini adalah supaya material padat dan pengganggu seperti batu, kerikil dapat hancur serta memadatkan struktur dari tanah liat tersebut. Kemudian hasil dari proses penggilingan tersebut, maka tanah liat siap dicetak. (2) Tanah liat hasil gilingan dipotong-potong, kemudian di cetak press dan jadilah genteng sesuai cetakan. Sebelum tanah dibentuk di cetakan, terlebih dahulu cetakan dilumasi dengan minyak khusus

supaya dalam pemisahan hasil cetakan dengan alat cetaknya tidak sulit. (3) Proses pengeringan. Proses pengeringan membutuhkan waktu kurang lebih 1 hari, tergantung dari cuacanya. Jika cuaca hujan atau mendung membutuhkan waktu lebih dari 1 hari. Tujuan dikeringkannya genteng adalah supaya daya ikatan baha tanah liat kuat dan tidak mudah patah. Setelah kering, genteng diap disusun dalam tungku pembakaran. Dalam penyusunan genteng di dalam tungku, tidak boleh menutup lubang asap bila menutupi lubang asap akan menyebabkan susunan genteng paling atas akan mengalami kematangan yang kurang sempurna, sehingga harga jual menurun dan menyebabkan kerugian. (4) Pembakaran. Pada proses pembakaran diperlukan 2 (dua) orang pekerja, karena untuk bergilira menjaga kestabilan panas agar genteng lebih berkualitas. Bahan bakar yang digunakan adalah kayu dan sekam. Waktu pembakaran adalah 24 jam dan kemudian diangin-anginkan selama 1 hari. Kapasitas tungku pembakaran adalah 10.000 – 15.000 buah genteng.

3.1 Identifikasi Kriteria Indikator Komponen

Dalam pengukuran tingkat komponen teknologi terlebih dahulu menyusun dan mengidentifikasi dan menyusun kriteria-kriteria yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 6. 4 Kriteria Penilaian

Komponen Teknologi	Kriteria
Technoware	Departemen Penggilingan Departemen Percetakan Departemen Pengeringan Departemen Pembakaran
Humanware	Pemilik Karyawan
Infoware	Perangkat Komunikasi Desain Produk Harga Produk
Orgaware	Kepemimpinan Kemampuan Bekerjasama Kemampuan bersaing

3.2 Identifikasi Kriteria Indikator Komponen

Berdasarkan kriteria tersebut, selanjutnya digunakan untuk menyusun dan mengukur nilai

estimasi tingkat sotisfikasi. Hasil pengukuran estimasi tingkat sotisfikasi terdapat pada tabel 6.5, tabel 6.6, tabel 6.7 dan tabel 6.8.

Tabel 6. 5 Perhitungan Lower and Upper KomponenTechnoware

Komponen Technology	SME of Arjuna	
	Lower Limit	Upper Limit
Departemen Penggilingan	1	3
Departemen Percetakan	1	3
Departemen Pengeringan	1	3
Departemen Pembakaran	2	3
Degree of Sophistication Technoware	1.25	3.5

Tabel 6. 6 Perhitungan Lower and Upper Komponen Humanware

Technology Technology	SME of Arjuna	
	Lower Limit	Upper Limit
Pemilik	3	5
Karyawan	1	3
Degree of Sophistication Humanware	2	4

Tabel 6. 7 Perhitungan Lower and Upper Komponen Infoware

Komponen Technology	SME of Arjuna	
	Lower Limit	Upper Limit
Perangkat Komunikasi	2	4
Desain Produk	2	5
Harga Produk	2	4
Degree of Sophistication Infoware	2	4.3

Tabel 6. 8 Perhitungan Lower and Upper Komponen Orgaware

Komponen Technology	SME of Arjuna	
	Lower Limit	Upper Limit
Kepemimpinan	1	3
Kemampuan Bekerjasama	1	3
Kemampuan bersaing	1	3
Degree of Sophistication Orgaware	1	3

3.3 Perhitungan Penilaian Kecanggihan Mutakhir

Berdasarkan perhitungan nilai estimasi yang terdapat pada tabel 6.5, tabel 6.6, tabel 6.7 dan tabel 6.8, maka hasil perhitungan tersebut akan digunakan dalam melakukan perhitungan penilaian kecanggihan mutakhir atau state of the art (SOA). Berikut ini adalah hasil perhitungan SOA technoware, humanware, infoware dan orgaware yang terdapat pada tabel 6.9.

Tabel 6.9 Hasil Perhitungan State of The Art

Komponen Teknologi	Kriteria	Komponen Technoware	Score
Technoware	Departemen Penggilingan	Mesin	4
		Giling/Molen	3
		Cangkul	3
		Ember	3
	Departemen Percetakan	Alat Cetak	3
		Nampan	2
		Linggis	2
		Nampan	2
	Departemen Pengeringan	Rak	2
		Pengeringan	4
	Kapi	2	

	Departemen Pembakaran Jumlah Total State of The Art Technoware	Tempat Pembakaran Kayu Bakar Blower	4 34 $= 1/10 \times$ [34/12] $= 0.28$
Humanware	Pemilik Karyawan Jumlah Total State of The Art Humanware	Kreativitas Orientasi Efisiensi Kedisiplin Keberanian Kreatifitas Kedisiplinan Efisiensi	4 3 3 3 3 3 4 3 26 $= 1/10 \times$ [26/8] $= 0.3$
Infoware	Perangkat Komunikasi Desain Produk	Akses Informasi	4 4 4

	Harga Produk	Desain	3
		Inovatif	15
	Jumlah Total	Bersaing	=1/10 x
	State of The Art	Sesuai Pasar	[15/4]
	Infoware		= 0.37
Orgaware	Kepemimpinan	Kemampuan memimpin	4
	Kemampuan Bekerjasama	Akses kerjasama	4
	Kemampuan bersaing	terbuka	3
		Berdaya saing	3
		Produk	14
		berkualitas	=1/10 x
	Jumlah Total		[14/4]
	State of The Art		= 0.35
	Infoware		

3.4 Perhitungan Penilaian Kecanggihan Mutakhir

Perhitungan Kontribusi Komponen, yaitu:

Kontribusi Komponen Technoware

$$T = \frac{1}{9} [LT + ST(UT - LT)] \quad T = \frac{1}{9} [LT + ST(UT - LT)]$$

$$= 1/9 [1.25 + 0.28 (3.5 - 1.25)] = 0.188$$

Kontribusi Komponen Humanware

$$H = \frac{1}{9} [LH + SH(UH - LH)] \quad H = \frac{1}{9} [LH + SH(UH - LH)]$$

$$= 1/9 [2+0.3 (4-2)] = 0.260$$

Kontribusi Komponen Inforware

$$I = \frac{1}{9} [LI + SI(UI - LI)] \quad I = \frac{1}{9} [LI + SI(UI - LI)]$$

$$= 1/9 [2+0.37 (4.3 - 2)] = 0.285$$

Kontribusi Komponen Orgaware

$$O = \frac{1}{9} [LO + SO(UO - LO)] \quad O = \frac{1}{9} [LO + SO(UO - LO)]$$

$$= 1/9 [1+0.35 (3-1)] = 0.189$$

3.5 Penilaian Intensitas Kontribusi Komponen

Berdasarkan perhitungan pembobotan dengan metode analytical hierarchy process (AHP) untuk tiap komponen teknologi terdapat pada tabel 6.10.

Tabel 6. 10 Bobot dari Komponen Teknologi

Komponen	Bobot
Technoware	0.46
Humanware	0.22
Infoware	0.20
Orgaware	0.11

3.6 Koefisien Kontribusi Teknologi Perhitungan (TCC)

Berdasarkan perhitungan hasil dari peringkat kontribusi komponen dan bobot komponen teknologi menggunakan metode AHP, kemudian mengandalkan nilai TCC. AHP telah digunakan di banyak bidang penelitian termasuk pemilihan alternatif terbaik, perencanaan, pemilihan sumber daya, resolusi konflik, optimalisasi dll. Selain itu, AHP digunakan untuk memecahkan masalah dunia nyata

$$\begin{aligned}
 TCC &= T^{\beta_t} \times H^{\beta_h} \times I^{\beta_i} \times O^{\beta_o} \\
 TCC &= T^{\beta_t} \times H^{\beta_h} \times I^{\beta_i} \times O^{\beta_o} \\
 &= 0.188^{0.46} \times 0.260^{0.22} \times 0.285^{0.20} \times 0.189^{0.11} \\
 &= 0.223
 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai perhitungan TCC sebesar 0.223 menunjukkan bahwa UKM Arjuna terdapat pada klasifikasi rendah dan tingkat kesiapan teknologi tradisional

4) Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tingkat kecanggihan komponen teknologi di UKM Arjuna untuk technoware sebesar 0.188, humanware sebesar 0.260, infoware sebesar 0.20 dan komponen orgaware sebesar 0.11. Sehingga dapat digambarkan grafik radar teknometrik di UKM Arjuna. Sehingga nilai kontribusi teknologi yang

paling tinggi terdapat pada komponen humanware, sedangkan komponen technology terendah pada komponen orgaware.

6.3 Studi Kasus Manajemen Teknologi Berbasis Risiko di Perusahaan (Industri)

Studi kasus penerapan manajemen risiko berbasis teknologi di perusahaan (industri) yang dapat dijadikan referensi dalam menambah wawasan:

1. Manajemen Risiko Teknologi Informasi Menggunakan Framework ISO 31000 (Harahap, 2014)

Dalam jurnal “Manajemen Risiko Teknologi Informasi Menggunakan Framework ISO 31000 (Studi Kasus: Sistem Infrastruktur TI Telkom Indonesia)” yang ditulis oleh Nazruddin Safaat Harahap pada tahun 2014, penulis membahas permasalahan terkait teknologi informasi (TI) yang terjadi pada perusahaan sektor industri layanan telekomunikasi. Berikut adalah poin-poin penting dari jurnal tersebut:

Permasalahan Terkait TI:

- o Banyak bencana alam di Indonesia mengakibatkan tidak berfungsinya sistem infrastruktur TI PT. Telkom

Indonesia, sehingga pelanggan tidak dapat menggunakan layanan dari Telkom.

- Infrastruktur TI merupakan aset penting dan harus dikelola secara efektif untuk memaksimalkan penggunaannya serta mengurangi risiko terkait.

Metode Analisis Risiko:

- Penulis menggunakan framework ISO 31000:2009 untuk menganalisis risiko TI.
- Framework ini mempertimbangkan risiko TI sebagai bagian integral dari kerangka risiko perusahaan.

Dalam studi kasus “Manajemen Risiko Teknologi Informasi Menggunakan Framework ISO 31000 (Studi Kasus: Sistem Infrastruktur TI Telkom Indonesia)” yang ditulis oleh Nazruddin Safaat Harahap pada tahun 2014, penulis menganalisis risiko terkait dengan teknologi informasi (TI) di PT. Telkom Indonesia menggunakan framework ISO 31000:2009. Berikut adalah langkah-langkah penerapan ISO 31000 pada studi kasus ini:

1. Identifikasi Risiko:

- Tim peneliti mengidentifikasi risiko yang terkait dengan infrastruktur TI PT. Telkom Indonesia.

- Risiko ini mencakup aspek keamanan, kerentanan, dan ketidakstabilan sistem.
2. Analisis Risiko:
 - Penulis menggunakan framework ISO 31000:2009 untuk menganalisis risiko.
 - Framework ini mempertimbangkan risiko TI sebagai bagian integral dari kerangka risiko perusahaan.
 3. Penilaian Risiko:
 - Setelah mengidentifikasi risiko, tim menilai dampak dan probabilitas masing-masing risiko.
 - Hasil penilaian digunakan untuk mengurutkan risiko berdasarkan tingkat kepentingan.
 4. Perencanaan Tindakan Pengendalian:
 - Tim mengusulkan tindakan pengendalian untuk mengurangi risiko.
 - Ini termasuk perbaikan kebijakan, prosedur, dan infrastruktur teknologi informasi.
 5. Implementasi dan Pemantauan:
 - Tindakan pengendalian diimplementasikan dan dipantau secara berkala.

- Evaluasi dilakukan untuk memastikan efektivitas tindakan pengendalian.

Framework ISO 31000:2009 membantu mengidentifikasi, menilai, dan mengelola risiko TI secara terstruktur.

Data Penelitian:

- Penelitian ini menggunakan data sekunder dari laporan tahunan dan situs perusahaan yang akan diteliti.

Rekomendasi (Solusi):

1. Pengelolaan Keamanan:

- Perusahaan harus memastikan keamanan infrastruktur TI dengan mengadopsi praktik terbaik dalam manajemen keamanan informasi.
- Implementasikan kebijakan keamanan yang ketat, termasuk penggunaan sandi yang kuat, akses terbatas, dan pemantauan aktivitas.
- Perencanaan Kontinjensi:
 - Telkom Indonesia harus memiliki rencana kontinjensi yang baik untuk menghadapi bencana alam atau insiden lain yang dapat mempengaruhi infrastruktur TI.

- Rencana ini harus mencakup pemulihan sistem, cadangan data, dan komunikasi darurat.
 - Evaluasi dan Peningkatan Berkelanjutan:
 - Lakukan evaluasi rutin terhadap risiko TI dan efektivitas tindakan pengendalian.
 - Terus tingkatkan infrastruktur TI dan proses manajemen risiko berdasarkan hasil evaluasi.
2. Manajemen Risiko Teknologi Informasi: Studi Kasus pada Perusahaan Jasa (Viyanto *et al.*, 2013)

Dalam jurnal “Manajemen Risiko Teknologi Informasi: Studi Kasus pada Perusahaan Jasa” yang ditulis oleh Achmad Reza Viyanto, Okhran Steve Latuihamallo, Franky Mangihut Tua, Anderes Gui, dan Suryanto pada tahun 2013, penulis membahas tentang risiko yang terkait dengan penerapan teknologi informasi di perusahaan. Berikut adalah beberapa poin penting dari jurnal tersebut:

Tujuan Penelitian:

- 1) Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengukur risiko yang dapat terjadi kapan saja dalam penerapan teknologi informasi di sebuah perusahaan.

- 2) Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan informasi tentang risiko yang terkait dengan keamanan sistem teknologi informasi perusahaan.

Metode Penelitian:

- 1) Penulis menggunakan metode pengumpulan data dan analisis.
- 2) Pengumpulan data melibatkan studi literatur dan studi lapangan, yang dilakukan melalui wawancara dan observasi.
- 3) Teknik analisis yang digunakan untuk mengukur risiko adalah OCTAVE-S.

Dalam studi kasus “Manajemen Risiko Teknologi Informasi” yang menggunakan metode OCTAVE dilakukan analisis risiko dengan pendekatan berikut:

a) Identifikasi Risiko:

- Tim peneliti mengidentifikasi risiko yang terkait dengan penerapan teknologi informasi di perusahaan jasa.
- Risiko ini mencakup aspek keamanan, kerentanan, dan ketidakstabilan sistem.

b) Analisis Risiko:

- Penulis menggunakan metode OCTAVE-S untuk menganalisis risiko.

- OCTAVE-S (Operationally Critical Threat, Asset, and Vulnerability Evaluation - Security) adalah metode yang fokus pada aspek operasional dan keamanan.
 - Tim mengidentifikasi ancaman, aset yang terlibat, dan kerentanannya.
- c) Penilaian Risiko:
- Setelah mengidentifikasi risiko, tim menilai dampak dan probabilitas masing-masing risiko.
 - Hasil penilaian digunakan untuk mengurutkan risiko berdasarkan tingkat kepentingan.
- d) Perencanaan Tindakan Pengendalian:
- Tim mengusulkan tindakan pengendalian untuk mengurangi risiko.
 - Ini termasuk perbaikan kebijakan, prosedur, dan infrastruktur teknologi informasi.
- e) Implementasi dan Pemantauan:
- Tindakan pengendalian diimplementasikan dan dipantau secara berkala.
 - Evaluasi dilakukan untuk memastikan efektivitas tindakan pengendalian.

Hasil Penelitian/Solusi:

- 1) Risiko yang terkait dengan manajemen keamanan, perencanaan kontingensi, manajemen kerentanan, serta desain dan arsitektur keamanan ditemukan.
- 2) Penelitian ini menyimpulkan bahwa masih banyak risiko yang dapat mengancam perusahaan, seperti kurangnya rencana kontingensi dan pemulihan bencana.

Daftar Pustaka

- Aas-Haug, B. and Haskins, C. (2021) 'The risk maturity model: a new tool for improved risk management and feedback', *INCOSE International Symposium*, 31(1), pp. 614–633. Available at: <https://doi.org/10.1002/j.2334-5837.2021.00858.x>.
- Abidin, N.H.Z. (2017) 'Factors Influencing the Implementation of Risk-Based Auditing', *Asian Review of Accounting*, 25(3), pp. 361–375. Available at: <https://doi.org/10.1108/ara-10-2016-0118>.
- Adiantoro, B. (2020) 'Analisis Kemampuan Teknologi Pt X Dengan Pendekatan Teknometrik Dan Analytical Network Process (Anp)', *Bina Teknika*, 15(2), p. 85. Available at: <https://doi.org/10.54378/bt.v15i2.1024>.
- Adyuta, H.R. and Prabandari, S.P. (2022) 'PENGARUH ORIENTASI KEWIRAUSAHAAN, INOVASI RADIKAL, DAN STRATEGI BISNIS TERHADAP KINERJA PERUSAHAAN', *JURNAL KEWIRAUSAHAAN DAN INOVASI*, 1(3), pp. 315–323.
- Ágoston, S.M.I., van Mourik, P.C. and Strengers, P.F.W. (2011) 'Quality risk management: a valuable tool in implementing, maintaining and improving a quality management system', *ISBT Science Series*, 6(1), pp. 52–55. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1751->

2824.2011.01435.x.

Ajjan, H., Kumar, R.L. and Subramaniam, C. (2016) 'Information technology portfolio management implementation: a case study', *Journal of Enterprise Information Management*, 29(6), pp. 841–859. Available at: <https://doi.org/10.1108/JEIM-07-2015-0065>.

Alam, W.Y. et al. (2023) *Menggali Potensi Manajemen Inovasi*. Edited by A. Sofatunisa. Sumedang: CV. Mega Press Nusantara.

Almeida, N.M. et al. (2015) 'Engineering risk management in performance-based building environments', *Journal of Civil Engineering and Management*, 21(2), pp. 218–230. Available at: <https://doi.org/10.3846/13923730.2013.802740>.

De Almeida, N.M. et al. (2015) 'Managing the technical risk of performance-based building structures', *Journal of Civil Engineering and Management*, 21(3), pp. 384–394. Available at: <https://doi.org/10.3846/13923730.2014.893921>.

Altheide, D. (2010) 'Risk communication and the', *Intellect*, 2(2), pp. 145–158. Available at: <https://doi.org/10.1386/cjcs.2.2.145>.

Amirshenava, S. and Osanloo, M. (2018) 'Mine closure risk management: An integration of 3D risk model and MCDM techniques', *Journal of Cleaner Production*, 184, pp. 389–401. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.186>.

- An, M., Chen, Y. and Baker, C.J. (2011) 'A fuzzy reasoning and fuzzy-analytical hierarchy process based approach to the process of railway risk information: A railway risk management system', *Information Sciences*, 181(18), pp. 3946–3966. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2011.04.051>.
- Anes, V. et al. (2018) 'A new risk prioritization model for failure mode and effects analysis', *Quality and Reliability Engineering International*, 34(4), pp. 516–528. Available at: <https://doi.org/10.1002/qre.2269>.
- Anggrahini, D., Karningsih, P.D. and Sulistiyono, M. (2015) 'Managing Quality Risk in a Frozen Shrimp Supply Chain: A Case Study', *Procedia Manufacturing*, 4(Iess), pp. 252–260. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.039>.
- Arief, J. and Hakim, R. (2003) 'Studi Pengembangan Model Manajemen Risiko Usaha Bangunan Baru C-117 C-118', pp. 117–123.
- Arum, A. and Payamta, P. (2022) 'Analysis Of the Effectiveness of Risk Based Internal Audit Implementation: A Case Study', *Quality - Access to Success*, 23(190). Available at: <https://doi.org/10.47750/QAS/23.190.09>.
- Aryanto, R. (2023) Open Innovation: Berkolaborasi untuk Menjadi Unggul, PPM Manajemen : Solusi Manajemen Terintergrasi. Available at: <https://ppm-manajemen.ac.id/open-innovation-berkolaborasi-untuk->

menjadi-unggul-bagian-2/ (Accessed: 5 August 2024).

Asadi, P. et al. (2018) 'Project Risk Evaluation by Using a New Fuzzy Model Based on Elena Guideline', *Journal of Civil Engineering and Management*, 24(4), pp. 284–300. Available at: <https://doi.org/10.3846/jcem.2018.3070>.

Atle Ødegård and Stål Bjørkly (2021) *Improving Interagency Collaboration, Innovation and Learning in Criminal Justice Systems*, *Improving Interagency Collaboration, Innovation and Learning in Criminal Justice Systems*. Edited by S. Hean et al. Cham: Springer International Publishing. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-70661-6>.

Aziz, I. (2024) *Inovasi Menemukan Cara Baru dalam Mengembangkan Bisnis: Motivasi Bisnis bagi Pemula*. Yogyakarta: CAHAYA HARAPAN.

Aziz, R.Z. and Wahyuni, H.C. (2023) 'Strategy To Increase Technological Sophistication To Increase Helmet Productivity With Technometric Methods And 5W1H', *Indonesian Journal of Innovation Studies*, 23, pp. 1–18. Available at: <https://doi.org/10.21070/ijins.v23i.1045>.

Badin, P. and Hamid, H. (2022) 'Risk Management Theory and Model in Teacher Characters Building Course: A Literature Review', *ANP Journal of Social Sciences and Humanities*, 3(1), pp. 10–18. Available at: <https://doi.org/10.53797/anp.jssh.v3i1.2.2022>.

Bahauddin, A. and Minata, P.R. (2015) 'Analisis dan Strategi Penanganan Risiko Supply Chain Pada PT . Batik Banten

- Indonesia Menggunakan AHP dan', 14(1), pp. 69–80.
- Ball-King, L.N. (2022) 'Are Misunderstandings over "Risk" Contributing to Difficulties in Assessing and Managing Safety in the Public Domain?', *Journal of Service Science and Management*, 15(05), pp. 516–530. Available at: <https://doi.org/10.4236/jssm.2022.155030>.
- Bell, M. (2009) 'Innovation, Sustainability, Development: A New Manifesto Innovation Capabilities and Directions of Development', in.
- Bhattacharya, J. (2015) 'Quality Risk Management- Understanding and Control the Risk in Pharmaceutical Manufacturing Industry', *International Journal of Pharmaceutical Science Invention* ISSN, 4(1), pp. 29–41.
- Binar Academy (2023) '70% Perusahaan Gagal Bertransformasi Digital, Ini Penyebabnya'.
- Boehm, J. et al. (2019) 'The risk-based approach to cybersecurity'. McKinsey Company.
- Brown, P. (2020) 'Studying COVID-19 in light of critical approaches to risk and uncertainty: research pathways, conceptual tools, and some magic from Mary Douglas', *Health, Risk and Society*, 22(1), pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.1080/13698575.2020.1745508>.
- BSNI (2018) *Manajemen Risiko Berbasis SNI ISO 31000*. 1st edn. Edited by K. Nasrudin Irawan, Mayastria Yekttiningtyas and W.S.S. Andriani. Jakarta: Badan

Standardisasi Nasional Indonesia.

Carmignani, G. (2009) 'An integrated structural framework to cost-based FMECA : The priority-cost FMECA', 94, pp. 861–871. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.res.2008.09.009>.

Casban, Marfuah, U. and Rosyadi, L.S. (2021) 'Penerapan Metode Teknometrik untuk Mengukur Kontribusi Komponen Teknologi dalam Proses Produksi Industri Kecil dan Menengah', JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri, 8(2), p. 1. Available at: <https://doi.org/10.24853/jisi.8.2.1-12>.

Chang, B. (2023) 'Customer Risk Management and CAPM Model Application', Modern Economics & Management Forum, 4(3), p. 47. Available at: <https://doi.org/10.32629/memf.v4i3.1372>.

Chockalingam, A., Dabadghao, S. and Soetekouw, R. (2018) 'Strategic risk, banks, and Basel III: estimating economic capital requirements', Journal of Risk Finance, 19(3), pp. 225–246. Available at: <https://doi.org/10.1108/JRF-11-2016-0142>.

Culp, C.L. (2001) The risk management process: Business strategy and tactics. John Wiley & Sons.

Dede, O.Ç. (2020) 'Integrating Heather Douglas' Inductive Risk Framework with an Account of Scientific Evidence: Why and How?', Perspectives on Science, 28(6), pp. 737–763. Available at: https://doi.org/10.1162/posc_a_00358.

Deloitte (2023) 'Menuju Penerapan Manajemen Risiko dan Tata Kelola Terintegrasi Playbook & Deloitte Point of View'.

Dewi, R.I. and Ilham, I. (2023) 'Analisis Manajemen Risiko pada UMKM Menggunakan Iso 31000', *Jurnal Bisnis, Manajemen, Dan Informatika (Jbmi)*, 20(2), pp. 124–135. Available at: <https://doi.org/10.26487/jbmi.v20i2.32130>.

Digital Transformasi Indonesia-DTI (2023) '8 Perusahaan yang Sukses Melakukan Transformasi Digital'.

digital worker (2023) 'Perusahaan yang Sudah Menerapkan Transformasi Digital'.

Dimiyati, M. (2022) *Metode Penelitian untuk Semua Generasi*. Jakarta: UI Publishing.

Duval, C. et al. (2012) 'A Bayesian network-based integrated risk analysis approach for industrial systems: Application to heat sink system and prospects development', *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*, 226(5), pp. 488–507. Available at: <https://doi.org/10.1177/1748006X12451091>.

Elliott, M.W. (2018) *Risk management principles and practices*. American Institute for Chartered Property Casualty Underwriters.

Evans, R. et al. (2008) 'The Caries Management System: an evidence-based preventive strategy for dental

practitioners. Application for adults’, *Australian Dental Journal*, 53(1), pp. 83–92. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2007.00004.x>.

Ezrahovich, A.Y. et al. (2017) ‘Risk-based thinking of ISO 9001:2015 - The new methods, approaches and tools of risk management’, *Proceedings of the 2017 International Conference ‘Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies’, IT and QM and IS 2017*, pp. 506–511. Available at: <https://doi.org/10.1109/ITMQIS.2017.8085872>.

Fan, L. and Shaffer, S. (2004) ‘Efficiency versus risk in large domestic US banks’, *Managerial Finance*, 30(9), pp. 1–19. Available at: <https://doi.org/10.1108/03074350410769245>.

Fortune Indonesia (2023) ‘Ada 70 perusahaan gagal bertransformasi digital ini penyebabnya’.

Galvin, J. (2017) ‘Critical role of risk management in ground engineering and opportunities for improvement’, *International Journal of Mining Science and Technology*, 27(5), pp. 725–731. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2017.07.005>.

Ghodang, H. and Fidela (2023) *Kepemimpinan Technopreneurship*. Bogor: Halaman Moeka Publishing.

Grobe, D., Douthitt, R. and Zepeda, L. (1999) ‘Consumer risk perception profiles regarding recombinant bovine growth hormone (rbGH)’, *Journal of Consumer Affairs*, 33(2), pp. 254–275. Available at:

<https://doi.org/10.1111/j.1745-6606.1999.tb00070.x>.

De Groot, K. and Thurik, R. (2018) 'Disentangling Risk and Uncertainty: When Risk-Taking Measures Are Not About Risk', *Frontiers in Psychology*, 9(NOV), pp. 1–7. Available at: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02194>.

Handayani, R., Utami, E. and Luthfi, E.T. (2023) 'Systematic Literature Review on Auditing Information Technology Risk Management Using the COBIT Framework', *Prisma Sains Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan Ipa Ikip Mataram*, 11(4), p. 1028. Available at: <https://doi.org/10.33394/j-ps.v11i4.8871>.

Handoko, E. (2022) *Perusahaan Perlu Menerapkan Transfer Teknologi dan Bagaimana Proses Transfer Teknologi?*, Kompasiana Beyond Blogging. Available at: <https://www.kompasiana.com/edwinhandoko2833/6294660bbb448654173782c2/perusahaan-perlu-menerapkan-transfer-teknologi-dan-bagaimana-proses-transfer-teknologi?page=all> (Accessed: 9 August 2024).

Haning, M.T., Hasniati and Tahili, M.H. (2020) *PUBLIC TRUST: DALAM PELAYANAN ORGANISASI PUBLIK KONSEP, DIMENSI DAN STRATEGI*. 1st edn. Makassar: UPT Unhas Press. Available at: https://books.google.co.id/books?id=xrsXEAAAQBAJ&pg=PA298&dq=Definisi+Inovasi&hl=en&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwj9hPCRz-aHAXVtyzgGHbcvPag4KBD0AXoECAQQAg#v=onepage&q=Definisi+Inovasi&f=false.

- Harahap, N.S. (2014) ‘Manajemen Risiko Teknologi Informasi Menggunakan Framework ISO 31000 (Studi Kasus: Sistem Infrastruktur TI Telkom Indonesia)’, *Jurnal Sains dan Teknologi Industri*, 9(1), pp. 52–66.
- Harpster, R.A. (2016) ‘How FMEAs can be the cornerstone of ISO 2001:2015 compliant risk based quality management system’, *Proceedings - Annual Reliability and Maintainability Symposium*, 2016-April. Available at: <https://doi.org/10.1109/RAMS.2016.7448088>.
- Hartanto, E.T., Ciptomulyono, U. and Ahmadi, A. (2016) ‘Aplikasi Failure Mode Effect and Criticality Analysis (Fmeca) Dalam Penentuan Interval Waktu Penggantian Komponen Kritis Radar Jrc Jma 5310 Pada Kri Satuan Kapal Patroli Koarmatim’, *Asro Journal-Sttal*, 6, pp. 1–12.
- hasbimutsani (2021) ‘Pengertian Risiko – Jenis, Sumber, Karakteristik, Dan Contohnya Lengkap’, pp. 1–5.
- Hassan, A. and Dayarian, I. (2008) ‘Cost-based FMEA and ABC Concepts for Manufacturing Process Plan Evaluation’, pp. 197–202.
- Hillson, D. and Murray-Webster, R. (2017) *Understanding and Managing Risk Attitude*. Routledge. Available at: <https://doi.org/10.4324/9781315235448>.
- Himamul ’aliyah, S. et al. (2020) ‘Analisis Teknometrik Pada Galangan Kapal Milik Kud (Koperasi Unit Desa) Saron Mino Di Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati, Jawa Tengah’, *Journal of Fisheries Resources Utilization*

Management and Technology, 9(1), pp. 64–73.

Hubbard, D.W. (2020) *The Failure of Risk Management, The Failure of Risk Management: Why It's Broken and How to Fix It*. Wiley. Available at: <https://doi.org/10.1002/9781119521914>.

IBM (no date) 'Apa itu manajemen risiko siber?' IBM.

Indriartiningtias, R. (2010) 'Diktat manajemen teknologi'.

Integra Tehnologi Solisi (2023) 'Ini Dia Perbedaan Tata Kelola IT dan Manajemen IT'.

Iswahyudi, M.S. et al. (2023) *PENGANTAR TEKNOLOGI MANAJEMEN BISNIS*. Batam: Yayasan Cendikia Mulia Mandiri.

jamescookuniversity (2019) 'Risk Assessment and Quality Project Management'. James Cook University Australia.

Julien Florkin (2024) 'AI dalam Manajemen Risiko: 7 Aspek Kuat'.

Karim, M.S.A., San, O.T. and Muhammad, H. (2023) 'The Decline of Project Management Maturity Models: A Review Paper', *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 13(5). Available at: <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v13-i5/16972>.

Khansa, A. (2021) *Pengertian Teknologi: Jenis-Jenis, Manfaat, Dampak Negatif dan Positif*, Gramedia Blog. Available at: <https://www.gramedia.com/literasi/iptek/> (Accessed:

2 August 2024).

Khatib, M. El, Shehhi, H. Al and Nuaimi, M. Al (2023) 'How Big Data and Big Data Analytics Mediate Organizational Risk Management', *Journal of Financial Risk Management*, 12(01), pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.4236/jfrm.2023.121001>.

Koulinas, G.K. et al. (2019) 'Risk assessment using fuzzy TOPSIS and PRAT for sustainable engineering projects', *Sustainability (Switzerland)*, 11(3). Available at: <https://doi.org/10.3390/su11030615>.

Lawlor, A. and Crow, D. (2018) 'Risk-Based Policy Narratives', *Policy Studies Journal*, 46(4), pp. 843–867. Available at: <https://doi.org/10.1111/psj.12270>.

Lesmono, R. (2024) 'Risiko Menurut ISO 31000 : Wajah Lain dari Kesempatan', pp. 2–7.

Lestari, E.R. (2019) *Manajemen Inovasi: Upaya Meraih Keunggulan Kompetitif*. 1st edn. Malang: UB Press.

Lewis, L.K. et al. (2006) 'Advice on communicating during organizational change: The content of popular press books', *Journal of Business Communication*, 43(2), pp. 113–137. Available at: <https://doi.org/10.1177/0021943605285355>.

Liliweri, A. (2011) *Komunikasi Serba Ada Serba Makna*. 1st edn. Jakarta: Kencana Prenada Media Group. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=MBZNDwAAQB AJ&pg=PA847&dq=definisi+teknologi&hl=en&newbk>

s=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwiYm8jzv
OaHAxUOR2wGHYClCjc4PBDoAXoECA0QAq#v=o
nepage&q=definisi teknologi&f=false.

- Liliweri, P.D.A. (2021) *Sistem Peralatan Hidup dan Teknologi: Seri Pengantar Studi Kebudayaan*. Yogyakarta: NUSAMEDIA. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=5hVtEAAAQBAJ>.
- Liu, Y. and Ruan, K. (2023) ‘Application of Kano Model in Risk Identification of Software Development Projects’, *BCP Business & Management*, 40, pp. 33–39. Available at: <https://doi.org/10.54691/bcpbm.v40i.4357>.
- Lund, M.S., Solhaug, B. and Stølen, K. (2011) *Model-Driven Risk Analysis*, *Journal of Chemical Information and Modeling*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-12323-8>.
- Ma, X. and Zhang, Y. (2021) ‘Digital Innovation Risk Management Model of Discrete Manufacturing Enterprise Based on Big Data Analysis’, *Journal of Global Information Management*, 30(7), pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.4018/JGIM.286761>.
- Malikova, M.A. (2017) ‘Building Quality Assurance (QA) and Risk-Based Quality Management (RBQM) Systems into Clinical Research Operations . An Academic Site Perspective’, 1(617), pp. 1–8.
- Marhavidas, P.K. and Koulouriotis, D.E. (2008) ‘A risk-estimation methodological framework using quantitative

assessment techniques and real accidents' data: Application in an aluminum extrusion industry', *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 21(6), pp. 596–603. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2008.04.009>.

Miftakhatun, M. (2020) 'Analisis Manajemen Risiko Teknologi Informasi pada Website Ecofo Menggunakan ISO 31000', *Journal of Computer Science and Engineering (JCSE)*, 1(2), pp. 128–146. Available at: <https://doi.org/10.36596/jcse.v1i2.76>.

Milosavljević, Z. (2024) 'Viruses and social mistrust in the 21st century: What can HIV prevention teach us about the mistrust to COVID-19 vaccines?', *Glasnik javnog zdravlja*, 98(1), pp. 88–100. Available at: <https://doi.org/10.5937/serbjph2401088M>.

Nain, A. and Rasli, A.M. (2005) *PENGURUSAN TEKNOLOGI*. 1st edn. Johor: Universiti Teknologi Malaysia.

Nazarova, H. et al. (2022) 'Transformation of Personnel Management Principles in Modern Management', *Economics of Development*, 21(4), pp. 59–67. Available at: [https://doi.org/10.57111/econ.21\(4\).2022.59-67](https://doi.org/10.57111/econ.21(4).2022.59-67).

NEXTGEN (2022) '7 Contoh Transformasi Digital Yang Berhasil Pada Perusahaan'.

Niazi, S. (2018) 'Quality Risk Management', *Handbook of Pharmaceutical Manufacturing Formulations*, pp. 15–23. Available at: <https://doi.org/10.3109/9781420081275-4>.

- Nikolaenko, V. and Sidorov, A. (2023) ‘Assessment of Project Management Maturity Models Strengths and Weaknesses’, *Journal of Risk and Financial Management*, 16(2), p. 121. Available at: <https://doi.org/10.3390/jrfm16020121>.
- Paté-Cornell, E. (2002) ‘Risk and uncertainty analysis in government safety decisions’, *Risk Analysis*, 22(3), pp. 633–646. Available at: <https://doi.org/10.1111/0272-4332.00043>.
- Pialles, T. (2017) ‘Study of the Coherences and Dependencies between Quality and Risk Management, within the Construction Industry’, pp. 1–64.
- PPATK (2022) ‘Penilaian Risiko Sektor Tindak Pidana Pencucian Uang Pada Tindak Pidana Penipuan SIBER Tahun 2022’. PPATK Republik Indonesia.
- Praja, A.P. et al. (2022) *Kumpulan Studi Kasus Manajemen Risiko Di Indonesia*. 1st edn. Edited by C. Dr. Antonius Alijoyo, ERMCP, Q. Prof. D. S. Priyarsono, Ph.D, and E. Surjorimba Suroto, S.E. Ak., MScQM. Bandung: PT. CIPTA RAYA MEKAR SAHITYA.
- Pritchard, P. (2014) *Risk Management*. Auerbach Publications. Available at: <https://doi.org/10.1201/9780429438967>.
- Purwanto, Y. and Pakaya, F. (2022) ‘Penilaian Tingkat Teknologi Galangan Kapal Politeknik Kelautan Dan Perikanan Bitung, Sulawesi Utara’, *Jurnal Bluefin Fisheries*, 3(2), p. 15. Available at: <https://doi.org/10.15578/jbf.v3i2.112>.

Puszka, S. (2021) 'The "dirty work" of risk in Northern Territory renal services', *Australian Journal of Anthropology*, 32(1), pp. 54–65. Available at: <https://doi.org/10.1111/taja.12390>.

Putra, D.F., Chumaidiyah, E. and Rendra, M. (2020) 'Analisis Perbandingan Teknologi Pemilahan Sampah Berdasarkan Proses Bisnis , Produktivitas , Dan Benefit Cost Ratio Comparative Analysis of Waste Separation Technology Based on Business Process , Productivity , and Benefit Cost Ratio', *eProceedings ...*, 7(2), pp. 5276–5283. Available at: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/12349>.

Qintharah, Y.N. (2019) 'Perancangan Penerapan Manajemen Risiko', *Jurnal Riset Akuntansi dan Komputerisasi Akuntansi*, 10(1), pp. 67–86. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.33558/jrak.v10i1>.

Retnowati, N. and Mayasari, F. (2017) 'Analisis Kontribusi Komponen Teknologi Pada Pdp Kahyangan Kabupaten Jember', *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 16(3). Available at: <https://doi.org/10.25047/jii.v16i3.310>.

Rezaee, M.J., Salimi, A. and Yousefi, S. (2016) 'Identifying and managing failures in stone processing industry using cost-based FMEA', *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9019-0>.

RISKINDO (2023) 'Aman dengan ISO 31000 dalam

Management Risiko Bisnis Anda’.

Rohayati Suprihatini E.Gumbira Sa'id, M. (2005) ‘Analisis Kondisi Komponen-Komponen Teknologi Pengolahan Di Industri Teh Curah Indonesia’, *Journal of Agroindustrial Technology*, 14(3), pp. 101–106.

Samani, M.A. et al. (2017) ‘Development of a conceptual model for risk-based quality management system’, *Total Quality Management and Business Excellence*, pp. 1–16. Available at: <https://doi.org/10.1080/14783363.2017.1310617>.

Samhuri, R., Ahma, N. and Mulyadi (2023) *Strategi Inovasi dalam Perspektif CEO Overconfidence dan CEO Power*. 1st edn. Edited by V. Alimah. Sumedang: CV. Mega Press Nusantara.

Sanditya, R., Juniani, A.I. and Amrullah, H.N. (2019) ‘Integrated Risk Assessment on Argon Purification Unit Based on FMECA and Fuzzy-’, 2019(IConBMT).

Santana, S. et al. (2023) ‘Analisis Implementasi Manajemen Risiko pada UMKM Tasikmalaya (Studi Kasus UMKM Mie Baso Sarirasa 81)’, *Jurnal Bina Manajemen*, 11(2), pp. 60–75. Available at: <https://doi.org/10.52859/jbm.v11i2.309>.

Schwandt, M. (2015) ‘Centralization of Risk Management in Business Companies: A Case Study on the Role of Specialist Departments’, *Case Studies in Business and Management*, 2(1), p. 31. Available at: <https://doi.org/10.5296/csbm.v2i1.7567>.

Septiana, A.R. (2020) *Manajemen Inovasi: Memenangkan Kompetisi, Mengantisipasi Disrupsi*. 1st edn. Jakarta: Qnerza Publishing.

Septiani, W., Maarif, M.S. and Arkeman, Y. (2013) 'Manajemen Risiko Inovasi Produk Olahan Susu Sapi Berdasarkan Tahapan Proses Manajemen Inovasi', *Jurnal Teknik Industri*, 3(2). Available at: <https://doi.org/10.25105/jti.v3i2.1577>.

Serafini, A. et al. (2016) 'Use of a systematic risk analysis method (FMECA) to improve quality in a clinical laboratory procedure', *Annali di Igiene*, 28(4), pp. 288–295. Available at: <https://doi.org/10.7416/ai.2016.2108>.

Situmorang, H.F. (2022) *Buku Ajar Praktek Kewirausahaan*. Medan: Umsu Press. Available at: https://books.google.co.id/books?id=AphrEAAAQBAJ&pg=PT48&dq=bentuk+risiko&hl=en&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwji7KGhg-eHAX8xjgGHVMVO70Q6AF6BAgNEAI#v=onepage&q=bentuk%20risiko&f=false.

Solikhah, M. (2024) *COBIT 2019: GOVERNANCE EXCELLENCE AND INSIGHTS FOR IT GOVERNANCE SUCCESS*. Cirebon: CV. Green Publisher.

Standal, M.I. et al. (2023) 'An Uncertain Risk Concept? Perceptions of Uncertainty Among Risk Professionals in Norwegian Petroleum Companies', (*Esrel*), pp. 1943–1950. Available at: https://doi.org/10.3850/978-981-18-8071-1_p643-cd.

- Sugiharto, Y. and Wibowo, S.S. (2020) *Manajemen Audit Teknologi*. Edited by L. Indarwati. Yogyakarta: PT Kanisius.
- Sulisworo, D., Budijati, S.M. and Hutami, M.W. (2018) ‘Analisis Pengaruh Komponen Teknologi Terhadap Daya Saing Ukm Industri Genteng’, *MATRIK (Jurnal Manajemen dan Teknik)*, 7(1), p. 17. Available at: <https://doi.org/10.30587/matrik.v7i1.362>.
- Sun, G. and Guan, B. (2024) ‘Enterprise Audit Risk Assessment and Prevention Based on AHP Analysis’, *Scalable Computing Practice and Experience*, 25(3), pp. 2013–2020. Available at: <https://doi.org/10.12694/scpe.v25i3.2688>.
- Sunarjo, W.A. (2024) *Buku Ajar Manajemen Inovasi*. 1st edn. Pekalongan: PT Nasya Expanding Management (Penerbit NEM).
- Susanto, R. (2009) ‘Konsep Teknologi’, in *Modul Perkuliahan*, pp. 1–80.
- Tan, C. and Lee, S.Z. (2021) ‘Adoption of Enterprise Risk Management (ERM) in Small and Medium-Sized Enterprises: Evidence From Malaysia’, *Journal of Accounting & Organizational Change*, 18(1), pp. 100–131. Available at: <https://doi.org/10.1108/jaoc-11-2020-0181>.
- Taneo, S.Y.M. et al. (2021) *INOVASI DISRUPTIF: STRATEGI UNTUK MEMENANGKAN USAHA*. Yogyakarta: CV. Andi OFFSET. Available at:

https://books.google.co.id/books?id=ERVIEAAAQBAJ&pg=PA52&dq=faktor+pendorong+inovasi&hl=en&newbks=1&newbks_redir=0&sa=X&ved=2ahUKEwjWp-Ko5-aHAXVK1jgGHWSDF24Q6AF6BAgMEAI#v=onepage&q=faktor+pendorong+inovasi&f=false

Taylor, M. and Taylor, A. (2012) ‘The technology life cycle: Conceptualization and managerial implications’, *International Journal of Production Economics*, 140(1), pp. 541–553. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.07.006>.

Tidd, J. and Bessant, J. (2018) ‘INNOVATION MANAGEMENT CHALLENGES: FROM FADS TO FUNDAMENTALS’, *International Journal of Innovation Management*, 22(05), p. 1840007. Available at: <https://doi.org/10.1142/S1363919618400078>.

Tiwari, A. et al. (2007) ‘A framework for implementing cost and quality practices within manufacturing’. Available at: <https://doi.org/10.1108/17410380710763886>.

UNIDO (2018) ‘ISO 3100-2018 Risk management—Principles and guidance’.

Utomo, S. and Setiastuti, N. (2019) ‘Penerapan Metode Technometrik Untuk Penilaian Kapabilitas Teknologi Industri Galangan Kapal Dalam Menyongsong Era Industri 4.0’, *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 3(1), p. 100. Available at: <https://doi.org/10.30645/j-sakti.v3i1.105>.

- Visure (2023) 'AI dan Pembelajaran Mesin untuk Manajemen Risiko'.
- Viyanto, A.R. et al. (2013) 'Manajemen Risiko Teknologi Informasi: Studi Kasus pada Perusahaan Jasa', *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 4(1), p. 43. Available at: <https://doi.org/10.21512/comtech.v4i1.2682>.
- Volberda, H.W., Van Den Bosch, F.A.J. and Heij, C.V. (2013) 'Management Innovation: Management as Fertile Ground for Innovation', *European Management Review*, 10(1), pp. 1–15. Available at: <https://doi.org/10.1111/emre.12007>.
- Wahyudiana, R.S. (2022) *Sumber Daya Manusia Dalam Proses Transfer Teknologi*. Kuala Lumpur: Syiah Kuala University Press.
- Wahyuni, H.C. (2023) *Buku Ajar Manajemen Teknologi Pada Industri Penulis*.
- Wang, M.H. (2011) 'A cost-based FMEA decision tool for product quality design and management', *Proceedings of 2011 IEEE International Conference on Intelligence and Security Informatics, ISI 2011*, pp. 297–302. Available at: <https://doi.org/10.1109/ISI.2011.5984101>.
- Wicaksono, B.P., Widyasrini, D.A. and Qur'aini, P.I. (2021) *Dari Hulu Ke Hilir Perjalanan Sebuah Alat Kesehatan*. Yogyakarta: UGM Press.
- WikiHow (2022) 'Cara Mengembangkan Perencanaan

Manajemen Risiko’.

Williams, A. et al. (2017) ‘Systems thinking: A review of sustainability management research’, *Journal of Cleaner Production*, 148, pp. 866–881. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.002>.

World Economic Forum (2023) ‘Strategising cybersecurity: Why a risk-based approach is key’.

www.skripsi.id (2015) ‘Pengertian Risiko Menurut Para Ahli’, p. 2015.

Yoshiura, L.J.M. et al. (2023) ‘A MULTICRITERIA DECISION MODEL FOR RISK MANAGEMENT MATURITY EVALUATION’, *Pesquisa Operacional*, 43. Available at: <https://doi.org/10.1590/0101-7438.2023.043.00270186>.

Yuliani, Ramli, A. and Rakib, M. (2022) ‘Konsep Inovasi Usaha Untuk Meningkatkan Kinerja Usaha Mikro Kecil dan Menengah’, 4(1), pp. 65–74.

Yuningsih, E. and Silaningsih, E. (2020) *Manajemen Bisnis & Inovasi*.

Zhang, H. and Sun, Q. (2018) ‘An integrated approach to risk assessment for special line shunting via fuzzy theory’, *Symmetry*, 10(11). Available at: <https://doi.org/10.3390/sym10110599>.

Profil Penulis



Rita Ambarwati merupakan dosen tetap Fakultas Bisnis Hukum dan Ilmu Sosial, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang mengampu beberapa mata kuliah diantaranya: manajemen operasional, riset operasi, manajemen pemasaran, strategi pemasaran. Putri ke-4 dari pasangan bapak H. Sudarso dan Ibu Hj. Sri Asmaningwati ini lahir di Surabaya, 07 April 1980 yang mengawali kariernya sebagai praktisi perbankan tahun 2000 – 2012 dan menjadi *trainer* dan dosen manajemen operasional sejak 2017. Latar belakang pendidikan peneliti antara lain: S-1 Manajemen, Universitas Wijaya Putra di Surabaya (lulus tahun 2003). S-2 Magister Manajemen Teknologi, ITS 10 Nopember Surabaya (lulus tahun 2011), dan S-3 Program Doktor Ilmu Manajemen, Universitas Brawijaya di Malang (lulus tahun 2014). Penulis terlibat dalam penelitian dan pengabdian kepada masyarakat baik didanai oleh Ristekdikti maupun dana mandiri tentang strategi pengembangan produk dan tema manajemen operasional dalam industri.



Wiwik Sulistiyowati, ST., MT., Lahir di Magetan, 16 Agustus 1982. Menempuh pendidikan Sarjana (S1) tahun 2001 di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri UPN Veteran Jawa Timur, Surabaya. Kemudian melanjutkan pendidikan Magister (S2) tahun 2006 di Program Studi Teknik Industri dengan Keahlian bidang Rekayasa Kualitas, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Sebelum menjalankan profesinya sebagai dosen di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, pernah bekerja di Departement Quality Assurance, PT. Kemet Charges, Batam Indonesia yang merupakan perusahaan pembuat Kapasitor jenis Box pada tahun 2008 - 2009. Kemudian pada tahun 2009 sampai sekarang menjalankan profesinya sebahai tenaga pendidik (dosen) di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Beberapa buku yang sudah diterbitkan adalah Buku Pengendalian Kualitas pada Industri Jasa dan Manufaktur dengan Lean, Servqual dan Six Sigma, dan Buku Statistik Dasar. Beberapa Modul Praktikum juga dikembangkan yaitu Modul Praktikum Statistik dan Optimasi Industri, dan Modul Praktikum Sistem Manufaktur dan Tata Letak Fasilitas. Pernah mendaatkan

penelitian melalui Hibah Dikti dan Internal UMSIDA, baik skim Hibah Bersaing, PEKERTI, Penelitian Produk Terapan, Penelitian Strategi Nasional Indonesia dan Fundamental. Selain itu juga melaksanakan Pengabdian kepada Masyarakat dengan mendapatkan hibah dari DIKTI yaitu Skim IbM, IbK, IbW dan PPDm.



Kusno merupakan praktisi konsultan engineering dan manajemen proyek. Berkarir di beberapa perusahaan world wide company bidang industri semen dan pertambangan sejak tahun 1993. Memulai bisnis sebagai kontraktor PT. Kusnuma Jaya Internusa sebagai direktur utama sejak tahun 2010 dan beralih bisnis pada bidang konsultan sejak tahun 2018. Putra ke-3 dari 3 bersaudara dari pasangan bapak Soemantri dan Ibu Soerati ini lahir di Bandung, 06 Desember 1972. Latar belakang pendidikan peneliti antara lain: Diploma Teknik Mesin (FLS Germany), S-1 Hukum (konsentrasi pidana), Universitas Bhayangkara Surabaya. S-2 Magister Manajemen Operasional, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, sedang menempuh semester akhir Magister Hukum. Dosen tamu di beberapa universitas, bidang technopreneurship. Penulis terlibat dalam penelitian bidang manajemen operasional.



Ika Ratna Indra Astutik, S.Kom., M.T.

dilahirkan di Sidoarjo. Latar belakang pendidikan: Pada tahun 2005, penulis menerima gelar Sarjana (S-1) Teknik Informatika dari Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Penulis

melanjutkan magister (S-2) Jaringan Cerdas Multimedia di ITS dengan program beasiswa dari DIKTI. Tahun 2015, penulis secara resmi mendapatkan gelar M.T. Penulis mengawali karirnya sebagai Dosen di prodi Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Penulis juga aktif terlibat dalam kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Penelitian yang pernah dilakukan oleh penulis adalah tentang sistem informasi berbasis web, basis data dan sistem pengambilan keputusan.



Anisa Herwi Saputri, perempuan yang

lahir di Sidoarjo pada tahun 2002 ini merupakan lulusan dari Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dengan gelar S1 Manajemen pada bulan Juni 2024 lalu.

Memulai perjalanan professional karir sebagai anggota Asisten Laboratorium Program Studi Manajemen, dan terlibat dalam berbagai tugas yang

mendukung aktivitas praktikum serta penelitian di bidang Manajemen. Pengalaman ini membuka jalan untuk naik menjadi posisi Ketua Umum Asisten Laboratorium. Ia memimpin tim dan mengelola segala proyek laboratorium secara kompleks. Selain berfokus pada bidang akademis, penulis juga sedang menjalankan karier di pengembangan produk digital, khususnya dalam pembuatan Spreadsheet dan E-Book. Perjalanan karier ini tidak hanya memperkuat pengetahuan praktisnya, tetapi juga memberikan wawasan berharga yang dituangkan dalam buku ini.

Daftar Index

A

Abad · 2
Adaptasi · 18, 34,44,
100,119,137,194,224,230
Adopsi ·
13,24,34,59,99,118,120,1
42,153,211,226
Agility · 25

AI · 6, 7, 26, 51, 93, 94, 99,
100, 101, 102, 103, 125, 127

Airbnb · 95,229
Alat ·
50,108,225,227,244,250,252
,324,334
Akses · 7, 10, 13, 19, 51, 62,
100, 120
Algoritme · 103, 104
Arsitektur · 28
Aspek · 8, 9, 10, 11, 12, 18, 34,
44, 49, 56, 57, 64, 67, 68, 69,
72, 74, 79, 80, 81, 87, 88, 90,
97, 99, 108, 111, 113, 119,
121
Audiens · 27
Audit · 98
Awariness · 29,59

B

Biaya · 7, 15, 19, 23, 26, 32,
37, 41, 50, 51, 55, 56, 58, 59,

65, 66, 68, 69, 97, 111, 112,
115

Bidang · 9, 10, 14, 20, 21, 22,
24, 27, 35, 51, 59, 64, 73, 86,
87, 88, 110

Bigdata · 29

Bisnis · 7, 8, 9, 10, 14, 17, 18,
19, 20, 21, 22, 23, 30, 33, 44,
45, 47, 50, 58, 59, 64, 68, 72,
74, 75, 79, 86, 89, 90, 91, 92,
93, 94, 95, 96, 99, 100, 101,
103, 107, 111, 114, 115, 118

BlackBerry · 230

Blockchain · 94, 100,226,247

Budaya · 9, 10, 15, 16, 27, 50,
55, 57, 66, 69, 70, 72, 77, 82,
83, 84, 93, 94, 95, 115

C

Changeover · 47

Chatbots · 101,247

Close Innovation · 55

Closedown · 47

D

Dampak · 10

Data · 7, 11, 12, 15, 16, 17, 36,
38, 39, 40, 41, 42, 43, 49, 51,
58, 60, , 82, 86, 87, 88, 89,
93, 94, 95, 96, 97, 99, 100,
101, 102, 103, 104, 108, 113,
114, 115, 126,
250,276,308,311,327

Demand Environment · 141
 Desain · 36, 37, 60,
 77,130,182,199,235,296,301
 ,313
 Detection · 198
 Difusi · 13
 Digital · 7, 9, 10, 27, 28, 72, 93,
 94, 95, 96, 100, 113, 124,
 229, 235,298,313
 Dimensi · 9,13
 Dinamis · 77, 84, 111,193

E

E-commerce · 8, 10
 Efektif · 9, 12, 13, 15, 16, 17,
 18, 24, 25, 26, 33, 40, 41, 42,
 43, 44, 47, 50, 51, 57, 58, 59,
 60, 62, 65, 67, 72, 73, 74, 76,
 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84,
 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 97,
 98, 99, 101, 102, 103, 105,
 107, 108, 109, 110, 116, 118
 Efisiensi · 7, 8, 10, 11, 13, 14,
 15, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 25,
 26, 27, 42, 50, 51, 55, 56, 59,
 63, 66, 67, 68, 70, 72, 78, 80,
 84, 86, 88, 91, 94, 95, 97, 98,
 113, 115,
 117,195,156,161,210,142,28
 5
 Eksternal · 15, 19, 23, 29, 31,
 33, 40, 53, 64, 66, 71, 83, 84,
 85
 Elemen · 8, 11, 12, 13, 18, 22,
 36, 37, 38, 44, 49, 65, 66, 79,
 80

Energi · 7, 10, 25, 64, 65, 69,
 106
 esensi · 8
 Etika · 11, 102
 Evaluasi · 13, 16, 29, 34, 37,
 40, 42, 50, 55, 56, 75, 76, 77,
 86, 90, 99, 116, 118, 120

F

Fairness · 27
 Fenomena · 10,12,257
 First Movers · 126
 Futur · 50,53,135, 155,231,268
 Fleksibilitas · 24
 Follower · 127
 Followers · 127
 Forecasting · 24
 Ford · 96

G

General Electric · 228
 Global ·
 34,113,155,228,232,262

H

Hasil · 15, 23, 33, 36, 38, 39,
 40, 41, 42, 97, 111, 112, 118,
 119, 121, 122
 Humanware ·
 19,276,288,292,296,300,302
 ,303

I

Iklim · 7, 64

Ilmu pengetahuan · 8, 9, 14, 22,
61, 132,140

Implementasi · 3, 6, 10, 11, 14,
18, 20, 23, 26, 32, 33, 44, 50,
94, 99, 102, 107, 108, 109,
117, 119, 121, 126,
183,220,234,251,265,284

Infoware · 11, 13, 14, 114, 115

Inkremental · 27

Innovation Readiness Level
(IRL) · 44

Inovasi · 3, 6, 7, 9, 14, 15, 16,
17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24,
25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32,
33, 34, 44, 45, 46, 47, 48, 49,
50, 51, 52, 53, 54, 57, 58, 59,
62, 66, 67, 69, 83, 84, 90, 91,

Indikator · 35, 36, 37, 38, 39,
40, 41, 42, 43, 109

Individu · 9

Industri · 2, 7, 10, 14, 15, 24,
25, 28, 33, 34, 37, 44, 49, 51,
52, 58, 59, 63, 64, 65, 66, 67,
68, 72, 87, 94, 95, 98, 110,
115, 118

Informasi · 7, 9, 10, 11, 12, 13,
17, 19, 29, 31, 55, 58, 60, 61,
62, 66, 68, 69, 74, 78, 82, 84,
86, 87, 91, 93, 99, 100, 104,
108, 111, 113, 115, 118, 119,
120, 121

Infoware · 11, 13, 14, 114, 115

Inkremental · 27

Indikator · 35, 36, 37, 38, 39,
40, 41, 42, 43, 109

Individu · 9

Industri · 2, 7, 10, 14, 15, 24,
25, 28, 33, 34, 37, 44, 49, 51,
52, 58, 59, 63, 64, 65, 66, 67,
68, 72, 87, 94, 95, 98, 110,
115, 118

Informasi · 7, 9, 10, 11, 12, 13,
17, 19, 29, 31, 55, 58, 60, 61,
62, 66, 68, 69, 74, 78, 82, 84,
86, 87, 91, 93, 99, 100
92, 93, 95, 96, 116, 117, 123,
125, 126, 127, 128

Internet · 7, 28, 62

Internet of Things · 94

Interpretabilitas · 102

ISO 31000 · 3, 6, 73, 76, 77,
78, 79, 80, 117, 118, 119,
120, 124, 125, 126

Iteratif · 84

Innovation Readiness Level
(IRL) · 38

Inovasi ·
26,39,41,49,51,60,94,108,11
3,221,226,315,322,325,329,
336

Internet · 7, 28, 62

Internet of Things · 94

Interpretabilitas · 102

ISO 31000 · 3, 6, 73, 76, 77,
78, 79, 80, 117, 118, 119,
120, 124, 125, 126

Iteratif · 84

J

Jaringan · 13, 53
Justifikasi · 36

Kreativitas · 19, 26, 41, 59, 60,
105, 107, 110, 114
Kualitatif · 86, 87, 88, 114
Kuantitatif · 55, 86, 87, 88, 114

K

Karyawan · 9, 16, 33, 52, 57,
62, 83, 92, 93, 94, 106, 110,
116, 117
Kebijakan · 65, 66, 78, 104,
110,
153, 164, 180, 183, 184, 217, 25
0, 267, 308, 312
Kecerdasan Buatan · 7, 11, 24,
51, 68,
93, 108, 154, 226, 246, 248
Kompetitif · 8, 15, 20, 28, 44,
47, 49, 50, 51, 58, 59, 67, 70,
92
komponen · 7, 11, 16, 26, 27,
28, 35, 36, 38, 39, 40, 42, 45,
46, 53, 55, 65, 67, 78, 90,
114, 115
Komponen · 3, 6, 11, 12, 36,
45, 46, 53, 66, 76, 77, 90,
115, 124, 126, 127
Komputer · 7, 9, 12, 28, 37, 66,
114
Komunikasi · 7, 103, 164,
171, 233, 296, 298, 301, 326
Konektivitas · 7, 10, 157, 227
Konsep ·
9, 38, 40, 69, 75, 79, 92, 105, 144
, 165, 166, 221, 227, 235, 291
Konvergen · 32

L

Layanan · 24, 30, 32, 42, 43,
44, 45, 49, 50, 51, 53, 58, 61,
67, 107, 108, 110, 116, 125,
126, 151, 171, 214, 229, 231,
239, 247, 273, 305, 306
Level · 3, 5, 34, 35, 36, 38, 39,
40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47,
48
Learning · 112
lingkungan · 7, 10, 16, 18, 19,
20, 21, 23, 26, 27, 28, 31, 35,
38, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 50,
52, 53, 58, 62, 64, 65, 66, 67,
68, 69, 82, 83, 84, 88, 89, 99,
116
Literatur 13, 73, 74, 75, 240,
262, 311

M

Makro · 102
Manajemen · 2, 7, 11, 12, 13,
14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 27,
29, 49, 50, 51, 53, 57, 59, 62,
69, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78,
79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 87,
88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 96,
97, 98, 99, 100, 101, 102,
103, 104, 105, 106, 107, 109,

110, 111, 113, 114, 115, 116,
117, 118, 120, 122, 123, 125
Manajer · 8, 34, 41, 103, 192,
209, 211
Masalah · 8
Media Sosial · 247
Mesin · 3, 8, 9, 18, 83, 135,
210, 248, 252, 275, 294
Metode · 8, 21, 24, 26, 27, 29,
41, 44, 50, 57, 59, 61, 74, 99,
114, 115, 118, 121
Mitra · 33,42, 78, 267
Model · 3, 7, 36, 37, 38, 89, 90,
91, 95, 96, 97, 98, 102, 104,
123, 124, 125, 126
Modular · 49,54
Moral · 10
Murni · 74

N

Negatif · 11, 125, 147, 153,
156, 161, 162, 163, 164, 166,
169, 174, 187, 190, 209
Netflix · 229
Nike · 229
Nilai · 8, 10, 13, 14, 15, 21, 22,
23, 24, 25, 26, 29, 34, 47, 48,
50, 53, 56, 57, 69, 74, 77, 80,
83, 92, 97, 100, 106, 107

O

Open Innovation · 29
Operasional · 8, 9, 11, 12, 13,
14, 15, 16, 17, 18, 23, 25, 39,

40, 41, 42, 43, 46, 50, 51, 55,
56, 57,58, 59, 67, 68, 72, 75,
78, 79, 80, 81, 82, 86, 91, 92,
94, 100, 105, 106, 107,
108,121, 182, 185, 186, 188,
210, 220, 222, 229, 245, 255,
256, 257, 259, 263, 283, 284,
285, 312, 337, 340

Organisasi · 6, 8, 9, 18, 20, 22,
29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 38,
41, 44, 45, 49, 51, 52, 58, 62,
93, 102, 104, 105, 106, 110,
111, 124, 161, 162, 168, 169,
174, 175, 176, 178, 179, 180,
186, 187, 188, 189, 190, 191,
192, 193, 218, 219, 221, 222,
223, 224, 236, 237, 239, 240,
242, 255, 264, 265, 273, 275,
276, 281

Orgaware · 11, 13, 14, 114,
115,
276,280,292,298,301,303

Otomatisasi · 7

Out-of-the-box · 32

P

Pelanggan · 8, 18, 22, 23, 24,
26, 27, 28, 33, 34, 49, 51, 53,
58, 59, 83, 93, 101, 118

Peluang · 6, 11, 25, 38, 42, 43,
45, 46, 60, 62, 63, 65, 66, 68,
69, 100, 104, 108, 112, 114,
118, 143, 148, 153, 158, 163,
165, 166, 170, 186, 187, 194,
209, 243

- pengalaman · 19, 32, 36, 50, 91,
 109, 127, 133, 136, 140, 189,
 194, 225, 267, 276
 Pemasaran · 15, 22, 25, 27, 45,
 47, 116, 117
 Pemimpin · 9
 Penelitian dan Pengembangan
 (R&D) · 67
 Pengetahuan · 52
 Penilaian · 3, 56, 85, 86, 87,
 109, 111, 113, 114, 119, 121,
 126
 Peralatan · 8
 Perangkat keras · 9
 Perusahaan · 4, 8, 21, 36, 51,
 52, 55, 56, 58, 65, 66, 68, 70,
 105, 108, 110, 113, 118, 120,
 124, 126, 127
 Positif · 10, 66, 124, 131, 147,
 155, 162, 164, 166, 174, 175,
 187, 282
 Privasi · 4, 12, 151, 152, 226,
 250, 262
 Procter & Gamble (P&G) · 96
 Produk · 9, 11, 15, 17, 18, 19,
 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27,
 28, 29, 30, 31, 33, 40, 47, 50,
 51, 52, 53, 56, 58, 65, 67, 68,
 70, 73, 95, 101, 105, 115,
 116, 117
 Produksi · 7, 15, 18, 22, 26, 27,
 39, 41, 42, 43, 50, 51, 62, 68,
 69, 75, 86, 106, 107, 114,
 115
 Produktivitas · 2, 7, 10, 13, 15,
 16, 18, 19, 20, 23, 34, 55, 58,
 60, 68, 91, 115
 Project Management Maturity ·
 98
 Proses · 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15,
 16, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 25,
 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34,
 37, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 49,
 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57,
 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66,
 71, 72, 75, 76, 78, 79, 80, 81,
 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 91,
 92, 93, 94, 96, 98, 102, 103,
 106, 107, 110, 111, 113, 114,
 115, 116, 117, 120
 Psikologis · 10
-
- R**
 Radikal · 49, 53
 Radio · 7
 Regulasi · 66, 67, 102
 Representatif · 102
 Responsif · 84
 Revolusi · 7
 Risiko · 2, 11, 17, 19, 25, 29, 30, 32,
 33, 37, 50, 53, 58, 59, 63, 70, 71,
 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80,
 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89,
 90, 91, 92, 93, 96, 97, 98, 99, 100,
 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107,
 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114,
 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121,
 122, 125, 127
 Risk Maturity · 98
-
- S**
 Sarana · 8
 Siber · 101

Simulasi · 101
Sistem · 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15,
17, 18, 28, 33, 35, 36, 37, 38,
39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 55,
56, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 69,
71, 78, 86, 87, 88, 89, 94, 97,
98, 99, 104, 108, 113, 114,
115, 118, 119, 120, 121
Sistem Informasi · 62
Slow Adopter · 59
Smartphone · 7
Sosial · 10, 22, 27, 31, 66, 69,
87, 88, 101, 103
Spekulatif · 75
Standar Operasional Prosedur ·
116
Strategi · 3, 53, 55, 58, 90, 93,
94, 97, 116, 126
Studi kasus · 86, 105, 118
Sumber Daya Alam · 11

T

Technology Readiness Level
(TRL) · 70, 72, 74, 76, 79,
81, 83, 85, 87, 89, 92, 93, 96,
97, 98, 99, 100, 101
Technoware · 11, 12, 14, 114,
115
Teknis · 8, 9, 10, 11, 51, 58, 77,
85, 90, 93, 98, 110, 118, 121,
122, 123, 126, 128, 132, 134,
161, 178, 218
Teknologi · 2, 7, 8, 9, 10, 11,
12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20,
22, 23, 24, 26, 28, 29, 31, 33,
34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41,
42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49,

50, 51, 52, 55, 56, 57, 58, 59,
60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67,
90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 99,
100, 101, 104, 105, 108, 109,
119, 120, 121, 125, 287, 288,
292, 293, 296, 299, 303, 305,
306, 310, 311, 314, 319, 322,
330, 332, 333, 334, 335, 337,
338, 340
Teknometrik · 3, 114, 115, 116,
123, 124, 125
Telepon · 7
Tingkat Kesiapan Teknologi
(TKT) · 34
Transformasi · 93, 94, 95, 124,
126
Transparansi · 102

U

UMKM · 116, 117, 124, 126

V

Value Creation · 24
Vendor · 33, 267
Visi · 20, 41, 115

W

Walmart · 230
Workshop · 116

Y

Yahoo · 207



UMSIDA PRESS
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Jl. Mojopahit 666 B Sidoarjo