



UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
SIDOARJO



BUKU AJAR



Manajemen Teknologi Pada Industri



Penulis :
Hana Catur Wahyuni
2023



Buku Ajar Manajemen Teknologi Pada Industri

Penulis:

Hana Catur Wahyuni



Diterbitkan oleh

UMSIDA PRESS

Jl. Mojopahit 666 B Sidoarjo

ISBN: 978-623-464-081-6

Copyright©2023

Authors

All rights reserved

Buku Ajar Manajemen Teknologi Pada Industri

Penulis: Hana Catur Wahyuni

ISBN: 978-623-464-081-6

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

Copy Editor: Wiwit Wahyu Wijayanti

Design Sampul dan Tata Letak: Shovi Firdaus

Penerbit: UMSIDA Press

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

Cetakan Pertama, Desember 2023

Hak Cipta © 2023 Hana Catur Wahyuni

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 — menggubah, 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 kehadirat Alloh SWT, atas ridhonya buku ini dapat diselesaikan tepat waktu. Buku ini disusun dengan penuh semangat untuk menyajikan gambaran secara holistik terkait dengan pengelolaan teknologi sehingga mampu memaksimalkan produktivitas industri.

Teknologi menjadi pilar utama yang memainkan peran penting dalam menghadapi tantangan yang semakin kompleks yang dihadapi industri modern. Dalam setiap langkah evolusinya, teknologi bukan hanya sekadar alat, melainkan sebuah kekuatan transformasional yang dapat meredefinisi cara kita bekerja, berproduksi, dan berinovasi.

Buku ini tidak hanya membahas aspek teknis manajemen teknologi, tetapi juga memperhatikan aspek manusiawi. Tidak hanya perangkat keras dan algoritma, tetapi juga bagaimana kita dapat memanfaatkan teknologi industri secara cerdas dan berkelanjutan.

Buku ini diharapkan memberikan pemahaman yang mendalam dan praktis bagi pembaca yang terlibat dalam manajemen teknologi karena para penulis dengan cermat menjelaskan konsep dasar manajemen teknologi, menyajikan studi kasus yang menginspirasi, dan memberikan perspektif praktisi terkemuka dalam industri.

Semoga buku ini menjadi sumber inspirasi dan pengetahuan bagi pembaca dari berbagai kalangan, mulai dari mahasiswa, akademisi, hingga profesional yang bekerja dalam berbagai industri. Semoga perjalanan informasi ini membawa kita menuju masa depan industri yang lebih cerdas dan berkelanjutan.

Sidoarjo, 20 Nopember 2023
Hormat Kami

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
BAB 1. PENDAHULUAN	3
1.1 Konsep Dasar Manajemen Teknologi	3
1.2 Urgensi Manajemen Teknologi di Industri	5
1.3 Evolusi Teknologi dalam Konteks Industri.....	7
1.4 Peran Teknologi Pada Peningkatan Produktivitas.....	8
BAB 2. INOVASI TEKNOLOGI	11
2.1 Konsep Inovasi Teknologi.....	11
2.2 Proses Inovasi.....	12
2.3 Budaya Inovasi di Industri	14
2.4 Penerapan Teknologi pada Inovasi Produk	17
2.5 Contoh Inovasi Teknologi	18
BAB 3. STRATEGI MANAJEMEN TEKNOLOGI.....	20
3.1 Adopsi Teknologi.....	20
3.2 Transfer Teknologi.....	23
3.3 Lingkungan Internal Teknologi.....	26
3.4 Lingkungan Eksternal Teknologi	27
BAB 4. IMPLEMENTASI TEKNOLOGI DI INDUSTRI...	29
4.1 Pemilihan Teknologi	29
4.2 Teknologi Konvensional	30
4.3 Teknologi Digital	33
BAB 5. EVALUASI TEKNOLOGI	38
5.1 Urgensi Evaluasi Teknologi	38
5.2 Proses Evaluasi Teknologi	39
5.3 Tindak Lanjut Evaluasi Teknologi	41
BAB 6. PENILAIAN TEKNOLOGI	44
6.1 Metode teknometrik	44

6.2	Studi Kasus.....	48
6.3	Pengolahan Data.....	75
	6.3.1 <i>State of the Art</i>	75
	6.3.2 <i>Kontribusi Komponen Teknologi</i>	86
	6.3.3 <i>Intensitas Kontribusi Komponen Teknologi</i>	90
	6.3.4 <i>Kecanggihan Komponen Teknologi</i>	105
	6.3.5 <i>Total Coefficient Contribution (TCC)</i>	108
	REFERENSI	109

BAB 1. PENDAHULUAN

Kemampuan untuk mengelola perkembangan teknologi dalam era di mana teknologi berkembang dengan kecepatan yang luar biasa sangat penting untuk keberhasilan suatu organisasi. Setiap aspek bisnis kontemporer dipengaruhi oleh kemajuan teknologi, baik yang evolusioner maupun revolusioner. Untuk tetap bersaing dan berkembang, organisasi harus mampu memasukkan teknologi baru ke dalam operasi mereka, mulai dari transformasi digital hingga penerapan kecerdasan buatan. Memahami kemajuan teknologi bukan satu-satunya aspek manajemen teknologi; kita juga perlu mempertimbangkan, menerapkan, dan mengelola perubahan ini.

1.1 Konsep Dasar Manajemen Teknologi

Perkembangan pola kehidupan di masyarakat yang diwarnai dengan meningkatnya kebutuhan mendorong terjadinya perubahan teknologi. Pola dan kecepatan perubahan teknologi mengikuti pola dan perubahan kebutuhan masyarakat. Semakin cepat perubahan kebutuhan masyarakat akan semakin kuat mendorong perubahan teknologi. Namun, pola dan perubahan kecepatan teknologi perlu dikelola dengan memadukan berbagai macam ilmu pengetahuan untuk memaksimalkan fungsinya dalam kehidupan bermasyarakat.

Pengelolaan teknologi dengan mengintegrasikan berbagai macam ilmu pengetahuan dikenal dengan istilah manajemen teknologi. Dalam perkembangannya, beberapa penulis terdahulu telah mengungkapkan pengertian

manajemen teknologi, yaitu manajemen teknologi adalah metode pengelolaan dan penggunaan kemampuan teknologi yang berkembang secara terus menerus (Cetindamar dkk, 2009).

Manajemen teknologi adalah bagian penting dari keunggulan kompetitif dan berdampak positif pada kinerja perusahaan melalui perubahan kondisi lingkungan dan kemajuan teknologi (Unsal, 2015), manajemen teknologi adalah usaha multidisiplin yang menggabungkan sains, engineering, dan manajemen untuk perencanaan, pengembangan, dan pelaksanaan kemampuan untuk membentuk dan mencapai tujuan organisasi secara operasional dan strategis. Oleh karena itu, itu bukan semata-mata tentang studi teknis; itu juga tentang bagaimana teknologi dibuat dan dikelola oleh sebuah organisasi. Pengelolaan berarti bukan hanya seberapa baik proses pembuatan teknologi berjalan, tetapi juga seberapa besar manfaatnya bagi organisasi (Sarwani, 2016).

Porter (1983) mengatakan bahwa teknologi terkait dengan "means and method" untuk mencapai tujuan tertentu. Sebaliknya, Nazaruddin (2008) mengatakan bahwa teknologi terkait dengan "means and method" untuk mencapai tujuan tertentu. Teknologi tidak hanya terdiri dari produk dan peralatan, tetapi juga pengetahuan, sikap, perilaku, dan keterampilan, serta teknologi yang ada dalam organisasi dan manajemen untuk mencapai suatu tujuan (Khirood K Sahoo¹, Amit K Tripathi¹, Ashwani Pareek², 2011).

Manajemen teknologi adalah bidang yang mempelajari bagaimana menggunakan proses manajemen yang tepat untuk memaksimalkan nilai tambah teknologi. Tujuan manajemen teknologi adalah untuk menghasilkan lebih banyak melalui penciptaan dan penggunaan teknologi. Perusahaan harus melakukan perencanaan teknologi, baik jangka pendek maupun jangka panjang, untuk mengurangi risiko dari

kompleksitas dan ketidakpastian dan menggunakan peluang teknologi untuk mendapatkan keunggulan kompetitif.

1.2 Urgensi Manajemen Teknologi di Industri

Karena peran teknologi yang sangat penting dalam mencapai inovasi, efisiensi, dan keunggulan kompetitif, manajemen teknologi sangat penting di industri. Berikut ini adalah beberapa alasan mengapa manajemen teknologi sangat penting:

1. Inovasi produk dan layanan

Dengan bantuan teknologi, produk dan layanan baru dapat dibuat atau dikembangkan. Manajemen teknologi membantu industri untuk mengidentifikasi, mengadopsi, dan mengintegrasikan inovasi teknologi sehingga meningkatkan portofolio dan daya saing produk.

2. Efisiensi proses produksi

Penggunaan teknologi dapat meningkatkan produktivitas, efisiensi pada proses produksi dan biaya produksi. Perusahaan dapat menggunakan manajemen teknologi untuk memaksimalkan proses produksi.

3. Keunggulan produk

Perusahaan yang menggunakan teknologi dengan baik dapat memperoleh keunggulan kompetitif. Manajemen teknologi mampu mengidentifikasi peluang untuk menggunakan teknologi sebagai alat strategis dalam mengatasi persaingan.

4. Pengendalian kualitas

Operasional bisnis dapat ditingkatkan dengan kontrol kualitas produk dan layanan melalui teknologi.

Manajemen teknologi membantu dalam penerapan sistem dan proses yang mendukung pengendalian kualitas. Salah satu contohnya adalah penggunaan RFID dalam proses penarikan produk cacat sehingga mampu menyediakan informasi yang akurat dan tepat terkait waktu, lokasi, jumlah dan jenis kecacatan.

5. Meningkatkan respon

Perubahan teknologi seringkali menyebabkan perubahan lingkungan bisnis; manajemen teknologi memungkinkan perusahaan untuk merespons perubahan ini dengan cepat dan efisien, yang memastikan bahwa bisnis tetap hidup dan fleksibel.

6. Pengelolaan risiko

Manajemen teknologi membantu perusahaan mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengelola risiko yang dibawa teknologi, termasuk risiko keamanan dan ketidakpastian yang terkait dengan perubahan pasar.

7. Peningkatan kualitas layanan

Teknologi memungkinkan bisnis untuk meningkatkan interaksi dan pelayanan pelanggan. Manajemen teknologi membantu bisnis dalam mengembangkan dan mengelola solusi teknologi yang meningkatkan pengalaman pelanggan.

8. Pengelolaan karyawan

Perusahaan membutuhkan karyawan yang terampil dan terlatih dalam mengelola dan menggunakan teknologi. Manajemen teknologi membantu karyawan memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mengoptimalkan penggunaan teknologi.

9. Pemenuhan regulasi

Manajemen teknologi membantu perusahaan memastikan bahwa teknologi yang digunakan mematuhi regulasi dan standar yang berlaku.

Oleh karena itu, manajemen teknologi menjadi komponen penting dalam keseluruhan strategi bisnis sebuah perusahaan. Perusahaan yang mengelola teknologi dengan baik dapat menggunakannya sebagai alat untuk mencapai tujuan perusahaan dengan lebih efisien dan efektif.

1.3 Evolusi Teknologi dalam Konteks Industri

Peningkatan pesat dalam teknologi industri membawa perubahan signifikan dalam berbagai sektor. Beberapa tren utama dalam kemajuan teknologi industri termasuk kemajuan di bidang seperti kecerdasan buatan (AI), Internet of Things (IoT), teknologi blockchain, robotika, dan komputasi awan. Berikut adalah beberapa poin utama yang berkaitan dengan kemajuan teknologi industri:

1. Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence/AI*)

Berbagai industri mulai menggunakan AI. AI digunakan di sektor industri untuk meramalkan pemeliharaan peralatan, mengoptimalkan rantai pasokan, dan meningkatkan efisiensi operasional dengan menganalisis data yang kompleks dan memahami pola.

2. Internet of Things (IoT)

Perangkat yang terhubung melalui Internet of Things (IoT) dapat mengumpulkan dan berbagi data secara real-time. Dalam konteks bisnis, ini dapat digunakan untuk memantau dan mengontrol peralatan, meningkatkan efisiensi energi, dan meningkatkan pemeliharaan berbasis prediksi.

3. Blockchain

Teknologi blockchain menyelesaikan masalah transparansi dan keamanan rantai pasokan. blockchain keandat-ketik blockchain keanmankan blockchain

4. Robotika

Dengan peningkatan robotika, proses logistik dan produksi menjadi lebih otomatis. Robot industri semakin fleksibel dan dapat bekerja sama dengan manusia di tempat kerja.

1.4 Peran Teknologi Pada Peningkatan Produktivitas

Penggunaan teknologi terbaru pada mesin dan peralatan dapat meningkatkan efisiensi proses produksi dan menghasilkan produk dengan biaya lebih rendah pada kegiatan operasional ((Irfayanti et al., 2016). Selain itu, daya saing global ditingkatkan oleh teknologi, yang membantu industri mengembangkan inovasi, mengurangi kelemahan, dan meningkatkan kinerja operasional (Lena Ellitan, 2003). Bisnis dapat memperoleh produk yang lebih baik, fleksibleKomul, dan murah dengan investasi dalam teknologi informasi (Em & Organisasi, n.d.). Berikut ini adalah beberapa cara di mana teknologi meningkatkan produktivitas di berbagai industri:

1. Automasi proses

Teknologi memungkinkan berbagai tugas dan proses untuk diotomatisasi. Pekerjaan rutin dapat diselesaikan dengan cepat dan akurat dengan perangkat lunak dan sistem otomatis, memungkinkan pekerja manusia untuk fokus pada pekerjaan yang lebih kompleks dan kreatif. Salah satu contoh terdapat pada proses otomasi robot (Robot Process Automation/RPA) dalam audit keuangan menggunakan AI untuk mempercepat analisis dan pengambilan keputusan audit keuangan (Adrian, 2020).

2. Komunikasi dan kolaborasi

Teknologi memungkinkan kolaborasi dan komunikasi yang lebih baik. Tim yang terpisah secara geografis dapat bekerja sama tanpa batasan fisik dengan alat komunikasi seperti email, pesan instan, dan platform kolaborasi online. Bentuk implementasinya dapat dilihat di dunia perbankan. Penerapan teknologi Artificial Intelligence (AI) dalam aktivitas perbankan di Indonesia, yang membahas manfaat, dampak negatif, dan cara menghindari dampak negatif melalui pembentukan regulasi baru terkait penerapan AI dalam aktivitas perbankan (Yuliartini & Pramita, 2022).

3. Analisis data

Dengan bantuan teknologi, organisasi dapat mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis data dengan lebih efisien. Analisis data yang berkualitas tinggi dapat memberikan wawasan penting untuk strategi bisnis dan pengambilan keputusan yang lebih baik.

4. Peralatan dan perangkat canggih

Perangkat dan peralatan canggih membuat banyak hal lebih efisien. Misalnya, robotika dan peralatan cerdas dapat meningkatkan efisiensi produksi di industri manufaktur sambil mengurangi kesalahan manusia.

5. Pendidikan dan pelatihan

Dengan bantuan teknologi, karyawan dapat dengan mudah mendapatkan akses ke sumber daya pelatihan dan pendidikan online, yang memungkinkan mereka untuk meningkatkan keterampilan mereka tanpa meninggalkan tempat tinggal atau pekerjaan mereka.

Ini dapat menghasilkan peningkatan produktivitas secara keseluruhan.

6. Sistem manajemen perusahaan

Sistem ERP menggabungkan berbagai tugas bisnis dalam satu platform, seperti rantai pasokan, manajemen keuangan, dan sumber daya manusia. Ini membantu organisasi mengelola sumber daya mereka dengan lebih efisien dan membuat mereka lebih mudah melihat apa yang mereka lakukan.

7. Internet of Things

Internet of Things (IoT) dapat digunakan dalam lingkungan industri untuk pemantauan dan pengendalian otomatis, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan mengurangi downtime dengan menghubungkan perangkat fisik ke internet, yang memungkinkan pertukaran data secara real-time.

8. Cloud computing

Dengan menggunakan layanan cloud, perusahaan dapat mengelola data dan aplikasi mereka tanpa harus mengelola infrastruktur fisik, yang dapat meningkatkan efisiensi operasional.

Teknologi yang meningkatkan produktivitas tidak hanya akan menggantikan pekerja manusia, tetapi juga akan membantu mereka menjadi lebih berbakat dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih inovatif dan efisien.

BAB 2. INOVASI TEKNOLOGI

Inovasi teknologi dapat mencakup berbagai bidang, seperti teknologi informasi, kesehatan, energi, transportasi, manufaktur, dan banyak lagi. Inovasi dapat terjadi dalam berbagai tingkatan, mulai dari perubahan kecil hingga perubahan besar yang mengubah kehidupan dan cara kita bekerja.

2.1 Konsep Inovasi Teknologi

Dalam bidang bisnis, teknologi, seni, dan banyak bidang lainnya, inovasi dan kreativitas adalah dua konsep yang saling terkait dan penting. Meskipun keduanya sering digunakan bersamaan, artinya tidak sama. "Inovasi" adalah istilah yang mengacu pada penerapan konsep, ide, atau penemuan baru untuk menghasilkan nilai tambahan. Inovasi dapat terjadi dalam berbagai konteks, seperti produk, layanan, proses bisnis, atau model bisnis, dan melibatkan tindakan konkret untuk mewujudkan gagasan yang dapat menghasilkan manfaat atau solusi baru. Inovasi dapat bersifat inkremental, yaitu melakukan perubahan kecil atau peningkatan pada sesuatu yang sudah ada, atau radikal, yaitu membuat sesuatu yang benar-benar baru dan revolusioner. Dampak inovasi teknologi terlihat pada kinerja industri (Huynh et al., 2023). Industri yang mempunyai inovasi teknologi kuat, mempunyai peluang ekspansi lebih besar ke arah faktor yang mendukung peningkatan kinerja industri.

Kreatifitas adalah kemampuan untuk menciptakan konsep baru atau memahami hubungan antara konsep yang sudah ada. Ini melibatkan penemuan, kreativitas, dan kebebasan berpikir

untuk menciptakan sesuatu yang belum pernah terjadi sebelumnya. Kreativitas tidak hanya terbatas pada seni atau desain; itu juga dapat ditemukan dalam banyak hal dalam kehidupan sehari-hari, seperti membuat keputusan, memecahkan masalah, dan sebagainya.

Kreativitas dan inovasi saling melengkapi. Inovasi mengubah gagasan menjadi tindakan yang dapat menghasilkan nilai tambahan, sedangkan kreativitas menghasilkan bahan mentah untuk gagasan baru. Mereka yang dapat menggabungkan inovasi dan kreativitas dalam kegiatan sehari-hari mereka cenderung lebih adaptif dan siap menghadapi perubahan, yang dapat meningkatkan daya saing dan kesuksesan mereka. Secara bersama-sama, kreativitas dan inovasi mempunyai pengaruh signifikan pada kinerja usaha, terutama pada Usaha Kecil dan Menengah (UKM) (Rumanti et al., 2023). Kreativitas usaha tersebut dibentuk dari kombinasi kreativitas individu, kreativitas kelompok, lingkungan internal dan penciptaan pengetahuan.

2.2 Proses Inovasi

Inovasi adalah suatu proses atau kegiatan yang menghasilkan ide, konsep, atau produk baru dengan nilai tambahan. Proses ini terdiri dari sejumlah langkah tertentu, mulai dari menemukan masalah atau peluang, mengembangkan konsep, hingga menemukan solusi. Inovasi juga merupakan proses mengubah konsep, barang, atau layanan untuk mencapai hasil yang diinginkan. Ini terkait erat dengan kemajuan teknologi dan sangat penting bagi kesuksesan dan keunggulan kompetitif perusahaan dalam jangka panjang. Inovasi memerlukan pertimbangan tentang

biaya, keuntungan, dan kompetensi, dan harus dimasukkan ke dalam strategi dan misi perusahaan (Asiamah Yeboah, 2023). Proses inovasi umumnya terdiri dari tahapan berikut:

1. Identifikasi masalah atau peluang
Inovasi dimulai dengan menemukan masalah atau peluang untuk dipecahkan atau dimanfaatkan. Ini bisa mencakup analisis pasar, memahami kebutuhan pelanggan, atau melihat tren industri.
2. Penelitian dan analisis
Langkah ini melibatkan penelitian mendalam untuk mendapatkan pemahaman tentang masalah atau peluang. Untuk meningkatkan pemahaman mereka tentang pasar, tim inovasi dapat melakukan penelitian teknologi, analisis pesaing, dan studi pasar.
3. Generasi ide
Pada titik ini, tim inovasi mengembangkan berbagai ide untuk menyelesaikan masalah atau memanfaatkan peluang. Ada banyak cara untuk mendapatkan ide-ide ini, seperti mengamati sesuatu, membuat ide baru, atau mengubah konsep yang sudah ada.
4. Seleksi ide
Setelah menghasilkan banyak ide, langkah selanjutnya adalah menilai dan memilih yang terbaik. Potensi pasar, keunggulan kompetitif, dan ketersediaan sumber daya dapat menjadi alasan untuk memilih.
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. Pengujian ini dapat mencakup prototipe, uji coba produk, atau umpan balik 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. Proses ini dapat berfungsi sebagai dasar untuk inovasi berikutnya.

Untuk bertahan dalam inovasi, organisasi atau individu yang sukses biasanya memiliki budaya inovasi yang mendorong kreativitas, kerja sama, dan fleksibilitas dalam menghadapi perubahan.

2.3 Budaya Inovasi di Industri

Dalam suatu organisasi atau industri, budaya inovasi adalah sikap, nilai, dan praktik yang mendukung dan mendorong proses inovasi. Budaya inovasi yang kuat menciptakan lingkungan di mana kreativitas dihargai, ide-ide baru diberdayakan, dan ketidakpastian dianggap sebagai kesempatan. Industri harus memiliki budaya inovasi untuk mendorong kemajuan teknologi dan daya saing. Ada beberapa strategi utama untuk mendorong budaya inovasi dalam

industri, menurut sebuah studi tentang penerapan inovasi yang berhasil dalam bisnis. Ini termasuk bersedia mengambil risiko, memotivasi karyawan, melakukan penelitian, dan mengintegrasikan inovasi ke dalam budaya perusahaan (Eker & Eker, 2023).

Berikut ini adalah beberapa komponen utama budaya inovasi industri:

1. Pemahaman terhadap risiko
Sebagian besar budaya inovasi melihat risiko sebagai bagian integral dari proses inovasi. Menerima kenyataan bahwa ada risiko dan kegagalan dalam proses ini membantu menciptakan lingkungan di mana orang merasa nyaman untuk mengambil risiko yang terukur.
2. Penerimaan terhadap gagasan baru
Karyawan didorong untuk berbagi pengalaman, ide, dan perspektif mereka, yang dapat memberikan inspirasi untuk inovasi, karena budaya inovasi mendorong keterbukaan terhadap ide-ide baru dari berbagai sumber.
3. Kolaborasi dan komunikasi
Komunikasi terbuka dan kolaborasi antar tim atau departemen sangat penting. Dalam budaya inovasi, orang bekerja sama untuk mencari solusi kreatif dan memecahkan masalah.
4. Fleksibilitas dan kemampuan beradaptasi
Organisasi yang memiliki budaya inovasi yang kuat dapat dengan cepat menyesuaikan diri dengan perubahan pasar, kemajuan teknologi, atau kebutuhan pelanggan.

5. **Pelibatan karyawan**
Budaya inovasi memungkinkan karyawan untuk membuat ide-ide baru dan mengambil inisiatif. Ini dapat meningkatkan rasa kepemilikan dan motivasi.
6. **Kreativitas**
Dalam budaya inovasi, kreativitas dihargai dan diakui sebagai kontribusi penting. Individu atau tim yang berhasil mengembangkan solusi inovatif menerima penghargaan, pengakuan, atau insentif lainnya.
7. **Prioritas pelanggan**
Pemahaman yang mendalam tentang kebutuhan dan harapan pelanggan seringkali mendorong budaya inovasi. Perusahaan yang berfokus pada pelanggan dapat menemukan peluang inovasi yang lebih baik.
8. **Pemanfaatan data dan teknologi**
Inovasi di era digital sering kali melibatkan teknologi dan data. Penggunaan teknologi baru dan analisis data dapat membuka banyak peluang inovasi.
9. **Pola kepemimpinan**
Sangat penting untuk memiliki kepemimpinan yang mendukung inovasi. Pemimpin yang memotivasi, mendukung, dan mencontohkan inovasi dapat membangun budaya inovasi.

Industri manufaktur telah menemukan bahwa penerapan praktik MSDM yang ramah lingkungan telah meningkatkan komitmen lingkungan karyawan. Ini menunjukkan betapa pentingnya budaya organisasi untuk mendorong inovasi, kinerja dan praktik yang berkelanjutan dalam jangka panjang

(Rijal, 2023). Organisasi yang sukses biasanya mengintegrasikan budaya inovasi sebagai bagian penting dari identitas dan nilai mereka. Budaya inovasi memerlukan waktu, kesabaran, dan komitmen yang bertahan lama.

2.4 Penerapan Teknologi pada Inovasi Produk

Proses inovasi di berbagai bidang sangat didukung dan difasilitasi oleh teknologi. Berikut ini adalah beberapa cara teknologi mendorong inovasi:

1. Akses terhadap informasi dan keilmuan
Teknologi sekarang memungkinkan orang untuk dengan mudah mendapatkan informasi dan pengetahuan dari berbagai sumber. Basis data elektronik dan riset terbaru memungkinkan inovator untuk mendapatkan informasi, studi kasus, dan penelitian terbaru.
2. Interaksi
Teknologi sekarang memungkinkan orang dan kelompok berinteraksi satu sama lain di seluruh dunia, yang memungkinkan orang bertukar pikiran dan perspektif dari berbagai latar belakang. Ini dapat mendorong pembuatan solusi baru.
3. Pengolahan dan analisis data
Teknologi sekarang memungkinkan pengolahan data besar dan analisis yang cepat. Hal ini dapat membantu pengembang menemukan pola, tren, dan wawasan yang dapat membantu mereka membuat barang atau jasa baru.
4. Penelitian dan pengembangan
Teknologi sangat penting untuk mendukung penelitian dan pengembangan. Percobaan, simulasi, dan pengujian prototipe dipercepat dengan bantuan alat dan perangkat lunak khusus.
5. Otomatisasi

Otomatisasi tugas-tugas rutin memberikan waktu dan sumber daya manusia untuk berkonsentrasi pada kegiatan kreatif dan strategis, yang dapat mendorong inovasi dengan mengurangi beban kerja rutin.

Inovasi dapat ditingkatkan, dipercepat, dan diperluas ke berbagai bidang dan tingkatan melalui interaksi yang kompleks antara teknologi dan proses kreatif manusia.

2.5 Contoh Inovasi Teknologi

Penggunaan teknologi digital dalam kurikulum, pembuatan aplikasi dan situs web pendidikan, dan penerapan sistem e-commerce adalah beberapa contoh kemajuan teknologi. Ini adalah beberapa contoh khusus bentuk inovasi teknologi:

1. Aplikasi Pendidikan

Pengajaran mata pelajaran utama, seperti PAI (Pendidikan Agama Islam), telah dibantu dengan penggunaan aplikasi dan situs web pendidikan seperti Wordwall. Pengalaman belajar yang interaktif dan gamified yang ditawarkan oleh platform-platform ini membuat pembelajaran lebih menarik dan berhasil (Khoriyah & Muhid, 2022).

2. Sistem Perdagangan Elektronik (E-Commerce).

Pengembangan sistem e-commerce untuk bisnis, seperti Raya Selluler Demak, yang menjual berbagai jenis ponsel dan aksesoris, menunjukkan penggunaan teknologi untuk meningkatkan upaya pemasaran dan penjualan. Dengan menerapkan sistem e-commerce, pelanggan dapat lebih mudah mengakses informasi produk dan proses transaksi menjadi lebih mudah, sehingga bisnis dapat lebih baik beroperasi (Pamungkas et al., 2023).

3. Industri Asuransi

Teknologi keuangan (FinTech) telah menjadi bagian penting dari industri asuransi selama pandemi COVID-19. Dengan bantuan teknologi, inovasi finansial kontemporer telah mempermudah aktivitas keuangan, membuat bisnis lebih mudah berhubungan dengan nasabah, menawarkan pendidikan, dan memungkinkan transaksi seperti pembayaran premi dan pengajuan klaim (Agustina & Suganda, 2022).

4. Layanan kesehatan

Kebijakan inovasi pelayanan publik berbasis e-government, seperti aplikasi SMART IN PIRT yang digunakan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Bangka, telah membawa perubahan besar dalam cara manajemen pelayanan publik dan pemerintahan yang optimal dilakukan. Bisnis dapat mendapatkan perizinan atau sertifikasi pangan untuk produk industri rumah tangga melalui aplikasi ini (Pati et al., 2022)

5. Pendidikan Keperawatan

Sebagai contoh, penggunaan smartphone dan aplikasi dalam pendidikan klinis keperawatan telah terbukti meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa keperawatan. Ini membantu dalam kinerja, kualitas, dan performa klinis (Hutagaol, 2023).

BAB 3. STRATEGI MANAJEMEN TEKNOLOGI

Strategi manajemen teknologi mencakup perencanaan, pengembangan, implementasi, dan pengawasan penggunaan teknologi oleh suatu organisasi untuk mencapai tujuan perusahaan. Strategi manajemen teknologi dirancang untuk memastikan bahwa teknologi digunakan untuk mendukung tujuan perusahaan dan memberikan keunggulan kompetitif.

3.1 Adopsi Teknologi

Adopsi teknologi adalah proses di mana orang, organisasi, dan industri menerapkan teknologi baru. Ini memerlukan pemahaman tentang komponen penentu dan pengaruh penerimaan dan penggunaan teknologi (Jeleskovic et al., 2023). Efisiensi diri, norma subjektif, kenikmatan yang dirasakan, kecemasan, pengaruh sosial, kualitas sistem, dan kondisi yang memfasilitasi adalah beberapa faktor prediktor. Selain itu, adopsi teknologi dapat dipelajari melalui analisis kuantitatif yang menangkap sifat evolusionernya dan memperhitungkan nonlinieritas. Namun, untuk memprediksi tingkat adopsi teknologi yang sedang berkembang, ada kebutuhan akan strategi yang efektif dan dapat diterapkan di seluruh dunia.

Adopsi teknologi dipengaruhi oleh banyak hal, antara lain ekspektasi kinerja, ekspektasi upaya, pengaruh sosial, kondisi yang memfasilitasi, nilai harga, kebiasaan, biaya, persiapan singkat, kualitas layanan, hasil yang dapat ditunjukkan, waktu proyek, pertimbangan lingkungan, pertimbangan pelatihan, keramahan pengguna, nilai teknologi, peningkatan kualitas

hidup yang dapat diperoleh dari teknologi, kepercayaan diri untuk perusahaan, dan seterusnya (Algassim et al., 2023). Faktor-faktor ini telah ditemukan di berbagai industri dan lingkungan, seperti industri jasa arsitektur; adopsi pembelajaran online di institusi pendidikan tinggi; keinginan orang dewasa yang lebih tua untuk menggunakan teknologi; dan adopsi perawat dari teknologi informasi dan komunikasi. Memahami dan menangani elemen-elemen ini dapat membantu dalam memprediksi dan mempromosikan keberhasilan adopsi teknologi di berbagai lingkungan.

Dilain sisi, adopsi teknologi di industri didorong karena alasan untuk meningkatkan keuntungan. Hal ini terjadi karena adanya persepsi bahwa metode dari teknologi baru memberikan hasil yang lebih tinggi dari pada metode dengan teknologi yang ada saat ini. Peningkatan keuntungan dengan adopsi teknologi juga dapat didorong dengan adanya efisiensi dalam penggunaan sumber daya, misalnya dalam hal penggunaan bahan baku, bahan bakar, tenaga kerja, dan luas ruangan yang digunakan. Pada umumnya, teknologi baru yang diadopsi mempunyai tingkat efisiensi dan efektifitas yang lebih tinggi dari teknologi saat ini.

Dalam implementasinya, adopsi teknologi dilakukan dengan proses sebagai berikut:

1. Pemahaman dan informasi

Industri 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. Oleh karena itu, industri

perlu mempelajari dengan baik dan benar manual book, instruksi kerja yang menyertai teknologi tersebut.

2. Pertimbangan dan evaluasi

Industri perlu mempertimbangkan dan melakukan evaluasi terhadap teknologi baru terutama terkait dengan efisiensi dan efektifitasnya. Pertimbangan dan evaluasi secara kuantitatif dan kualitatif perlu dilakukan, seperti melalui analisis based cost ratio, analisis biaya, proyeksi keuntungan dan lainnya. Dalam hal ini, industri perlu melakukan perbandingan antara beberapa teknologi baru yang akan digunakan.

3. Pengambilan keputusan

Pengambilan keputusan dilakukan untuk menerima atau menolak teknologi baru. Pengambilan keputusan juga dapat dilakukan melalui pemilihan salah satu jenis berbagai teknologi baru yang tersedia. Selain itu, pengambilan keputusan juga dilakukan untuk sistem pengadaan teknologi baru, terutama dalam metode pembayaran yang dilakukannya (tunai/ kredit). Model pembayaran ini akan mempengaruhi pengembalian investasinya.

4. Implementasi

Implementasi diwujudkan dengan penggunaan teknologi baru dalam proses produksi industri. Implementasi ini membutuhkan persiapan tenaga kerja yang memadai sehingga mampu mengoperasikan teknologi sesuai dengan cara/ mekanisme kerjanya.

Beberapa bentuk adopsi teknologi dan dampaknya pada industri ditunjukkan melalui beberapa kajian yang telah

dilakukan sebelumnya antara lain pada adopsi teknologi pada proses pembelajaran daring di perguruan tinggi yang mampu meningkatkan kepuasan mahasiswa terhadap proses belajar mengajar di kampus (Ririh et al., 2022). Adoption teknologi informasi dalam bentuk sistem perangkat lunak terbuka, jejaring sosial digital, dan telepon berbasis Internet, telah mempengaruhi pembangunan sosial dan ekonomi negara (Kauffman & Techatassanasoontorn, 2010).

3.2 Transfer Teknologi

Transfer teknologi terjadi ketika dua atau lebih organisasi berbagi teknologi, keterampilan, pengetahuan, atau inovasi satu sama lain. Transfer teknologi dapat terjadi antara organisasi, perusahaan, lembaga riset, atau individu. Tujuan transfer teknologi dapat beragam, seperti meningkatkan efisiensi, meningkatkan kapasitas inovasi, atau meningkatkan daya saing.

Transfer teknologi dapat dilakukan bila ada sumber dan penerima teknologi. Sumber teknologi merupakan orang atau organisasi yang memiliki ide atau pengetahuan yang ingin ditransfer. Ini bisa berupa organisasi, lembaga penelitian, atau individu yang memiliki keterampilan teknologi yang unggul. Penerima teknologi merupakan pihak atau entitas yang menerima inovasi atau pengetahuan. Penerima teknologi dapat berupa pemerintah, lembaga riset, atau perusahaan yang ingin mengadopsi atau memanfaatkan teknologi baru.

Proses transfer teknologi dilakukan melalui tahapan: (1) identifikasi teknologi, (2) pembuatan desain teknologi, (3) pelatihan teknologi, (4) implementasi atau integrasi teknologi. Pada tahap pertama, identifikasi teknologi merupakan proses awal transfer teknologi untuk menemukan obyek teknologi

yang akan ditransfer. Proses identifikasi teknologi dilakukan melalui kegiatan mencari, menganalisis dan mengevaluasi berbagai teknologi yang sesuai dengan kebutuhan atau tujuan tertentu. Identifikasi teknologi harus mampu menjawab tujuan pelaksanaan transfer teknologi, apakah untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas proses operasional, pengembangan produk baru, meminimalisir tingkat kecacatan produk/ keluhan pelanggan atau untuk pemecahan masalah tertentu lainnya.

Tahap kedua, pembuatan desain teknologi merupakan perancangan teknologi yang akan ditransfer agar sesuai dengan kebutuhan penerima teknologi. Pada tahap ini, rancangan teknologi yang akan di transfer perlu disesuaikan dengan sosial, budaya dan kondisi ekonomi penerima teknologi. Hal ini perlu dilakukan agar teknologi dapat diintegrasikan dengan baik pada lingkungan setempat. Selain itu, perancangan teknologi juga dilakukan dengan memodifikasi fisik komponen teknologi, misalnya perubahan desain, ukuran dan fitur agar sesuai dengan kebutuhan sesuai spesifikasi penerima teknologi.

Tahap ketiga adalah pelatihan teknologi. Pelatihan teknologi adalah proses pendidikan atau pembelajaran yang bertujuan untuk meningkatkan pemahaman, pengetahuan, dan keterampilan teknologi seseorang. Pelatihan ini dapat mencakup berbagai hal, mulai dari penggunaan perangkat lunak dan perangkat keras hingga konsep teknologi tingkat tinggi seperti pemrograman, analisis data, keamanan informasi, dan pengembangan perangkat lunak. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman penerima/ pengguna terhadap konsep dasar dan teknis operasional teknologi tersebut. Selain itu, pelatihan ini juga bertujuan

untuk memberikan ketrampilan teknis dan spesifik yang diperlukan untuk menjalankan teknologi tersebut. Dalam implementasinya, pelatihan dapat dilakukan dimasa sebelum penggunaan teknologi atau melalui magang pada sumber teknologi. Magang teknologi dilakukan dengan memberikan pengalaman langsung calon pengguna ke sumber teknologi. Pelatihan teknologi sangat penting untuk mempersiapkan orang untuk berhasil dalam lingkungan kerja yang semakin bergantung pada teknologi. Memberikan pelatihan memungkinkan seseorang untuk terus meningkatkan kemampuan mereka dan berkontribusi pada industri yang terus berubah.

Tahap terakhir dalam proses transfer teknologi adalah implementasi/ integrasi teknologi. Proses mengintegrasikan atau mengadopsi solusi teknologi ke dalam suatu organisasi atau sistem disebut implementasi teknologi atau integrasi teknologi. Meningkatkan kinerja, efisiensi, dan produktivitas adalah tujuan utamanya. Pengenalan perangkat lunak, perangkat keras, atau sistem informasi baru yang dapat memberikan manfaat tambahan atau menggantikan metode yang sudah ada dapat termasuk dalam proses ini. Untuk memaksimalkan manfaatnya, pastikan teknologi terintegrasi dengan baik dengan proses bisnis yang sudah ada. Jika diperlukan, dapat dilakukan penyesuaian proses bisnis dengan teknologi yang digunakan. Dalam rangka menjaga pemanfaatan teknologi, maka perlu dilakukan evaluasi rutin terhadap kinerja teknologi yang digunakan. Implementasi/ integrasi teknologi yang dilakukan secara efektif dan efisien, memberikan dampak positif pada kinerja organisasi/ perusahaan. Oleh karena itu, penting untuk mengelola

perubahan dengan bijak dan memastikan bahwa seluruh organisasi terlibat dalam proses implementasi/ integrasi teknologi ini.

Penyebaran teknologi dapat dilihat dalam banyak bidang. Model CBAM-ASPP-SqueezeNet, yang didasarkan pada mekanisme perhatian dan penyatuan piramida spasial atrous (CBAM-ASPP), diusulkan untuk digunakan dalam bidang deteksi robot multi-target menggenggam (Zhao et al., 2023). Di bidang klasifikasi lalu lintas, teknik yang menggabungkan pembelajaran transfer mendalam dengan sampel kecil untuk klasifikasi lalu lintas berbahaya dapat secara signifikan meningkatkan akurasi dan efisiensi (Wang et al., 2022). Penyebaran teknologi akuntansi internasional telah dibahas di bidang akuntansi, dengan perhatian khusus pada peran yang dimainkan oleh penemuan, budaya, bahasa, dan intervensi politik dan hukum (Nobes, 2015). Rantai nilai global, atau GVC, dianggap sebagai alat untuk transfer teknologi di bidang perdagangan internasional, terutama melalui lisensi teknologi asing (Rigo, 2021). Ablasi laser yang disempurnakan dengan ujung mikroskop gaya atom (AFM) digunakan dalam spektrometri massa untuk memindahkan material dari jaringan dan sel ke analisis spektrometri massa lanjutan (Seneviratne, 2016).

3.3 Lingkungan Internal Teknologi

Semua komponen teknologi yang ada dalam suatu perusahaan atau organisasi disebut lingkungan internal teknologi. Ini termasuk perangkat lunak, perangkat keras, jaringan komputer, sistem informasi, dan sumber daya teknologi lainnya yang digunakan untuk membantu operasi dan mencapai tujuan perusahaan. Untuk mendukung

operasional sehari-hari dan mencapai tujuan bisnis perusahaan, lingkungan internal teknologi mempunyai peran yang sangat penting. Manajemen teknologi yang baik melibatkan pemeliharaan, pengembangan, dan optimalisasi komponen lingkungan ini untuk membantu perusahaan bertahan dalam lingkungan bisnis yang terus berubah.

Lingkungan internal teknologi mengacu pada elemen organisasi yang mempengaruhi proses inovasi dalam perusahaan. Karena lingkungan organisasi yang mereka miliki, perusahaan kecil berbasis teknologi (TBC) lebih cenderung melakukan inovasi (Fiates et al., 2010). Budaya, struktur organisasi, staf, dan infrastruktur adalah semua komponen lingkungan ini. Persepsi tentang komponen ini dan relevansinya dengan inovasi dapat berbeda antara manajer dan karyawan (Camponovo et al., 2004). Sistem pendukung keputusan dapat membantu menilai lingkungan eksternal, yang juga penting untuk keberlangsungan dan keberhasilan perusahaan (Jury, 1997). Perilaku, bentuk, dan aturan operasi sebuah organisasi sangat dipengaruhi oleh lingkungannya (Novaes de Andrade, 2008).

3.4 Lingkungan Eksternal 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. Untuk suatu organisasi dapat bertahan dan berhasil, sangat penting untuk menilai lingkungannya (Camponovo et al., 2004). Teknologi memiliki sisi positif dan negatif. Efek negatif teknologi termasuk biaya atau efek samping yang terkait dengan penggunaan teknologi,

yang kadang-kadang lebih besar daripada manfaatnya (Mendelsohn, 2008). Saat ini, teknologi digital telah menjadi bagian integral dari dunia material kita. Untuk memahami fungsinya, kita memerlukan rangka kerja konseptual yang menggabungkan akun mediasi teknologi dan keterlibatan dengan lingkungan (Aydin et al., 2019).

Lingkungan teknologi eksternal mencakup hal-hal yang tidak berada di bawah kendali organisasi dan dapat memengaruhi pengembangan dan penerapan teknologi perusahaan. Lingkungan eksternal ini termasuk perubahan industri, perkembangan teknologi di seluruh dunia, regulasi pemerintah, dan dinamika pasar. Memahami dan mengelola lingkungan eksternal ini sangat penting untuk mengidentifikasi peluang dan mengatasi kesulitan yang muncul dari perubahan teknologi. Untuk tetap relevan dan bersaing di pasar yang terus berubah, organisasi harus memahami dan merespons dengan bijak terhadap perubahan teknologi di luar. Ini mencakup mengamati tren industri, mempersiapkan diri untuk beradaptasi dengan perubahan, dan membuat keputusan strategis yang sesuai dengan perubahan lingkungan eksternal.

BAB 4. IMPLEMENTASI TEKNOLOGI DI INDUSTRI

Implementasi teknologi adalah fase penting dalam siklus pengembangan teknologi di mana solusi teknologi yang telah dipilih diterapkan dan diintegrasikan ke dalam lingkungan organisasi. Implementasi melibatkan serangkaian tindakan untuk memastikan bahwa solusi tersebut berjalan sesuai dengan harapan, mencapai tujuan bisnis, dan memberikan nilai tambah kepada organisasi. Implementasi teknologi harus direncanakan dengan hati-hati, melibatkan semua pihak yang berkepentingan, dan diintegrasikan ke dalam proses bisnis organisasi. Kesuksesan implementasi teknologi akan didukung oleh pemahaman yang baik terhadap kebutuhan pengguna, dukungan yang efektif, dan manajemen perubahan yang baik.

4.1 Pemilihan Teknologi

Langkah-langkah yang diambil oleh suatu organisasi untuk memilih teknologi yang paling sesuai dengan kebutuhan dan tujuan bisnisnya dikenal sebagai proses seleksi teknologi. Proses ini termasuk menilai berbagai opsi teknologi yang tersedia dengan mempertimbangkan fitur, biaya, dan kebutuhan khusus organisasi. Dalam proses seleksi teknologi, detail, kolaborasi antardepartemen, dan keterlibatan pihak-pihak yang berkepentingan sangat penting. Pemilihan yang cermat akan memastikan bahwa teknologi yang diadopsi dapat dengan efektif mendukung visi dan strategi bisnis perusahaan.

Proses pemilihan teknologi melibatkan beberapa komponen utama yang berdampak pada hasil keseluruhan. Pertama, pemilihan proses bisnis yang akan diotomatisasi dan dioptimalkan sangat penting dalam menentukan di mana harus

memulai dengan otomatisasi proses robotik (RPA) (Axmann & Harmoko, 2022). Dalam akuisisi teknologi, keputusan dan tindakan manajerial yang diambil selama fase pencarian dan pemilihan secara signifikan mempengaruhi keberhasilan implementasi (Bobelyn, 2018). Pusat penelitian dan pengembangan memainkan peran penting dalam pengembangan teknologi dan menghadapi tantangan dalam memilih teknologi baru. Teknik Multiple Criteria Decision Making (MCDM) biasanya digunakan untuk mengevaluasi dan memutuskan teknologi, tetapi hanya sedikit penelitian yang berfokus pada lembaga litbang (Lizarralde & Ganzarain, 2019). Dalam pengembangan produk baru, memilih teknologi yang tepat merupakan keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan desain hilir dan kesuksesan produk. Faktor-faktor seperti ketidakpastian teknologi, ketidakpastian pasar, dan pertukaran waktu perlu dipertimbangkan (Sanayei, 2016). Akhirnya, proses transfer teknologi melibatkan pemilihan antara transfer satu kali dan kerja sama universitas-industri, dengan faktor-faktor seperti daya tawar dan periode yang menguntungkan yang mempengaruhi keputusan (Zhang, 2017).

4.2 Teknologi Konvensional

Teknologi konvensional biasanya kurang inovatif dan berfokus pada metode yang sudah dikenal dan teruji untuk mencapai tujuan tertentu. Ini adalah jenis teknologi yang telah ada dan digunakan untuk waktu yang cukup lama. Teknologi konvensional" adalah istilah yang mengacu pada teknologi yang telah lama ada dan umum digunakan sebelum kemajuan teknologi modern. Istilah ini juga dapat merujuk pada teknologi yang tidak digital dalam situasi tertentu. Sebagai

contoh, dalam industri keuangan, teknologi konvensional dapat merujuk pada sistem perbankan yang tidak menggunakan teknologi informasi dan internet. Dalam penelitian tentang tanggung jawab pelaku usaha dengan sistem dropship, teknologi konvensional juga dapat merujuk pada sistem perdagangan konvensional yang tidak menggunakan platform online atau e-commerce (Maulana et al., 2021). Dalam konteks lain, misalnya dalam penelitian tentang pemahaman tentang bank konvensional dan syariah, teknologi konvensional dapat merujuk pada sistem perbankan konvensional yang tidak berbasis syariah (Putri Ratricia et al., 2022).

Pada beberapa aspek, teknologi konvensional dapat diidentifikasi berdasarkan:

1. Stabilitas teknologi

Teknologi konvensional telah terbukti stabil digunakan oleh berbagai macam industri karena telah dimanfaatkan dalam waktu yang lama sehingga terbukti keandalannya.

2. Tingkat adopsi

Teknologi konvensional telah banyak diadopsi dan diterima oleh berbagai macam bidang industri

3. Lemah dalam inovasi

Teknologi konvensional cenderung kurang inovatif dan tidak memasukkan konsep atau ide-ide revolusioner. Dalam perkembangan, cenderung bersifat evolusioner dan berfokus pada beberapa perbaikan atau peningkatan.

4. Terkenal dan Terstandar

Para profesional di bidang biasanya tahu teknologi konvensional dan aplikasinya sering terstandarisasi dan terdokumentasi dengan baik.

Meskipun teknologi konvensional stabil dan dapat diandalkan, kelemahannya dapat membuatnya kurang responsif terhadap perubahan pasar, kurang efisien, atau bahkan terhambat oleh batasan tertentu. Beberapa kelemahan teknologi konvensional adalah:

1. Tingginya biaya pemeliharaan dan pengembangan
Teknologi konvensional biasanya berkembang lebih lambat daripada teknologi inovatif. Ini karena ketergantungan mereka pada praktik yang sudah dikenal dan teruji dapat menghalangi mereka untuk beradaptasi dengan perubahan pasar atau teknologi baru.
2. Fungsi yang terbatas
Teknologi konvensional mungkin memiliki keterbatasan dalam hal fitur atau fungsionalitas dibandingkan dengan solusi teknologi yang lebih baru. Ini dapat menghambat organisasi untuk menggunakan fitur canggih atau memenuhi kebutuhan yang berkembang.
3. Tidak fleksibel
Teknologi konvensional terlalu bergantung pada standar industri tertentu yang kurang fleksibel terhadap kemajuan atau standar baru.
Ketergantungan ini dapat menghalangi inovasi.
4. Tidak terjamin keamanannya
Teknologi konvensional memiliki kelemahan keamanan yang lebih besar seiring berjalannya waktu karena kurangnya pemeliharaan atau pembaruan keamanan. Kelemahan keamanan ini dapat menjadi ancaman yang signifikan, terutama di era serangan siber yang semakin kompleks.
5. Penggunaan energi yang tidak efisien
Teknologi konvensional tidak dirancang untuk mencapai tingkat efisiensi energi terbaik, terutama jika

dibandingkan dengan solusi teknologi yang lebih baru dan ramah lingkungan. Akibatnya, ini dapat menyebabkan biaya operasional yang lebih tinggi dan dampak lingkungan yang lebih besar.

Banyak organisasi terus menggunakan teknologi konvensional karena kelemahannya, seperti biaya yang terkendali dan keandalan. Namun, perlu diingat bahwa teknologi harus terus diperbarui dan dimodernisasi seiring berjalannya waktu untuk tetap relevan dan efektif.

4.3 Teknologi Digital

Teknologi digital adalah istilah yang mengacu pada penggunaan sistem yang berbasis digital, di mana informasi diwakili oleh angka biner 0 dan 1. Ini mencakup penggunaan komputer, perangkat lunak, internet, dan perangkat digital lainnya untuk menyimpan, mengirim, dan memanipulasi data. Teknologi digital memiliki banyak aplikasi, seperti arsip digital, pendidikan, pengeringan makanan, dan perlindungan data pribadi anak. Beberapa aspek utama dari teknologi digital adalah:

1. Pengolahan data secara digital

Perangkat elektronik seperti komputer mengolah data dalam bentuk digital. Perangkat lunak dan prosesor mengonversi, memanipulasi, dan menganalisis data digital. Penggunaan teknologi untuk memproses data digital disebut "pengolahan data digital". Ini mencakup penggunaan perangkat digital seperti komputer, perangkat lunak, internet, dan lainnya untuk menyimpan, mengirim, dan memanipulasi informasi. Contoh pengolahan data secara digital termasuk pembuatan basis data budidaya kangkung kelompok tani, penggunaan media digital (website) untuk mengolah data cuti karyawan. (Yuniarto et al.,

2022)(Mayang Sari et al., 2022). Semua ini dapat mempermudah proses pengolahan data, menghemat waktu, dan meningkatkan akurasi data

2. Sinyal digital

Sinyal digital merupakan bentuk pengiriman dan penerimaan informasi secara digital. Ini berbeda dari sinyal analog, yang diwakili oleh gelombang kontinu. Sinyal digital memiliki beberapa keuntungan, seperti mereka tahan terhadap gangguan dan dapat dikompresi dan direproduksi tanpa kehilangan kualitasnya. Sinyal digital memiliki nilai diskret. Sinyal digital, dalam teknologi, mengacu pada representasi sinyal fisik (seperti gambar atau suara) dalam bentuk digital yang terdiri dari set angka biner. Perangkat elektronik seperti komputer dapat dengan mudah menyimpan, mereplikasi, dan mengubah sinyal digital. Daripada sinyal analog, mereka juga lebih tahan terhadap gangguan.

3. Komunikasi digital

Teknologi digital memungkinkan orang menggunakan jaringan komputer, internet, dan protokol komunikasi digital lainnya untuk berkomunikasi dengan baik. Komunikasi digital termasuk melalui telepon, email, pesan instan, dan media sosial.

4. Penyimpanan data digital

Perangkat penyimpanan digital seperti hard drive, SSD (*Solid State Drive*), dan penyimpanan cloud memungkinkan akses cepat dan efisien terhadap data. Untuk menyimpan data digital, ada banyak media yang dapat digunakan, seperti kertas, basis data, dan media penyimpanan elektronik. Teknologi pencetak laser dan pembaca, juga dikenal sebagai scanner, dapat digunakan sebagai media untuk menyimpan data digital.

5. Pengolahan citra digital

Teknologi digital memungkinkan pengolahan gambar dan suara, seperti kompresi, penyuntingan, dan pengolahan lainnya. Pengolahan citra digital adalah suatu proses pengolahan citra yang melibatkan input dan output, dan hasilnya berupa objek dalam bentuk gambar atau citra yang diproses dengan cepat dan mudah. Pengolahan citra digital memiliki beberapa kelebihan, termasuk tidak merusak objek, prosesnya cepat dan mudah, dan dapat meningkatkan akurasi data.

6. Sensor digital

Banyak perangkat, termasuk kamera, ponsel pintar, kendaraan otonom, dan banyak aplikasi lainnya, menggunakan sensor digital untuk mendeteksi dan mengukur informasi dari lingkungan sekitarnya. Sensor digital adalah komponen elektronik yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur fenomena dan mengubahnya menjadi sinyal digital. Ini memungkinkan integrasi data lapangan dan data waktu nyata ke dalam model digital.

7. Keamanan digital

Salah satu komponen penting teknologi digital adalah melindungi data digital dan sistem dari akses yang tidak sah. Enkripsi, firewall, dan teknik keamanan lainnya digunakan untuk melindungi data sensitif.

Kebermanfaatan teknologi digital mampu meningkatkan efisiensi dan efektifitas proses operasional suatu perusahaan sehingga berdampak pada peningkatan produktivitasnya. Namun demikian, teknologi digital memberikan kelemahan dalam bentuk:

1. Menciptakan ketergantungan teknologi

Seringkali, masyarakat modern bergantung pada teknologi digital. Ketika teknologi mengalami gangguan atau kegagalan, ketergantungan ini dapat menyebabkan masalah atau ketidaknyamanan.

2. Berisiko terhadap keamanan dan privasi
Peningkatan teknologi digital telah meningkatkan ancaman terhadap keamanan dan privasi. Ancaman keamanan seperti peretasan dan serangan malware dapat menyebabkan pencurian data dan kerugian finansial. Selain itu, pengumpulan dan penggunaan data yang tidak etis dapat mengganggu privasi pribadi.
3. Gap digital
Tidak semua orang memiliki akses yang sama ke teknologi digital. Kendala seperti masalah keuangan, lokasi geografis, atau kurangnya pengetahuan dapat menyebabkan kesenjangan digital, yang menghalangi beberapa orang atau komunitas untuk menikmati manfaat penuh dari kemajuan teknologi.
4. Menambah jumlah pengangguran
Kecerdasan buatan dan otomatisasi dapat menggantikan beberapa pekerjaan, menyebabkan pengangguran atau pergeseran pekerjaan. Ini dapat menyebabkan ketidaksetaraan ekonomi dan menantang untuk menyiapkan tenaga kerja untuk pekerjaan baru.
5. Mengganggu kesehatan
Penggunaan teknologi digital yang berlebihan dapat menyebabkan masalah kesehatan seperti gangguan tidur yang disebabkan oleh paparan layar, masalah kesehatan mental yang disebabkan oleh penggunaan media sosial, dan masalah postur tubuh yang buruk yang disebabkan oleh penggunaan perangkat seluler.
6. Pemicu konflik
Di era internet, informasi yang tidak akurat atau palsu dapat dengan mudah tersebar, menyebabkan

disinformasi, kebingungan, dan bahkan dapat menyebabkan konflik sosial atau politik.

7. Limbah digital

Perangkat elektronik memiliki masa pakai terbatas, dan banyak dari mereka menjadi limbah elektronik ketika tidak lagi digunakan. Pengelolaan limbah elektronik yang tidak tepat dapat merusak lingkungan dan kesehatan manusia.

Penting untuk diingat bahwa meskipun teknologi digital memiliki kelemahan, banyak masalah dapat diatasi atau dikelola melalui kebijakan, regulasi, dan kesadaran masyarakat. Upaya terus-menerus untuk meningkatkan keamanan, privasi, dan inklusi dapat membantu mengatasi sebagian besar masalah yang muncul bersama dengan teknologi digital.

BAB 5. EVALUASI TEKNOLOGI

Salah satu tahap penting dalam siklus kehidupan teknologi adalah evaluasi teknologi, yang memungkinkan organisasi untuk mengukur pengaruh, efisiensi, dan relevansi teknologi terhadap tujuan bisnisnya. Sebagai pemimpin atau profesional teknologi, melakukan evaluasi teknologi dengan cermat adalah keterampilan yang sangat penting untuk menghadapi perubahan yang cepat dan kompleks dalam lingkungan bisnis kontemporer.

5.1 Urgensi Evaluasi Teknologi

Pentingnya evaluasi teknologi dapat didefinisikan sebagai proses untuk memahami teknologi, mengukur kinerjanya, dan menganalisisnya. Evaluasi teknologi penting dilakukan karena:

- 1. Mengoptimalkan investasi**

Evaluasi membantu perusahaan memastikan bahwa investasi mereka dalam teknologi akan menghasilkan nilai tambah yang sesuai dengan tujuan dan strategi perusahaan.

- 2. Memperbaiki teknologi**

Evaluasi kinerja teknologi membantu organisasi mengidentifikasi kekurangan atau ketidaksesuaian dengan kebutuhan bisnis dan memperbaiki proses.

- 3. Bentuk adaptasi terhadap perubahan**

Evaluasi teknologi membantu organisasi mengevaluasi dan merespon perubahan dalam lingkungan bisnis yang dinamis dengan cepat.

Dalam beberapa bidang pekerjaan, evaluasi teknologi penting dilakukan mengoptimalkan pemanfaatan teknologi. Evaluasi teknologi adalah proses mengevaluasi kinerja

teknologi tertentu dalam berbagai bidang, yang melibatkan pengumpulan dan analisis data untuk mengukur kinerja dan dampak teknologi tersebut. Untuk mencapai tujuan ini, peneliti ilmu sosial, spesialis teknologi, dan praktisi harus bekerja sama dengan baik untuk memastikan bahwa mereka dapat berkomunikasi dengan baik dan memahami aspek prosedural dan kontekstual teknologi tersebut (He et al., 2018). Pada penggunaan sistem prototipe yang menggabungkan teknologi Internet of Things (IoT) dan Augmented Reality (AR), evaluasi teknologi digunakan untuk mengevaluasi bagaimana variabel seperti ukuran objek, rintangan, dan dominasi tangan memengaruhi kemampuan anggota tubuh bagian atas (Livingston et al., 2005).

5.2 Proses Evaluasi Teknologi

Untuk memastikan bahwa teknologi yang digunakan memberikan nilai tambah yang optimal sesuai dengan tujuan dan strategi bisnis yang telah ditetapkan, proses evaluasi teknologi melibatkan berbagai langkah yang diambil untuk mengukur, menganalisis, dan memahami pengaruh dan efektivitas teknologi dalam konteks organisasi atau bisnis. Secara rinci, proses evaluasi dilakukan dengan tahapan berikut ini:

1. Menentukan tujuan evaluasi
Pahami mengapa evaluasi teknologi dilakukan. Apakah itu karena penggantian teknologi yang sudah ada, pemilihan solusi baru, atau perbaikan teknologi yang sudah ada.
2. Menentukan kriteria evaluasi
Tentukan standar evaluasi dan parameter yang sesuai dengan kebutuhan dan tujuan perusahaan. Misalnya,

biaya total kepemilikan, skalabilitas, efisiensi, keamanan, dan dukungan pengguna.

3. Pemilihan metode evaluasi
Pilih metode penilaian yang tepat. Analisis cost-benefit, analisis risiko, pemetaan kebutuhan, dan perbandingan solusi yang mungkin adalah semua komponen metode yang umum.
4. Pengumpulan data
Untuk menilai kinerja teknologi yang dipertimbangkan atau saat ini, pengumpulan data, wawancara dengan pemangku kepentingan, dan analisis dokumentasi mungkin diperlukan.
5. Analisis Kinerja
Analisis kinerja teknologi sesuai dengan standar evaluasi. Lihat seberapa baik teknologi membantu operasi bisnis, mencapai tujuan strategis, dan mengoptimalkan proses.
6. Evaluasi keamanan
Periksa aspek keamanan teknologi, seperti ketahanan terhadap ancaman keamanan, kepatuhan terhadap peraturan, dan keamanan yang diterapkan.
7. Analisis manfaat dan biaya
Hitung biaya total kepemilikan (Total Cost of Ownership—TCO) dan keuntungan yang diharapkan dari teknologi. Lihat dampak jangka panjang dan keuangan
8. Analisis risiko
Lakukan analisis risiko untuk menemukan kemungkinan risiko yang terkait dengan penggunaan atau implementasi teknologi. Jika diperlukan, buat metode untuk mengurangi risiko.
9. Integrasi dan keberlanjutan teknologi
Lakukan analisis risiko untuk menemukan kemungkinan risiko yang terkait dengan penggunaan atau implementasi teknologi. Jika diperlukan, buat

metode untuk mengurangi risiko. Lihat apakah teknologi dapat diintegrasikan dengan sistem atau aplikasi yang sudah ada di organisasi. Pastikan tidak ada pertengkaratan atau masalah integrasi.

10. Rekomendasi perbaikan

Beritahu pemangku kepentingan tentang hasil evaluasi, kesimpulan, dan saran. Jika hasil evaluasi menunjukkan perbaikan, buat rencana implementasi dan lakukan apa yang diperlukan.

Proses evaluasi teknologi tidak hanya dilakukan sekali saja, tetapi juga dapat berlangsung selama penggunaan teknologi tersebut. Evaluasi rutin diperlukan untuk memastikan bahwa teknologi terus memberikan nilai tambah dan tetap sesuai dengan tujuan bisnis yang berkembang.

5.3 Tindak Lanjut Evaluasi Teknologi

Tindak lanjut evaluasi teknologi adalah langkah penting yang memungkinkan organisasi untuk menerapkan rekomendasi dan temuan evaluasi. Setelah evaluasi selesai, tindakan nyata perlu diambil untuk memastikan bahwa temuan evaluasi sesuai dengan lingkungan bisnis. Tindak lanjut evaluasi teknologi dapat dilakukan melalui penyusunan rencana evaluasi. Rencana ini harus memuat tindakan konkret, tanggung jawab tim pelaksana, dan jadwal pelaksanaan. Pemangku kepentingan yang relevan harus diberitahu tentang hasil evaluasi dan rencana perbaikan yang disusun tersebut. Pengguna akhir, departemen fungsional, dan berbagai tingkat manajemen dapat menjadi pemangku kepentingan ini. Selanjutnya, tentukan tim atau tim implementasi untuk menangani perubahan atau perbaikan yang diusulkan. Pastikan tim ini terdiri dari orang-orang yang memiliki kemampuan dan pengetahuan yang tepat. Salah satu tugas tim adalah

menentukan anggaran yang diperlukan untuk implementasi, yang mengakomodir biaya perangkat keras, perangkat lunak, pelatihan, dan biaya lainnya. Pastikan anggaran ini dialokasikan sesuai dengan anggaran organisasi. Sesuai dengan rekomendasi evaluasi, dilakukan pembaruan atau perubahan yang diperlukan. Ini dapat termasuk menerapkan proses baru, membangun perangkat lunak baru, atau membeli dan memasang perangkat keras baru. Setelah implementasi, lakukan pemantauan terus-menerus untuk memastikan bahwa teknologi berjalan dengan baik. Ini menjamin bahwa perubahan yang diterapkan memiliki hasil yang diinginkan dan tidak menimbulkan masalah.

Lakukan evaluasi pasca pelaksanaan setelah periode tertentu setelah implementasi. Lihat apakah rekomendasi evaluasi digunakan dengan baik, apakah tujuan bisnis tercapai, dan apakah diperlukan perbaikan atau penyesuaian. Setelah evaluasi dan implementasi, sesuaikan strategi bisnis dan teknologi secara keseluruhan. Ini mungkin melibatkan perubahan pada rencana strategis, arsitektur teknologi, atau kebijakan dan prosedur. Pastikan pengguna akhir dan tim memiliki keterampilan dan pengetahuan yang cukup tentang teknologi baru yang digunakan. Jika diperlukan, ikuti pelatihan. Mengumpulkan umpan balik dari pengguna akhir dan tim pelaksana sangat penting untuk memahami pengalaman praktis pengguna dan menentukan bagian mana yang perlu diperbaiki. Seluruh proses evaluasi, implementasi, dan pemantauan harus dicatat. Ini akan berguna sebagai referensi untuk proses evaluasi dan implementasi di masa depan. Siklus evaluasi teknologi tidak berakhir di sini; sebaliknya, itu merupakan bagian dari upaya terus-menerus

untuk memastikan bahwa teknologi membantu dan meningkatkan tujuan bisnis. Setiap langkah di atas harus dilakukan dengan cermat dan disesuaikan dengan karakteristik unik dari teknologi dan organisasi yang dievaluasi.

Tindak lanjut hasil evaluasi teknologi perlu dilakukan untuk menjaga keberlanjutan industri dimasa yang akan datang. Hasil evaluasi teknologi yang tidak ditindaklanjuti akan menyebabkan terjadinya masalah pada industri tersebut, terutama yang terkait dengan pembaharuan dan relevansi yang mengakibatkan turunnya produktivitas.

BAB 6. PENILAIAN TEKNOLOGI

Proses menilai dan mengukur nilai, keuntungan, dan efek teknologi dalam organisasi atau proyek dikenal sebagai penilaian teknologi. Tujuan dari penilaian ini adalah untuk membantu pengambilan keputusan yang lebih baik tentang adopsi, pengembangan, atau penggunaan teknologi di lingkungan bisnis. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam penilaian teknologi adalah metode teknometrik.

6.1 Metode teknometrik

Teknometrik merupakan pendekatan pengukuran tingkat kecanggihan dari kombinasi komponen teknologi THIO terhadap kompleksitas teknologi (Effendi, U, Effendi, M & Putri Simdora, 2016). Model teknometrik dapat digunakan sebagai suatu pengukuran klasifikasi teknologi dan aspeknya yang menyusun tingkat teknologi suatu unit bisnis (Antesty, S., Tontowi, A.E. and Kusumawanto, 2020). Pendekatan teknometrik digunakan untuk menganalisis tingkat penerapan komponen teknologi (Rumanti, A, Reynaldo, R, Samadhi, T, Wiratmadja, I & Dwita, 319 C.E.).

(Rumanti, A, Wiradmadja, I, Ajidarma, P & Hidayat, 2019), menyebutkan ada lima langkah untuk mengestimasi nilai *technoware*, *humanware*, *infoware*, *orgaware*, dan nilai intensitas kontribusinya di antaranya adalah:

1. Mencari derajat kecanggihan teknologi.
 - a. Menentukan kriteria untuk setiap komponen teknologi.
 - b. Pengamatan dan identifikasi pada setiap komponen teknologi.
 - c. Melakukan evaluasi dan pembobotan nilai

- terhadap setiap komponen teknologi.
- d. Mendefinisikan batas atas dan bawah derajat kecanggihan setiap komponen teknologi.

Tabel 1. *Technology Components Sophistication Degree*

<i>Technoware</i>	<i>Humanware</i>	<i>Inforware</i>	<i>Orgaware</i>	<i>Score</i>
<i>Manual facilities</i>	<i>Operating abilities</i>	<i>Familiarizing facts</i>	<i>Striving framework</i>	1 2 3
<i>Powered facilities</i>	<i>Setting Up abilities</i>	<i>Describing facts</i>	<i>Tie-Up framework</i>	2 3 4
<i>General purpose facilities</i>	<i>Repairing Abilities</i>	<i>Specifying facts</i>	<i>Venturing framework</i>	3 4 5
<i>Special purpose facilities</i>	<i>Reproducing abilities</i>	<i>Utilizing facts</i>	<i>Protecting framework</i>	5 6 7
<i>Automatic facilities</i>	<i>Adapting abilities</i>	<i>Comprehending facts</i>	<i>Stabilizing framework</i>	6 7 8
<i>Computerized facilities</i>	<i>Improving abilities</i>	<i>Generalizing facts</i>	<i>Prospecting framework</i>	7 8 9
<i>Integrated Facilities</i>	<i>Innovating abilities</i>	<i>Assessing facts</i>	<i>Leading framework</i>	8 9 10

Sumber:(Yulherniwati, Y & Ikhsan, 2020)

2. Penentuan nilai *State of the Art* (SOTA)
 - a. Persamaan untuk menghitung nilai SOTA untuk *technoware* (ST_i), *humanware* (SH_j), *infloware* (SI) dan *orgaware* (SO) adalah sebagai berikut (Rumanti et al. 2018).

$$ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_{k=1}^k H_{kt}^{1k}}{kt} \right] \quad k = 1, 2, \dots, k_t$$

$$SH_j = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_{ih} H_{ji}^{ih}}{ih} \right] \quad j = 1, 2, \dots, i_h$$

$$SI = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_m f_m}{mf} \right] \quad m = 1, 2, \dots, m_f$$

$$SO = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_{no} n}{no} \right] \quad n = 1, 2, \dots, n_o$$

- b. Pada penilaian ini, diperlukan pengetahuan teknis yang berhubungan dengan kondisi kemutakhiran teknologi saat ini.
 - c. Kriteria penilaian kemutakhiran adalah dengan skala 0 (spesifikasi terendah) hingga 10 (spesifikasi tertinggi).
3. Menentukan nilai kontribusi dari setiap komponen teknologi.

Setiap komponen teknologi ditentukan nilai kontribusinya yang diperoleh dari batas atas dan batas bawah derajat kecanggihan dan hasil dari perhitungan SOTA. Persamaannya sebagai berikut (Rumanti et al., 2018):

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

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

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

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

Keterangan:

L = batas bawah

U = batas atas

S = SOTA

T = *technoware*

H = *humanware*

I = *infoware*

O = *orgaware*

4. Menentukan intensitas kontribusi komponen teknologi menggunakan AHP.
5. Perhitungan kontribusi komponen teknologi. Nilai *Technology Contribution Coefficient* (TCC) dapat diperoleh dengan persamaan berikut.

$$TCC = T^{\beta t} \times H^{\beta h} \times I^{\beta i} \times O^{\beta o}$$

(Sumber: Rumanti et al. 2018)

TCC = *technology contribution coefficient*

T = kontribusi *technoware*

H = kontribusi *humanware*

I = kontribusi *infoware*

O = kontribusi *orgaware*

β = intensitas kontribusi

Nilai TCC yang telah diperoleh kemudian dilakukan penilaian kecanggihannya berdasarkan tabel berikut.

Tabel 2. Klasifikasi Level Teknologi

Nilai TCC	Klasifikasi
$0,1 \leq TCC \leq 0,3$	Tradisional
$0,3 \leq TCC \leq 0,7$	Semi modern
$0,7 \leq TCC \leq 1$	Modern

(Sumber: Rumanti et al., 2020)

Tabel 3. Penilaian Nilai TCC

Nilai TCC	Klasifikasi
$0 \leq TCC \leq 0,1$	Sangat Rendah
$0,1 \leq TCC \leq 0,3$	Rendah
$0,3 \leq TCC \leq 0,5$	Cukup
$0,5 \leq TCC \leq 0,7$	Baik
$0,7 \leq TCC \leq 0,9$	Sangat Baik
$0,9 \leq TCC \leq 1$	Kecanggihan Mutakhir

Sumber: Rumanti et al., 2018)

6.2 Studi Kasus

Studi kasus ini diambil berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Aji & Wahyuni, 2022). Penelitian tersebut dilakukan pada industri makanan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur tingkat kecanggihan teknologi pada sistem keamanan pangan. Kriteria-kriteria dari komponen teknologi yang diberikan kepada masing-masing penerima kuesioner adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Identifikasi Kriteria Komponen Teknologi

Komponen Teknologi	Kriteria	Keterangan
<i>Technoware</i>	Mesin produksi (T1)	Desain higienis, perancangan dan bahan yang kontak pada permukaan produk, pengendalian suhu dan <i>monitoring</i> mesin produksi, pemeliharaan preventif dan korektif dimana pemeliharaan alat dilakukan ketika teridentifikasi adanya kelainan maupun kerusakan mesin dengan frekuensi pemantauan setiap minggu pada hari yang ditentukan.
	Transportasi (T2)	Kesesuaian dengan persyaratan kendaraan produk makanan atau spesifikasi, proteksi terhadap kerusakan atau kontaminasi produk, kontrol suhu dan kelembaban, dan kesesuaian kendaraan terhadap produk yang akan dimuat (apakah untuk muatan produk makanan atau produk non-makanan).
	Teknik dan <i>Lean Production</i> (T3)	Meliputi 5R (ringkas, rapi, resik, rawat, rajin), proses penyimpanan atau <i>warehousing</i> , proses <i>cleaning</i> dan sanitasi, ketidaksesuaian dan tindakan korektif akan ketidaksesuaian.

Peralatan pengukuran dan <i>monitoring</i> (T4)	Ketersediaan peralatan dan metode proses pengukuran dan pengukuran yang memadai untuk kegiatan pengukuran dan <i>monitoring</i> Terkait PRP dan rencana pengendalian bahaya, kalibrasi dan validasi alat, proteksi peralatan, dokumentasi, serta pemeliharaan alat.
---	--

Tabel 4. Identifikasi Kriteria Komponen Teknologi
(...lanjutan)

Komponen Teknologi	Kriteria	Keterangan
<i>Humanware</i>	<p>Perspektif karyawan (H1)</p>	<p>Peran karyawan dalam melihat bahwa pelatihan keamanan pangan merupakan hal yang krusial yang harus dilakukan, peran setiap pribadi merupakan hal yang sangat penting untuk tujuan keamanan pangan. Memiliki motivasi tinggi untuk menangani makanan sesuai praktik <i>handling</i> yang baik, motivasi untuk belajar akan beberapa topik tentang keamanan pangan. Konsistensi dalam komunikasi dan bertindak dalam bekerja untuk keamanan pangan. Mengedepankan keamanan pangan terhadap tekanan atau keterbatasan waktu serta mengedepankan keamanan pangan produk terhadap profit.</p>
	<p>Pengembangan SDM (H2)</p>	<p>Meliputi sumber daya dan fasilitas termasuk informasi untuk mengakses konsultasi akan keamanan pangan serta kompetensi karyawan dalam implementasi</p>

		menghasilkan produk yang dihasilkan aman untuk dikonsumsi.
	<i>GMP awareness</i> (H3)	Pemahaman karyawan akan hubungannya dengan efek keamanan dan hubungannya dengan produk, termasuk akibat akan tujuan keamanan pangan. Kesadaran karyawan yang sudah melalui pelatihan untuk mengamati orang baru dalam melaksanakan tugas dan berperan dalam keamanan pangan.

Tabel 4. Identifikasi Kriteria Komponen Teknologi
(...lanjutan)

Komponen Teknologi	Kriteria	Keterangan
	<i>Personal hygiene</i> (H4)	Penerapan akan persyaratan kebersihan pribadi dan perilaku pribadi yang sebanding dengan bahaya yang ditimbulkan pada area proses atau produk meliputi fasilitas dan toilet, staf kantin dan area makan khusus, pakaian pekerja, pakaian khusus, status kesehatan karyawan termasuk penyakit dan cedera.
<i>Infoware</i>	Kemampuan telusur (I1)	Kemampuan mengidentifikasi secara unik bahan yang masuk dari pemasok hingga tahap pertama distribusi produk akhir, dengan mempertimbangkan lot bahan yang diterima, produk <i>intermediate</i> , produk akhir, material <i>rework</i> , dan distribusi produk jadi. Dokumentasi dan penyimpanan dalam periode waktu tertentu. Verifikasi dan efektivitas sistem <i>traceability</i> .

Sistem pengendalian dokumen (I2)	Kemampuan dalam menangani distribusi, akses, pengambilan, penggunaan, dan penyimpanan, pemeliharaan, perubahan versi, retensi, disposisi dokumen. Kemampuan pengendalian informasi termasuk dokumen eksternal, dan perlindungan dari perubahan yang tidak diinginkan. Integritas data dokumen, dan rekam informasi dokumen konfidensial.
----------------------------------	--

Tabel 4. Identifikasi Kriteria Komponen Teknologi
(...lanjutan)

Komponen Teknologi	Kriteria	Keterangan
	Sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi (I3)	Program untuk mencegah, mengendalikan, dan mendeteksi kontaminasi bahaya fisik, kimia, radiologi, dan mikrobiologi.
	Manajemen produk alergen (I4)	Identifikasi alergen terhadap bahan mentah, bahan tambahan, bahan pendukung, alat pembantu pemrosesan. Pernyataan jelas pada label produk akan alergen yang ada dalam produk. Perlindungan produk dari kotak silang alergen yang tidak diinginkan dari pembersihan dan pergantian lini produksi. Pelatihan khusus <i>awareness</i> akan alergen. Analisis bahaya bahan alergen jika ada dalam bahan baku, bahan pendukung atau alat bantu pemrosesan dan pengendalian alergen.

<i>Orgaware</i>	Komitmen manajemen (O1)	Komitmen top manajemen dalam menunjukkan kepemimpinan dan komitmen sehubungan dengan FSMS. Komitmen manajemen dalam menetapkan, menerapkan dan memelihara kebijakan keamanan pangan secara keseluruhan.
-----------------	-------------------------	---

Tabel 4. Identifikasi Kriteria Komponen Teknologi
(...lanjutan)

Komponen Teknologi	Kriteria	Keterangan
	Analisa dan penilaian bahaya (O2)	Identifikasi bahaya secara rinci termasuk langkah-langkah setiap proses dimana bahaya keamanan pangan dapat hadir, terdeteksi, meningkat atau bertahan. Penentuan spesifikasi produk jadi yang dapat diterima dari setiap bahaya keamanan pangan yang diidentifikasi serta dokumentasi, penilaian bahaya, evaluasi setiap bahaya keamanan pangan. Dalam hal ini termasuk metodologi yang digunakan.
	Penentuan <i>Critical Control Point</i> (CCP) (O3)	Kemampuan CCP dalam mencegah atau mengurangi risiko bahaya keamanan pangan secara signifikan ke tingkat yang dapat diterima, penilaian risiko (<i>likelihood</i> dan <i>severity</i>), kelayakan CCP, Validasi CCP.

Tindakan pengendalian proses (OPRP) (O4)	Validasi dan kriteria tindakan yang ditetapkan dari batas kritis tindakan pengendalian, penetapan <i>monitoring</i> , dokumentasi, metode <i>monitoring</i> , frekuensi <i>monitoring</i> dan metode terhadap kemungkinan kegagalan dan tingkat keparahan konsekuensinya, serta tindakan korektif untuk ketidaksesuaian.
Audit internal (O5)	Meliputi rencana audit internal, kualifikasi auditor, evaluasi audit dan rencana tindakan korektif termasuk pengembangan, dokumentasi, dan penyelesaian tindakan korektif.

6.2.1 Estimasi Derajat Kecanggihan Komponen Teknologi (*Degree of Sophistication*)

Klasifikasi derajat kecanggihan dari setiap komponen teknologi dapat ditentukan berdasarkan tabel 1. Estimasi dilakukan dari pengumpulan informasi semua fasilitas dan informasi teknologi yang relevan yang ada dalam perusahaan. Estimasi dilakukan dengan cara diskusi dengan *expert* yang dalam penelitian ini adalah *Quality System Specialist*.

Berikut ini merupakan estimasi derajat kecanggihan *technoware*.

Tabel 5. Estimasi Derajat Kecanggihan *Technoware*

No	Kriteria	<i>Lower Limit</i>	<i>Upper Limit</i>	Keterangan
1	Mesin Produksi	7	9	Operasi pada proses produksi dilakukan secara komputerisasi, menggunakan <i>Programmable Logic Controllers</i> (PLC).
2	Transportasi	3	5	Transportasi produk untuk satu unit kerja produksi menggunakan <i>conveyor</i> , transportasi menuju gudang dan proses <i>loading</i> masih menggunakan <i>forklift</i> . Kendaraan untuk <i>shipment</i> dan <i>delivery</i> menggunakan jasa <i>third party</i> dengan jenis kendaraan sesuai kebutuhan pelanggan.
3	Teknik dan <i>Lean Production</i>	5	7	Penerapan teknik dan <i>lean production</i> sepenuhnya dilakukan oleh operator. Penerapan 5R, proses kontrol dan tindakan korektif pada <i>cleaning</i> dan sanitasi, proses penyimpanan sebagian besar adalah peran operator.
4	Peralatan pengukuran dan <i>monitoring</i>	6	8	Peralatan pengukuran dan <i>monitoring</i> dapat menjalankan serangkaian kegiatan tanpa perhatian operator. Rangkaian dan kelengkapan operasi masih dikendalikan operator pada tingkat yang sangat rendah. Namun, sebagian peralatan tidak terdapat sistem koreksi sendiri dan harus dilakukan operator.

Berikut ini merupakan estimasi derajat kecanggihan *humanware*.

Tabel 6. Estimasi Derajat Kecanggihan *Humanware*

No	Kriteria	<i>Lower Limit</i>	<i>Upper Limit</i>	Keterangan
1	Perspektif karyawan	6	8	Karyawan mampu mengadaptasi persyaratan keamanan pangan dan mengimplementasikannya dalam segala tindakan atau kegiatan dalam pekerjaan termasuk pengambilan keputusan.
2	Pengembangan SDM	6	8	Kompetensi meliputi pengetahuan dan <i>skill</i> karyawan akan keamanan pangan sudah mumpuni dan sesuai dengan persyaratan.
3	<i>GMP awareness</i>	7	9	Setiap individu memiliki peran untuk menghasilkan produk yang aman. Kepedulian untuk mengangkat topik terkait isu keamanan pangan untuk terus dilakukan perbaikan.
4	<i>Personal hygiene</i>	6	8	Setiap karyawan sadar akan pentingnya peran dalam berperilaku dan menjaga fasilitas yang ada, termasuk kebersihan diri, kesehatan diri untuk kepentingan bersama.

Berikut ini merupakan estimasi derajat kecanggihan *infoware*.

Tabel 7. Estimasi Derajat Kecanggihan *Infoware*

No	Kriteria	<i>Lower Limit</i>	<i>Upper Limit</i>	Keterangan
1	Kemampuan telusur	8	10	Kemampuan telusur berhasil diterapkan dan hampir semua kegiatan dapat dilakukan <i>track and trace</i> . Perusahaan mampu memberikan informasi dan menerapkan sistem yang andal dan memenuhi sistem ketelusuran sesuai persyaratan ataupun permintaan khusus pelanggan.
2	Sistem pengendalian dokumen	8	10	Informasi termasuk distribusi, akses, pengambilan, penggunaan, dan penyimpanan, pemeliharaan, perubahan versi, retensi, disposisi dokumen diterapkan dengan sistem baik dan mampu menjamin integritas dokumen internal ataupun eksternal.
3	Sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi	7	9	Informasi pada sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi untuk perbaikan melalui vendor yang terqualifikasi.
4	Manajemen produk alergen	8	10	Informasi pada manajemen alergen mulai dari identifikasi, analisis dan penilaian, pengendalian dan perlindungan produk dari bahan alergen.

Berikut ini merupakan estimasi derajat kecanggihan *orgaware*.

Tabel 8. Estimasi Derajat Kecanggihan *Orgaware*

No	Kriteria	<i>Lower Limit</i>	<i>Upper Limit</i>	Keterangan
1	Komitmen manajemen	8	10	Perusahaan memiliki tim keamanan pangan yang kompeten dan memiliki jaringan pada tiap <i>business</i> unit, regional hingga perusahaan secara global dalam menetapkan, menerapkan dan memelihara kebijakan keamanan pangan. Perusahaan berperan pada penyusunan standar keamanan pangan yang diterapkan dunia.
2	Analisa dan penilaian bahaya	8	10	Perusahaan memiliki tim keamanan pangan global yaitu <i>Global Hygiene Design Lead</i> untuk menetapkan sistem analisa dan penilaian bahaya termasuk metodologinya untuk diterapkan di semua <i>plant</i> perusahaan di seluruh dunia. Dan memiliki tim global lain dalam halnya penetapan sistem-sistem dan metodologi untuk mencapai tujuan memproduksi produk yang aman untuk dikonsumsi.

Tabel 8. Estimasi Derajat Kecanggihan *Orgaware*
(...lanjutan)

No	Kriteria	<i>Lower Limit</i>	<i>Upper Limit</i>	Keterangan
3	Penentuan <i>Critical Control Point</i> (CCP)	8	10	Perusahaan memiliki tim global untuk menentukan CCP, sistem kelayakan dan validasinya untuk mencegah atau mengurangi risiko bahaya keamanan pangan secara signifikan ke tingkat yang dapat diterima.
4	Tindakan pengendalian proses (OPRP)	8	10	Pengendalian, penetapan <i>monitoring</i> , dokumentasi, metode <i>monitoring</i> , frekuensi <i>monitoring</i> yang baik dimana kegiatan ini dilakukan setiap shift selama 24 jam dengan sistem pengisian <i>checklist</i> dan metode terhadap kemungkinan kegagalan dan tingkat keparahan konsekuensinya, serta tindakan korektif untuk ketidaksesuaian ditetapkan oleh tim yang andal dan kompeten. Diadopsi dari sistem yang diterapkan di seluruh <i>plant</i> perusahaan di dunia.
5	Audit Internal	8	10	Audit internal dipimpin langsung oleh pimpinan keamanan pangan di perusahaan, sistem audit berupa <i>form</i> pertanyaan audit, pelaporan, pedoman audit internal, serta evaluasi, dan penyelesaian tindakan korektif diadopsi dari sistem audit internal yang ditetapkan tim global.

6.2.2 Penilaian *State of the Art*

Setelah *lower* dan *upper limit* dari kecanggihan keempat komponen teknologi dan masing-masing kriteria komponen teknologi didapatkan, dilakukan penilaian kemutakhiran dari setiap kriteria komponen teknologi. Penilaian dilakukan dengan kuesioner yang dibagikan kepada *expert* dalam hal ini adalah *Food Safety, Quality, and Regulatory (FSQR) Manager, Quality Assurance Supervisor, Quality System Specialist*, dan *Production Supervisor*.

Berikut merupakan data hasil penilaian untuk *state of the art* masing-masing kriteria komponen teknologi *technoware*.

Tabel 9. Penilaian Untuk *State of the Art Technoware*

No	Kriteria	Pengembangan Penilaian	Skor
1	Mesin produksi	Desain higienis.	8,00
		Rancangan, bahan yang kontak pada permukaan produk.	9,00
		Pengendalian suhu dan <i>monitoring</i> mesin produksi.	7,75
		Kebersihan mesin produksi.	6,75
		Pemeliharaan preventif dan korektif.	7,50
2	Transportasi	Kesesuaian dengan persyaratan kendaraan produk makanan atau spesifikasi.	8,50
		Proteksi terhadap kerusakan atau kontaminasi produk.	8,25
		Kontrol suhu dan kelembaban.	6,00
		Kesesuaian kendaraan terhadap produk yang akan dimuat (apakah untuk muatan produk makanan atau produk non-makanan).	8,25
3	Teknik dan <i>lean production</i>	Penerapan 5R (ringkas, rapi, resik, rawat, rajin).	7,25
		Proses penyimpanan atau <i>warehousing</i> .	7,50
		Proses <i>cleaning</i> dan sanitasi.	7,00
		Tindakan korektif akan ketidaksesuaian.	7,25
4	Peralatan pengukuran dan <i>monitoring</i>	Ketersediaan peralatan dan metode yang memadai untuk kegiatan terkait PRP dan rencana pengendalian bahaya.	7,50
		Kalibrasi dan validasi alat.	8,25
		Proteksi peralatan dari kerusakan.	7,63
		Dokumentasi pembaruan <i>hardware</i> atau <i>software</i> .	7,75

Berikut merupakan data hasil penilaian untuk *state of the art* masing-masing kriteria komponen teknologi *humanware*.

Tabel 10. Hasil Penilaian Untuk *State of the Art Humanware*

No	Kriteria	Pengembangan Penilaian	Skor
1	Perspektif karyawan	Pentingnya pelatihan keamanan pangan yang krusial yang harus dilakukan.	7,75
		Pentingnya kesadaran peran setiap pribadi adalah hal yang sangat penting untuk tujuan keamanan pangan.	7,75
		Memiliki motivasi tinggi untuk menangani makanan sesuai praktik <i>handling</i> yang baik.	7,75
		Motivasi untuk belajar akan beberapa topik tentang keamanan pangan.	7,25
		Konsistensi dalam komunikasi dan bertindak dalam bekerja untuk keamanan pangan.	8,00
		Mengedepankan keamanan pangan terhadap tekanan atau keterbatasan waktu.	7,25
		Mengedepankan keamanan produk pangan terhadap profit.	8,00
2	Pengembangan SDM	Sumber daya untuk pengembangan.	7,75
		Tanggung jawab atas pengoperasian rencana pengendalian bahaya.	8,00
		Kompeten berdasarkan pendidikan, pelatihan dan/atau pengalaman yang sesuai.	8,00

		Pengetahuan dan pengalaman multi disiplin dalam mengembangkan dan menerapkan FSMS (produk, proses, peralatan, dan bahaya keamanan pangan).	7,75
3	<i>GMP awareness</i>	Pemahaman karyawan akan hubungannya dengan efek keamanan dan hubungannya dengan produk, termasuk akibat akan tujuan keamanan pangan.	7,75
		Fasilitas untuk menunjukkan efektivitas dan pemahaman karyawan akan keamanan pangan.	7,50
		Kesadaran bagi karyawan yang sudah melalui pelatihan untuk mengamati orang baru dalam melaksanakan tugas dan berperan dalam keamanan pangan.	7,50
		Pernyataan karyawan akan pemahamannya terhadap keamanan pangan.	7,50

Tabel 10. Hasil Penilaian Untuk *State of the Art Humanware*
(...lanjutan)

No	Kriteria	Pengembangan Penilaian	Skor
4	<i>Personal hygiene</i>	Fasilitas dan toilet.	8,00
		Staf kantin dan area makan khusus.	7,75
		Pakaian kerja dan pakaian pelindung.	8,00
		Status kesehatan karyawan.	8,25
		Penyakit dan cedera.	8,25
		Kebersihan diri karyawan.	7,75
		Perilaku pribadi karyawan.	7,25

Berikut merupakan data hasil penilaian untuk *state of the art* masing-masing kriteria komponen *infoware*.

Tabel 11. Hasil Penilaian Untuk *State of the Art Infoware*

No	Kriteria	Pengembangan Penilaian	Skor
1	Kemampuan telusur	Kemampuan mengidentifikasi secara unik bahan yang masuk dari pemasok hingga tahap pertama distribusi produk jadi.	8,00
		Kesesuaian terhadap permintaan sistem <i>traceability</i> pelanggan.	8,25
		Penyimpanan arsip dalam periode waktu tertentu.	8,00
		Verifikasi dan keefektifan sistem <i>traceability</i> yang diterapkan.	8,00
2	Sistem pengendalian dokumen	Kemampuan dalam menangani distribusi, akses, pengambilan, penggunaan, dan penyimpanan, pemeliharaan, perubahan versi, retensi, disposisi dokumen.	7,75
		Pengendalian informasi termasuk dokumen eksternal.	7,50
		Perlindungan dari perubahan yang tidak diinginkan	8,00

		Integritas data dokumen.	8,00
		Rekam informasi dokumen konfidensial	8,25
3	Sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi	Efektivitas untuk mencegah, mengendalikan dan mendeteksi kontaminasi.	7,75
		Sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi mikrobiologi.	7,50
		Sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi fisik.	7,75
		Sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi kimia.	7,00
4	Manajemen produk alergen	Identifikasi alergen terhadap bahan mentah, bahan tambahan, bahan pendukung, alat pembantu pemrosesan.	8,00
		Pernyataan jelas pada label produk akan alergen yang ada dalam produk.	7,75
		Perlindungan produk dari kotak silang alergen yang tidak diinginkan dari pembersihan dan pergantian lini produksi.	7,75
		Pelatihan khusus <i>awareness</i> akan alergen.	7,75
		Analisis bahaya bahan alergen.	7,75

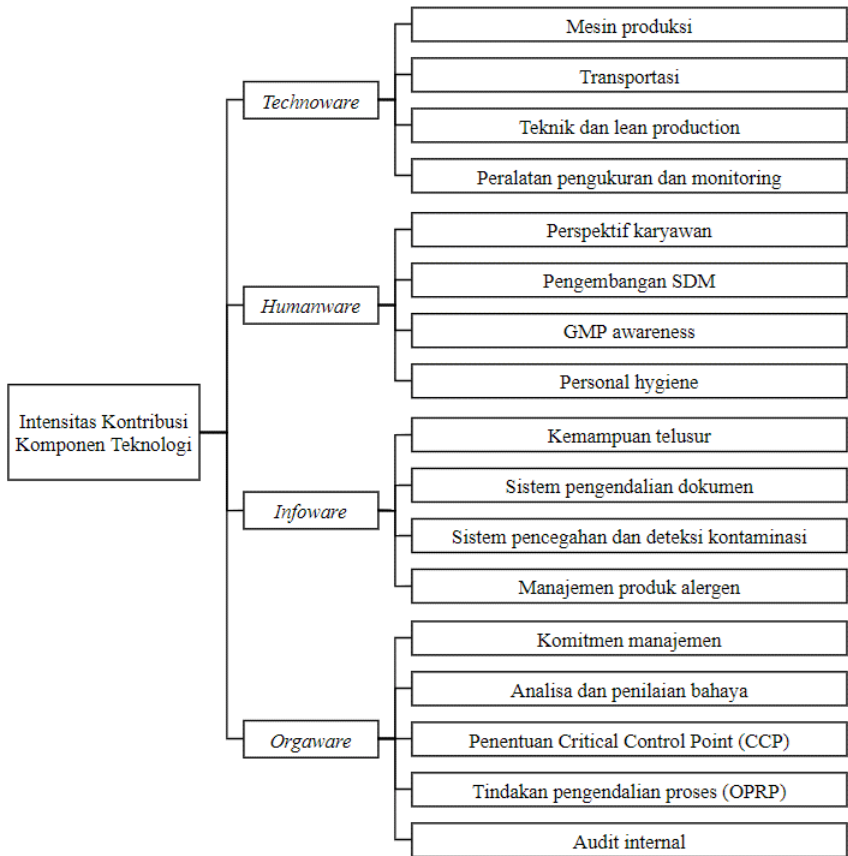
Berikut merupakan data hasil penilaian untuk *state of the art* masing-masing kriteria komponen teknologi *orgaware*.

Tabel 12. Hasil Penilaian Untuk *State of the Art Orgaware*

No	Kriteria	Pengembangan Penilaian	Skor
1	Komitmen manajemen	Komitmen top manajemen dalam kepemimpinan dan komitmen sehubungan dengan FSMS.	8,50
		Komitmen top manajemen dalam menetapkan, menerapkan dan memelihara kebijakan keamanan pangan.	8,25
2	Analisa dan penilaian bahaya	Identifikasi bahaya keamanan pangan.	8,00
		Penilaian bahaya keamanan pangan.	8,00
3	Penentuan <i>Critical Control Point</i> (CCP)	Penentuan <i>critical limit</i> .	8,25
		Kelayakan CCP.	8,00
		Metodologi validasi CCP.	8,00
		Sistem <i>monitoring</i> CCP.	8,00
		Tindakan korektif.	7,75
4	Tindakan pengendalian proses (OPRP)	Penentuan <i>critical limit</i> .	8,25
		Kelayakan tindakan pengendalian.	8,25
		Metodologi validasi tindakan pengendalian.	7,75
		Sistem <i>monitoring</i> tindakan pengendalian.	7,75
		Tindakan korektif.	7,75
5	Audit internal	Rencana audit internal.	8,25
		Kualifikasi auditor.	8,00
		Evaluasi audit.	7,50
		Rencana tindakan korektif termasuk pengembangan, dokumentasi.	7,25
		Penyelesaian tindakan korektif.	6,50

6.2.3 Data Tingkat Kepentingan AHP

Data berikutnya adalah data tingkat kepentingan dari masing-masing kriteria komponen teknologi. Tingkat kepentingan didapatkan berdasarkan skala kepentingan yang mengacu pada tabel 5 sesuai metode AHP. Penentuan tingkat kepentingan masing-masing kriteria komponen teknologi dilakukan dengan kuesioner yang dibagikan kepada *expert* dalam hal ini adalah *Food Safety, Quality, and Regulatory (FSQR) Manager, Quality Assurance Supervisor, Quality System Specialist, dan Production Supervisor*. Kuesioner dibuat berdasarkan hierarki dari identifikasi kriteria komponen teknologi untuk memudahkan perhitungan intensitas kontribusi komponen teknologi termasuk pembuatan matriks perbandingan berpasangan dan normalisasi matriks. Berikut ini adalah gambar hierarki intensitas kontribusi komponen teknologi.



Gambar 1 Hierarki Intensitas Kontribusi Komponen Teknologi

Berikut merupakan data hasil tingkat kepentingan masing-masing kriteria komponen teknologi *technoware*.

Tabel 13. Tingkat Kepentingan Komponen *Technoware*

Responden	Pertanyaan ke					
	1	2	3	4	5	6
1	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	1,000
2	9,000	0,125	0,125	0,111	0,125	8,000
3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Rata-rata	3,000	0,781	0,781	0,778	0,656	2,750

Berikut merupakan data hasil tingkat kepentingan masing-masing kriteria komponen teknologi *humanware*.

Tabel 14. Tingkat Kepentingan Komponen *Humanware*

Responden	Pertanyaan ke					
	1	2	3	4	5	6
1	0,200	0,125	0,125	0,200	4,000	1,000
2	0,125	0,125	0,125	8,000	0,125	0,125
3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Rata-rata	0,581	0,563	0,563	2,550	1,531	0,781

Berikut merupakan data hasil tingkat kepentingan masing-masing kriteria komponen teknologi *infoware*.

Tabel 15. Tingkat Kepentingan Komponen *Infoware*

Responden	Pertanyaan ke					
	1	2	3	4	5	6
1	0,250	0,250	0,500	0,500	0,500	2,000
2	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	8,000

3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Rata-rata	0,594	0,594	0,656	0,656	0,656	3,000

Berikut merupakan data hasil tingkat kepentingan masing-masing kriteria komponen teknologi *orgaware*.

Tabel 16. Tingkat Kepentingan Komponen *Orgaware*

Responden	Pertanyaan ke				
	1	2	3	4	5
1	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333
2	3,000	8,000	8,000	8,000	3,000
3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Rata-rata	1,500	2,750	2,750	2,750	1,333
Responden	Pertanyaan ke				
	6	7	8	9	10
1	0,333	2,000	1,000	1,000	1,000
2	8,000	3,000	3,000	3,000	1,000
3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Rata-rata	2,583	1,750	1,500	1,500	1,000

Berikut merupakan data hasil tingkat kepentingan pada komponen teknologi.

Tabel 17. Tingkat Kepentingan Komponen Teknologi

Responden	Pertanyaan ke					
	1	2	3	4	5	6
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	8,000	0,125	0,125	8,000	8,000	0,125
3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Rata-rata	2,750	0,781	0,781	2,750	2,750	0,781

6.3 Pengolahan Data

Data penelitian yang didapatkan, selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk dari skor untuk *state of the art*, perhitungan kontribusi dari masing-masing kriteria komponen teknologi, dan pengolahan data tingkat kepentingan menggunakan metode AHP. Pengolahan data selanjutnya adalah pengolahan data menggunakan metode teknometrik untuk mengetahui nilai koefisien komponen teknologi.

6.3.1 *State of the Art*

Penentuan nilai *state of the art* tahap pertama adalah untuk masing-masing kriteria komponen teknologi *technoware*, yang kemudian dilanjutkan komponen teknologi *humanware*, *infoware*, dan *orgaware*.

1. *Technoware*

Hasil perhitungan nilai *state of the art* untuk komponen *technoware* disajikan pada tabel 18 berikut.

Tabel 18. Nilai *State of the Art Technoware*

No	Kriteria	Pengembangan Penilaian	Skor	<i>State of the Art</i>
1	Mesin produksi	Desain higienis.	8,00	0,780
		Rancangan, bahan yang kontak pada permukaan produk.	9,00	
		Pengendalian suhu dan <i>Monitoring</i> mesin produksi.	7,75	
		Kebersihan mesin produksi.	6,75	
		Pemeliharaan preventif dan korektif.	7,50	
2	Transportasi	Kesesuaian dengan persyaratan kendaraan produk makanan atau spesifikasi.	8,50	0,775
		Proteksi terhadap kerusakan atau kontaminasi produk.	8,25	
		Kontrol suhu dan kelembaban.	6,00	
		Kesesuaian kendaraan terhadap produk yang akan dimuat (produk makanan atau produk non-makanan).	8,25	
3	Teknik dan <i>lean production</i>	Penerapan 5R (ringkas, rapi, resik, rawat, rajin).	7,25	0,725
		Proses penyimpanan atau <i>warehousing</i> .	7,50	
		Proses <i>cleaning</i> dan sanitasi.	7,00	
		Tindakan korektif akan ketidaksesuaian.	7,25	
4	Peralatan pengukuran dan <i>monitoring</i>	Ketersediaan peralatan dan metode yang memadai untuk kegiatan terkait PRP dan rencana pengendalian bahaya.	7,50	0,778
		Kalibrasi dan validasi alat.	8,25	

	Proteksi peralatan dari kerusakan.	7,63
	Dokumentasi pembaruan <i>hardware</i> atau <i>software</i> .	7,75

Berikut adalah contoh perhitungan *state of the art* kriteria mesin produksi.

$$ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_{kt} T_{ik}}{kt} \right] \quad k = 1, 2, \dots, k_t$$

$$ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{8,00 + 9,00 + 7,75 + 6,75 + 7,50}{5} \right]$$

$$ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{39,000}{5} \right]$$

$$ST_i = 0,780$$

Berdasarkan hasil perhitungan *state of the art* komponen *technoware* pada tabel 18, nilai *state of the art* tertinggi adalah kriteria mesin produksi yaitu 0,780, sedangkan yang terendah adalah kriteria teknik dan *lean production* dengan nilai 0,725.

2. *Humanware*

Hasil perhitungan nilai *state of the art* untuk komponen *humanware* disajikan pada tabel 19 berikut.

Tabel 19. Nilai *State of the Art Humanware*

No	Kriteria	Pengembangan Penilaian	Skor	<i>State of the Art</i>
1	Perspektif karyawan	Pentingnya pelatihan keamanan pangan yang krusial yang harus dilakukan.	7,75	0,768
		Pentingnya kesadaran peran setiap pribadi adalah hal yang sangat penting untuk tujuan keamanan pangan.	7,75	
		Memiliki motivasi tinggi untuk menangani makanan sesuai praktik <i>handling</i> yang baik.	7,75	
		Motivasi untuk belajar akan beberapa topik tentang keamanan pangan.	7,25	
		Konsistensi dalam komunikasi dan bertindak dalam bekerja untuk keamanan pangan.	8,00	
		Mengedepankan keamanan pangan terhadap tekanan atau keterbatasan waktu.	7,25	
		Mengedepankan keamanan produk pangan terhadap profit.	8,00	

Tabel 19. Nilai *State of the Art Humanware* (...lanjutan)

No	Kriteria	Pengembangan Penilaian	Skor	<i>State of the Art</i>
2	Pengembangan SDM	Sumber daya untuk pengembangan.	7,75	0,788
		Tanggung jawab atas pengoperasian rencana pengendalian bahaya.	8,00	
		Kompeten berdasarkan pendidikan, pelatihan dan/atau pengalaman yang sesuai.	8,00	
		Pengetahuan dan pengalaman multi disiplin dalam mengembangkan dan menerapkan FSMS (produk, proses, peralatan, dan bahaya keamanan pangan).	7,75	
3	<i>GMP awareness</i>	Pemahaman karyawan akan hubungannya dengan efek keamanan dan hubungannya dengan produk, termasuk akibat akan tujuan keamanan pangan.	7,75	0,756
		Fasilitas untuk menunjukkan efektivitas dan pemahaman karyawan akan keamanan pangan.	7,50	
		Kesadaran bagi karyawan yang sudah melalui pelatihan untuk mengamati orang baru dalam melaksanakan tugas dan berperan dalam keamanan pangan.	7,50	
		Pernyataan karyawan akan pemahamannya terhadap keamanan pangan.	7,50	

4	<i>Personal hygiene</i>	Fasilitas dan toilet.	8,00	0,789
		Staf kantin dan area makan khusus.	7,75	
		Pakaian kerja dan pakaian pelindung.	8,00	
		Status kesehatan karyawan.	8,25	
		Penyakit dan cedera.	8,25	
		Kebersihan diri karyawan.	7,75	
		Perilaku pribadi karyawan.	7,25	

Berikut adalah contoh perhitungan *state of the art* kriteria *personal hygiene*.

$$SH_j = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_{ih} H_{ji}}{ih} \right] \quad j = 1, 2, \dots, i_h$$

$$SH_j = \frac{1}{10} \left[\frac{8,00 + 7,75 + 8,00 + 8,25 + 8,25 + 7,75 + 7,25}{7} \right]$$

$$SH_j = \frac{1}{10} \left[\frac{55,250}{7} \right]$$

$$SH_j = 0,789$$

Berdasarkan hasil perhitungan *state of the art* komponen *humanware* pada tabel 19, nilai *state of the art* tertinggi adalah pada kriteria *personal hygiene* yaitu 0,789, sedangkan yang terendah adalah kriteria *GMP awareness* dengan nilai 0,756.

3. *Infoware*

Hasil perhitungan nilai *state of the art* untuk komponen *infoware* disajikan pada tabel 30 berikut.

Tabel 20. Nilai *State of the Art Infoware*

No	Kriteria	Pengembangan Penilaian	Skor	<i>State of the Art</i>
1	Kemampuan telusur	Kemampuan mengidentifikasi secara unik bahan yang masuk dari pemasok hingga tahap pertama distribusi produk jadi.	8,00	0,806
		Kesesuaian terhadap permintaan sistem <i>traceability</i> pelanggan.	8,25	
		Penyimpanan arsip dalam periode waktu tertentu.	8,00	
		Verifikasi dan keefektifan sistem <i>traceability</i> yang diterapkan.	8,00	
2	Sistem pengendalian dokumen	Kemampuan dalam menangani distribusi, akses, pengambilan, penggunaan, dan penyimpanan, pemeliharaan, perubahan versi, retensi, disposisi dokumen.	7,75	0,790
		Pengendalian informasi termasuk dokumen eksternal.	7,50	
		Perlindungan dari perubahan yang tidak diinginkan	8,00	
		Integritas data dokumen.	8,00	
		Rekam informasi dokumen konfidensial	8,25	

Tabel 20. Nilai *State of the Art Infoware* (...lanjutan)

No	Kriteria	Pengembangan Penilaian	Skor	State of the Art
3	Sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi	Efektivitas untuk mencegah, mengendalikan dan mendeteksi kontaminasi.	7,75	0,750
		Sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi mikrobiologi.	7,50	
		Sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi fisik.	7,75	
		Sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi kimia.	7,00	
4	Manajemen produk alergen	Identifikasi alergen terhadap bahan mentah, bahan tambahan, bahan pendukung, alat pembantu pemrosesan.	8,00	0,780
		Pernyataan jelas pada label produk akan alergen yang ada dalam produk.	7,75	
		Perlindungan produk dari kotak silang alergen yang tidak diinginkan dari pembersihan dan pergantian lini produksi.	7,75	
		Pelatihan khusus <i>awareness</i> akan alergen.	7,75	
		Analisis bahaya bahan alergen.	7,75	

Berikut adalah contoh perhitungan *state of the art* kriteria sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi.

$$SI = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_m f_m}{m_f} \right] \quad m = 1, 2, \dots, m_f$$

$$SI = \frac{1}{10} \left[\frac{7,75 + 7,50 + 7,75 + 7,00}{4} \right]$$

$$SI = 0,750$$

Berdasarkan hasil perhitungan *state of the art* komponen *infoware* pada tabel 20, nilai *state of the art* tertinggi adalah pada kriteria kemampuan telusur yaitu 0,806, sedangkan yang terendah adalah kriteria sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi dengan nilai 0,750.

4. *Orgaware*

Hasil perhitungan nilai *state of the art* untuk komponen *orgaware* disajikan pada tabel 21 berikut.

Tabel 21. Nilai *State of the Art Orgaware*

No	Kriteria	Pengembangan Penilaian	Skor	<i>State of the Art</i>
1	Komitmen manajemen	Komitmen top manajemen dalam kepemimpinan dan komitmen sehubungan dengan FSMS.	8,50	0,838
		Komitmen top manajemen dalam menetapkan, menerapkan dan memelihara kebijakan keamanan pangan.	8,25	
2	Analisa dan penilaian bahaya	Identifikasi bahaya keamanan pangan.	8,00	0,800
		Penilaian bahaya keamanan pangan.	8,00	
3	Penentuan <i>Critical Control Point</i> (CCP)	Penentuan <i>critical limit</i> .	8,25	0,800
		Kelayakan CCP.	8,00	
		Metodologi validasi CCP.	8,00	
		Sistem <i>monitoring</i> CCP.	8,00	
		Tindakan korektif.	7,75	
4	Tindakan pengendalian proses (OPRP)	Penentuan <i>critical limit</i> .	8,25	0,795
		Kelayakan tindakan pengendalian.	8,25	
		Metodologi validasi tindakan pengendalian.	7,75	
		Sistem <i>monitoring</i> tindakan pengendalian.	7,75	
		Tindakan korektif.	7,75	

5	Audit internal	Rencana audit internal.	8,25	0,750
		Kualifikasi auditor.	8,00	
		Evaluasi audit.	7,50	
		Rencana tindakan korektif termasuk pengembangan, dokumentasi.	7,25	
		Penyelesaian tindakan korektif.	6,50	

Berikut adalah contoh perhitungan *state of the art* kriteria analisa dan penilaian bahaya.

$$SO = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_{n=1}^{n_0} n}{n_0} \right] \quad n = 1, 2, \dots, n_0$$

$$SO = \frac{1}{10} \left[\frac{8,00 + 8,00}{2} \right]$$

$$SO = \frac{1}{10} \left[\frac{16,000}{2} \right]$$

$$SO = 0,800$$

Berdasarkan hasil perhitungan *state of the art* komponen *orgaware* pada tabel 21, nilai *state of the art* tertinggi adalah pada kriteria komitmen manajemen yaitu 0,838, sedangkan yang terendah adalah kriteria audit internal dengan nilai 0,750.

6.3.2 Kontribusi Komponen Teknologi

Setelah didapatkan nilai *state of the art*, tahap selanjutnya adalah menentukan besarnya kontribusi dari setiap masing-masing kriteria komponen teknologi yang dimulai dari *technoware*, *humanware*, *infoware*, dan *orgaware*.

1. *Technoware*

Besarnya nilai kontribusi pada masing-masing kriteria komponen *technoware* disajikan dalam tabel 22 berikut.

Tabel 22. Kontribusi Komponen *Technoware*

Kriteria	Derajat Kecanggihan		State of the Art	Kontribusi Normal
	Lower Limit (LT)	Upper Limit (UT)		
Mesin Produksi	7	9	0,780	0,951
Transportasi	3	5	0,775	0,506
Teknik dan <i>Lean Production</i>	5	7	0,725	0,717
Peralatan pengukuran dan <i>monitoring</i>	6	8	0,778	0,840

Berdasarkan tabel 22 dapat dilihat bahwa pada komponen *technoware*, mesin produksi memiliki kontribusi terbesar dengan nilai 0,951, diikuti peralatan pengukuran dan *monitoring* yaitu 0,717, dan kontribusi terendah adalah transportasi dengan nilai 0,506.

2. *Humanware*

Perhitungan nilai kontribusi selanjutnya adalah pada komponen *technoware*. Besar nilai kontribusi pada masing-masing kriteria komponen *humanware* disajikan dalam tabel 23 berikut.

Tabel 23. Kontribusi Komponen *Humanware*

Kriteria	Derajat Kecanggihan		<i>State of the Art</i>	Kontribusi Normal
	<i>Lower Limit (LT)</i>	<i>Upper Limit (UT)</i>		
Perspektif karyawan	6	8	0,768	0,837
Pengembangan SDM	6	8	0,788	0,842
<i>GMP awareness</i>	7	9	0,756	0,946
<i>Personal hygiene</i>	6	8	0,789	0,842

Berdasarkan tabel 23 dapat dilihat bahwa pada komponen *humanware*, kriteria *GMP awareness* memiliki kontribusi terbesar dengan nilai 0,946, diikuti *personal hygiene* dan pengembangan SDM dengan nilai masing-masing 0,842, dan kontribusi terendah adalah perspektif karyawan dengan nilai 0,837.

3. *Infoware*

Perhitungan selanjutnya adalah pada komponen *infoware*. Besar nilai kontribusi pada masing-masing kriteria komponen *infoware* disajikan dalam tabel 24 berikut.

Tabel 24. Kontribusi Komponen *Infoware*

Kriteria	Derajat Kecanggihan		State of the Art	Kontribusi Normal
	Lower Limit (LT)	Upper Limit (UT)		
Kemampuan telusur	8	10	0,806	1,068
Sistem pengendalian dokumen	8	10	0,790	1,064
Sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi	7	9	0,750	0,944
Manajemen produk alergen	8	10	0,780	1,062

Berdasarkan tabel 24 dapat dilihat bahwa pada komponen *infoware*, kemampuan telusur memiliki kontribusi terbesar dengan nilai 1,068, diikuti sistem pengendalian dokumen yaitu 1,064, manajemen produk alergen yaitu 1,062 dan kontribusi terendah adalah sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi dengan nilai 0,944.

4. *Orgaware*

Perhitungan selanjutnya adalah pada komponen *orgaware*. Besar nilai kontribusi pada masing-masing kriteria komponen *orgaware* disajikan dalam tabel 25 berikut.

Tabel 25. Kontribusi Komponen *Orgaware*

Kriteria	Derajat Kecanggihan		State of the Art	Kontribusi Normal
	Lower Limit (LT)	Upper Limit (UT)		
Komitmen manajemen	8	10	0,838	1,075
Analisa dan penilaian bahaya	8	10	0,800	1,067
Penentuan <i>Critical Control Point</i> (CCP)	8	10	0,800	1,067
Tindakan pengendalian proses (OPRP)	8	10	0,795	1,066
Audit Internal	8	10	0,750	1,056

Berdasarkan tabel 35 dapat dilihat bahwa pada komponen *infoware*, komitmen manajemen memiliki kontribusi terbesar dengan nilai 1,075, diikuti analisa dan penilaian bahaya yang memiliki nilai sama dengan penentuan CCP yaitu 1,067, kemudian Tindakan pengendalian proses yaitu 1,066 dan kontribusi terendah adalah audit internal dengan nilai 1,056.

6.3.3 Intensitas Kontribusi Komponen Teknologi

Intensitas kontribusi komponen teknologi dapat dihitung menggunakan pendekatan matriks perbandingan berpasangan dari data kuesioner tingkat kepentingan. Kuesioner dapat dilihat di dalam lampiran 2. Nilai yang digunakan adalah nilai rata-rata bobot dari setiap responden, dan menghasilkan intensitas kontribusi komponen teknologi.

1. *Technoware*

Matriks perbandingan berpasangan yang pertama adalah komponen *technoware* yang disajikan pada tabel 26 berikut.

Tabel 26. Matriks Perbandingan Berpasangan *Technoware*

	T1	T2	T3	T4
T1	1	0,333	1,280	1,280
T2	3,000	1	1,286	1,524
T3	0,781	0,778	1	0,667
T4	0,781	0,656	1,500	1
Total	5,563	2,767	5,066	4,470

Langkah berikutnya adalah normalisasi matriks dengan cara membagi nilai tingkat kepentingan setiap kriteria dalam matriks dengan total pada setiap kolom. Normalisasi ini akan menghasilkan intensitas kontribusi dari masing-masing kriteria komponen teknologi. Tabel 27 di bawah merupakan normalisasi matriks perbandingan berpasangan *technoware*, beserta nilai intensitas kontribusi komponen *technoware*.

Tabel 27. Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan
Technoware

	T1	T2	T3	T4	Total	Intensitas Kontribusi
T1	0,180	0,120	0,253	0,286	0,839	0,210
T2	0,539	0,361	0,254	0,341	1,495	0,374
T3	0,140	0,281	0,197	0,149	0,768	0,192
T4	0,140	0,237	0,296	0,224	0,897	0,224
Total	1	1	1	1	4	1

Nilai intensitas kontribusi komponen teknologi dari masing-masing kriteria komponen *technoware* dapat dilihat dari tabel 27. Prioritas kriteria dengan pengaruh atau tingkat kepentingan dimulai dari yang tertinggi adalah transportasi (T2) sebesar 37,4%, peralatan pengukuran dan *monitoring* (T4) sebesar 22,4%, mesin produksi (T1) sebesar 21,0% dan yang terendah adalah teknik dan *lean production* (T3) sebesar 19,2%.

Pengujian konsistensi dilakukan setelah perhitungan intensitas kontribusi komponen teknologi pada masing-masing kriteria. Konsistensi ditetapkan dengan nilai *Consistency Ratio* (CR) tidak melebihi 10% atau 0,1 agar tidak menimbulkan bias. Nilai *Consistency Ratio* (CR) didapatkan setelah menghitung nilai λ_{max} , dan nilai *Consistency Index*. Berikut perhitungan nilai CR untuk komponen *technoware*. $\lambda_{max} = 5,563 * 0,210 + 2,767 * 0,374 + 5,066 * 0,192 + 4,470 * 0,224$
 $\lambda_{max} = 4,18$

Matriks *technoware* memiliki ordo 4, maka nilai n sama dengan nilai ordo yaitu 4.

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

$$CI = (4,18 - 4) / (4 - 1)$$

$$CI = 0,06$$

Random Index (RI) yang digunakan untuk matriks yang memiliki ordo 4 adalah 0,9. Maka didapat nilai Consistency Ratio (CR) seperti berikut.

$$CR = CI / RI$$

$$CR = 0,06 / 0,9$$

$$CR = 0,07$$

Nilai CR untuk matriks perbandingan berpasangan komponen *technoware* kurang dari 0,1 yaitu 0,07 yang menunjukkan data kuesioner konsisten dan dapat digunakan.

2. *Humanware*

Matriks perbandingan berpasangan berikutnya adalah komponen *humanware* yang disajikan pada tabel 28 berikut.

Tabel 28. Matriks Perbandingan Berpasangan *Humanware*

	H1	H2	H3	H4
H1	1	1,720	1,778	1,778
H2	0,581	1	0,392	0,653
H3	0,563	2,550	1	1,280
H4	0,563	1,531	0,781	1
Total	2,706	6,802	3,951	4,711

Langkah berikutnya adalah normalisasi matriks dengan cara membagi nilai tingkat kepentingan setiap kriteria dalam matriks dengan total pada setiap kolom. Normalisasi ini akan menghasilkan intensitas kontribusi dari masing-masing kriteria komponen teknologi. Tabel 29 di bawah merupakan normalisasi matriks perbandingan berpasangan *humanware*, beserta nilai intensitas kontribusi komponen *humanware*.

Tabel 29. Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan

Humanware

	H1	H2	H3	H4	Total	Intensitas Kontribusi
H1	0,370	0,253	0,450	0,377	1,450	0,362
H2	0,215	0,147	0,099	0,139	0,600	0,150
H3	0,208	0,375	0,253	0,272	1,108	0,277
H4	0,208	0,225	0,198	0,212	0,843	0,211
Total	1	1	1	1	4	1

Nilai intensitas kontribusi komponen teknologi dari masing-masing kriteria komponen *humanware* dapat dilihat dari tabel 29. Prioritas kriteria dengan pengaruh atau tingkat kepentingan dimulai dari yang tertinggi adalah perspektif karyawan (H1) sebesar 36,2%, *GMP awareness* (H3) sebesar 27,7%, *personal hygiene* (H4) sebesar 21,1% dan yang terendah adalah pengembangan SDM (H2) sebesar 15,0%.

Pengujian konsistensi dilakukan setelah perhitungan intensitas kontribusi komponen teknologi pada masing-masing kriteria. Konsistensi ditetapkan dengan nilai *Consistency Ratio* (CR) tidak melebihi 10% atau 0,1 agar tidak menimbulkan bias. Nilai *Consistency Ratio* (CR) didapatkan setelah menghitung nilai λ_{max} , dan nilai *Consistency Index*. Berikut perhitungan nilai CR untuk komponen *humanware*.

$$\lambda_{max} = 2,706 * 0,362 + 6,802 * 0,150 + 3,951 * 0,277 + 4,711 * 0,211$$

$$\lambda_{max} = 4,09$$

Matriks *humanware* memiliki ordo 4, maka nilai n sama dengan nilai ordo yaitu 4.

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

$$CI = (4,09 - 4) / (4 - 1)$$

$$CI = 0,03$$

Random Index (RI) yang digunakan untuk matriks yang memiliki ordo 4 adalah 0,9. Maka didapat nilai Consistency Ratio (CR) seperti berikut.

$$CR = CI / RI$$

$$CR = 0,03 / 0,9$$

$$CR = 0,03$$

Nilai CR untuk matriks perbandingan berpasangan komponen *humanware* kurang dari 0,1 yaitu 0,03 yang menunjukkan data kuesioner konsisten dan dapat digunakan.

3. *Infoware*

Matriks perbandingan berpasangan berikutnya adalah komponen *infoware* yang disajikan pada tabel 30 berikut.

Tabel 30. Matriks Perbandingan Berpasangan *Infoware*

	I1	I2	I3	I4
I1	1	1,684	1,684	1,524
I2	0,594	1	1,524	1,524
I3	0,594	0,656	1	0,333
I4	0,656	0,656	3,000	1
Total	2,844	3,997	7,208	4,381

Langkah berikutnya adalah normalisasi matriks dengan cara membagi nilai tingkat kepentingan setiap kriteria dalam matriks dengan total pada setiap kolom. Normalisasi ini akan menghasilkan intensitas kontribusi dari masing-masing kriteria komponen teknologi. Tabel 31 merupakan normalisasi matriks perbandingan berpasangan *infoware*, beserta nilai intensitas kontribusi komponen *infoware*.

Tabel 31. Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan
Infoware

	I1	I2	I3	I4	Total	Intensitas Kontribusi
I1	0,352	0,421	0,234	0,348	1,355	0,339
I2	0,209	0,250	0,211	0,348	1,018	0,255
I3	0,209	0,164	0,139	0,076	0,588	0,147
I4	0,231	0,164	0,416	0,228	1,039	0,260
Total	1	1	1	1	4	1

Nilai intensitas kontribusi komponen teknologi dari masing-masing kriteria komponen *infoware* dapat dilihat dari tabel 31. Prioritas kriteria dengan pengaruh atau tingkat kepentingan dimulai dari yang tertinggi adalah kemampuan telusur (I1) sebesar 33,9%, manajemen produk alergen (I4) sebesar 26,0%, sistem pengendalian dokumen (I2) sebesar 25,5% dan yang terendah adalah sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi (I3) sebesar 14,7%.

Pengujian konsistensi dilakukan setelah perhitungan intensitas kontribusi komponen teknologi pada masing-masing kriteria. Konsistensi ditetapkan dengan nilai *Consistency Ratio* (CR) tidak melebihi 10% atau 0,1 agar tidak menimbulkan bias. Nilai *Consistency Ratio* (CR) didapatkan setelah menghitung nilai λ_{max} , dan nilai *Consistency Index*. Berikut perhitungan nilai CR untuk komponen *infoware*.

$$\lambda_{max} = 2,884 * 0,339 + 3,997 * 0,255 + 7,208 * 0,147 + 4,381 * 0,260$$

$$\lambda_{max} = 4,18$$

Matriks *infoware* memiliki ordo 4, maka nilai n sama

dengan nilai ordo yaitu 4.

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

$$CI = (4,18 - 4) / (4 - 1)$$

$$CI = 0,06$$

Random Index (RI) yang digunakan untuk matriks yang memiliki ordo 4 adalah 0,9. Maka didapat nilai Consistency Ratio (CR) seperti berikut.

$$CR = CI / RI$$

$$CR = 0,06 / 0,9$$

$$CR = 0,07$$

Nilai CR untuk matriks perbandingan berpasangan komponen *infoware* kurang dari 0,1 yaitu 0,07 yang menunjukkan data kuesioner konsisten dan dapat digunakan.

4. *Orgaware*

Matriks perbandingan berpasangan berikutnya adalah komponen *orgaware* yang disajikan pada tabel 32 berikut.

Tabel 32. Matriks Perbandingan Berpasangan *Orgaware*

	O1	O2	O3	O4	O5
O1	1	0,667	0,364	0,364	0,387
O2	1,500	1	0,750	0,387	0,667
O3	2,750	1,333	1	0,667	1,000
O4	2,750	2,583	1,500	1	2
O5	2,750	1,750	1,500	1	1
Total	10,750	7,333	5,114	3,417	5,054

Langkah berikutnya adalah normalisasi matriks dengan cara membagi nilai tingkat kepentingan setiap kriteria dalam matriks dengan total pada setiap kolom. Normalisasi ini akan menghasilkan intensitas kontribusi dari masing-masing kriteria komponen teknologi. Tabel 33 merupakan normalisasi matriks perbandingan berpasangan *orgaware*, beserta nilai intensitas kontribusi komponen *orgaware*.

Tabel 33. Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan
Orgaware

	O1	O2	O3	O4	O5	Total	Intensitas Kontribusi
O1	0,093	0,091	0,071	0,106	0,077	0,438	0,088
O2	0,140	0,136	0,147	0,113	0,132	0,668	0,134
O3	0,256	0,182	0,196	0,195	0,198	1,026	0,205
O4	0,256	0,352	0,293	0,293	0,396	1,590	0,318
O5	0,256	0,239	0,293	0,293	0,198	1,278	0,256
Total	1	1	1	1	1	5	1

Nilai intensitas kontribusi komponen teknologi dari masing-masing kriteria komponen *orgaware* dapat dilihat dari tabel 33. Prioritas kriteria dengan pengaruh atau tingkat kepentingan dimulai dari yang tertinggi adalah tindakan pengendalian proses (OPRP) (O4) dengan nilai 31,8%, audit internal (O5) dengan nilai sebesar 25,6%, penentuan *Critical Control Point* (CCP) (O3) sebesar 20,5%, analisa dan penilaian bahaya (O2) sebesar 13,4% dan yang terendah adalah komitmen manajemen (O1) sebesar 8,8%.

Pengujian konsistensi dilakukan setelah perhitungan intensitas kontribusi komponen teknologi pada masing-masing kriteria. Konsistensi ditetapkan dengan nilai *Consistency Ratio* (CR) tidak melebihi 10% atau 0,1 agar tidak menimbulkan bias. Nilai *Consistency Ratio* (CR) didapatkan setelah menghitung nilai λ_{max} , dan nilai *Consistency Index*. Berikut perhitungan nilai CR untuk komponen *orgaware*.

$$\begin{aligned} \lambda_{max} &= 10,750 * 0,088 + 7,333 * 0,134 + 5,114 * \\ &0,205 + 3,417 * 0,318 \\ &\quad + 5,054 * 0,256 \\ \lambda_{max} &= 5,35 \end{aligned}$$

Matriks *orgaware* memiliki ordo 5, maka nilai n sama dengan nilai ordo yaitu 5.

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$$

$$CI = (5,35 - 5) / (5 - 1)$$

$$CI = 0,09$$

Random Index (RI) yang digunakan untuk matriks yang memiliki ordo 5 adalah 1,12. Maka didapat nilai Consistency Ratio (CR) seperti berikut.

$$CR = CI / RI$$

$$CR = 0,08 / 1,12$$

$$CR = 0,08$$

Nilai CR untuk matriks perbandingan berpasangan komponen *orgaware* kurang dari 0,1 yaitu 0,08 yang menunjukkan data kuesioner konsisten dan dapat digunakan.

5. Komponen Teknologi

Matriks perbandingan berpasangan yang terakhir adalah perbandingan antara komponen teknologi *technoware*, *humanware*, *inforeware*, dan *orgaware* yang disajikan pada tabel 34 berikut.

Tabel 34. Matriks Perbandingan Berpasangan *Orgaware*

	<i>Technoware</i>	<i>Humanware</i>	<i>Inforeware</i>	<i>Orgaware</i>
<i>Technoware</i>	1	0,571	1,200	1,200
<i>Humanware</i>	1,750	1	0,667	0,667
<i>Inforeware</i>	0,833	1,500	1	1,200
<i>Orgaware</i>	0,833	1,500	0,833	1
Total	4,417	4,571	3,700	4,067

Langkah berikutnya adalah normalisasi matriks dengan cara membagi nilai tingkat kepentingan setiap kriteria dalam matriks dengan total pada setiap kolom. Normalisasi ini akan menghasilkan intensitas kontribusi dari masing-masing kriteria komponen teknologi. Tabel 35 merupakan normalisasi matriks perbandingan berpasangan antar komponen teknologi, beserta nilai intensitas kontribusi dari komponen teknologi.

Tabel 35. Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan Antar Komponen

	<i>Techno-ware</i>	<i>Human-ware</i>	<i>Info-ware</i>	<i>Orga-ware</i>	Total	Intensitas Kontribusi
<i>Technoware</i>	0,226	0,125	0,324	0,295	0,971	0,243
<i>Humanware</i>	0,396	0,219	0,180	0,164	0,959	0,240
<i>Infoware</i>	0,189	0,328	0,270	0,295	1,082	0,271
<i>Orgaware</i>	0,189	0,328	0,225	0,246	0,988	0,247
Total	1	1	1	1	4	1

Nilai intensitas kontribusi komponen teknologi dari masing-masing komponen teknologi dapat dilihat dari tabel 35. Prioritas kriteria dengan pengaruh atau tingkat kepentingan dimulai dari yang tertinggi adalah *infoware* dengan nilai 27,1%, *orgaware* sebesar 24,7%, *technoware* sebesar 24,3%, dan terendah adalah *humanware* dengan nilai 24,0%.

Pengujian konsistensi dilakukan setelah perhitungan intensitas kontribusi komponen teknologi pada masing-masing kriteria. Konsistensi ditetapkan dengan nilai *Consistency Ratio* (CR) tidak melebihi 10% atau 0,1 agar tidak menimbulkan bias. Nilai *Consistency Ratio* (CR) didapatkan setelah menghitung nilai λ_{max} , dan nilai *Consistency Index*. Berikut perhitungan nilai CR untuk komponen teknologi.

$$\lambda_{max} = 4,417 * 0,243 + 4,571 * 0,240 + 3,700 * 0,271 + 4,067 * 0,247$$

$$\lambda_{max} = 4,17$$

Matriks komponen teknologi memiliki ordo 4, maka nilai n sama dengan nilai ordo yaitu 4.

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

$$CI = (4,17 - 4) / (4 - 1)$$

$$CI = 0,06$$

Random Index (RI) yang digunakan untuk matriks yang memiliki ordo 4 adalah 0,9. Maka didapat nilai Consistency Ratio (CR) seperti berikut.

$$CR = CI / RI$$

$$CR = 0,06 / 0,9$$

$$CR = 0,06$$

Nilai CR untuk matriks perbandingan berpasangan komponen teknologi kurang dari 0,1 yaitu 0,06 yang menunjukkan data kuesioner konsisten dan dapat digunakan.

6.3.4 Kecanggihan Komponen Teknologi

Berdasarkan hasil perhitungan kontribusi komponen teknologi dan intensitas kontribusi, maka diperoleh kecanggihan teknologi dari setiap komponen teknologi yaitu *technoware*, *humanware*, *infoware*, dan *orgaware*. Berikut merupakan nilai kecanggihan teknologi dari setiap komponen teknologi, dapat dilihat pada tabel 36.

Tabel 36. Kecanggihan Teknologi Setiap Komponen Teknologi.

Komponen Teknologi	Kriteria	Kontribusi	Intensitas Kontribusi	Kecanggihan Teknologi
<i>Technoware</i>	Mesin Produksi	0,951	0,210	0,692
	Transportasi	0,506	0,374	
	Teknik dan <i>Lean Production</i>	0,717	0,192	
	Peralatan pengukuran dan <i>monitoring</i>	0,840	0,224	
<i>Humanware</i>	Perspektif karyawan	0,837	0,362	0,868
	Pengembangan SDM	0,842	0,150	
	<i>GMP awareness</i>	0,946	0,277	
	<i>Personal hygiene</i>	0,842	0,211	
<i>Infoware</i>	Kemampuan telusur	1,068	0,339	

	Sistem pengendalian dokumen	1,064	0,255	1,047
	Sistem pencegahan dan deteksi kontaminasi	0,944	0,147	
	Manajemen produk alergen	1,062	0,260	
<i>Orgaware</i>	Komitmen manajemen	1,075	0,088	1,064
	Analisa dan penilaian bahaya	1,067	0,134	
	Penentuan <i>Critical Control Point</i> (CCP)	1,067	0,205	
	Tindakan pengendalian proses (OPRP)	1,066	0,318	
	Audit Internal	1,056	0,256	

Kecanggihan teknologi diperoleh dengan mengalikan nilai dari hasil pemangkatan nilai kontribusi dengan nilai intensitas kontribusi pada masing-masing kriteria komponen teknologi. Berikut adalah contoh perhitungan nilai kecanggihan teknologi untuk komponen *technoware*.

$$\text{Kecanggihan Teknologi} = 0,951^{0,210} \times 0,506^{0,374} \times 0,717^{0,192} \times 0,840^{0,224}$$

$$\text{Kecanggihan Teknologi} = 0,990 \times 0,775 \times 0,938 \times 0,962$$

$$\text{Kecanggihan Teknologi} = 0,692$$

Berdasarkan nilai kecanggihan teknologi setiap komponen pada tabel 36, dapat diperoleh nilai kontribusi kecanggihan terbesar hingga terkecil dari setiap komponen teknologi. Pada urutan pertama adalah komponen *orgaware* dengan nilai kecanggihan 1,064, kemudian *infoware* dengan nilai 1,047, diikuti *humanware* 0,868, dan terakhir adalah komponen *technoware* yaitu 0,692.

6.3.5 Total Coefficient Contribution (TCC)

Perhitungan tahap akhir adalah dengan menentukan nilai koefisien kontribusi total atau *Total Coefficient Contribution* (TCC). Nilai TCC dapat dilihat pada tabel 37 berikut.

Tabel 37. Koefisien Kontribusi Teknologi

Komponen Teknologi	Kecanggihan Komponen Teknologi	Intensitas Kontribusi	Koefisien Total (TCC)
<i>Technoware</i>	0,692	0,243	0,909
<i>Humanware</i>	0,868	0,240	
<i>Infoware</i>	1,047	0,271	
<i>Orgaware</i>	1,064	0,247	

Berdasarkan tabel 37. nilai TCC yang diperoleh adalah 0,909 yang termasuk ke dalam tingkat kecanggihan mutakhir karena lebih dari 0,9.

REFERENSI

- Adrian. (2020). PEMANFAATAN ROBOT PROCESS AUTOMATION DALAM AUDIT KEUANGAN Adrian. *Journal of Informatio System. Applied, Management. Accounting Dan Research*, 4(2), 10–19.
- Agustina, N., & Suganda, A. D. (2022). PERANAN TEKNOLOGI PADA INDUSTRI ASURANSI (INSURTECH) MASA PANDEMIC COVID-19. *Syar'Insurance: Jurnal Asuransi Syariah*, 8(1), 27–36. <https://doi.org/10.32678/sijas.v8i1.6118>
- Aji, P. B., & Wahyuni, H. C. (2022). A Study on the Technology Content Assessment Based on Aspects of Food Safety in the Food Ingredient Company. *Spektrum Industri*, 20(2), 23–30. <https://doi.org/10.12928/si.v20i2.67>
- Algassim, H., Sepasgozar, S. M. E., Ostwald, M., & Davis, S. (2023). A Qualitative Study on Factors Influencing Technology Adoption in the Architecture Industry. *Buildings*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/buildings13041100>
- Antesty, S., Tontowi, A.E. and Kusumawanto, A. (2020). MAPPING THE DEGREE OF TECHNOLOGICAL CAPABILITY IN SMALL AND MEDIUM INDUSTRY OF AUTOMOTIVE COMPONENTS. *ASEAN Journal of Systems Engineering*, 4(1), 13–19.
- Asiamah Yeboah. (2023). CrossRef citations to date 0 Altmetric Listen MANAGEMENT Innovation process model: An integration of innovation costs, benefits and core competence. *Cogent Business & Management*, 10(1). <https://doi.org//10.1080/23311975.2023.2176445>

- Axmann, B., & Harmoko, H. (2022). Process & Software Selection for Robotic Process Automation (RPA). *Tehnicki Glasnik*, 16(3), 412–419. <https://doi.org/10.31803/tg-20220417182552>
- Aydin, C., González Woge, M., & Verbeek, P. P. (2019). Technological Environmentalty: Conceptualizing Technology as a Mediating Milieu. *Philosophy and Technology*, 32(2), 321–338. <https://doi.org/10.1007/s13347-018-0309-3>
- Bobelyn, A. S. A. (2018). Technology Acquisitions: A Process Perspective on Search, Selection and Implementation. *Research in Economics and Management*, 3(4), 344. <https://doi.org/10.22158/rem.v3n4p344>
- Camponovo, G., Bendahan, S., & Pigneur, Y. (2004). Strategic analysis of the environment a dss for assessing technology environments. *ICEIS 2004 - Proceedings of the Sixth International Conference on Enterprise Information Systems*, Choo, 122–129. <https://doi.org/10.5220/0002614401220129>
- Cetindamar, D., Phaal, R., Probert, D. 2009. Understanding technology management as a dynamic capability: A framework for technology management activities. *Techno Analisis kinerja teknologi sesuai dengan standar evaluasi. Lihat seberapa baik teknologi membantu operasi bisnis, mencapai tujuan strategis, dan mengoptimalkan proses.* *vation*, 29, 237- 246.
- Effendi, U, Effendi, M & Putri Simdora, S. (2016). Analysis of Technological Contribution in Making Apple Cider Beverages (Case Study in KSU Brosem, Batu). *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 5(2), 96–106.

- Eker, B., & Eker, A. A. (2023). *TIPS FOR A SUCCESSFUL APPLICATION OF INNOVATION IN INNOVATION INNOVATION*. *01(01)*, 47–52.
<https://doi.org/10.61552/JIBI.2023.01.006>
- Em, P., & Organisasi, B. (n.d.). *243599-Peran-Teknologi-Informasi-Dalam-Pengemba-Befe3837*. VII(1).
- Fiates, G. G. S., Fiates, J. E. A., Serra, F. A. R., & Ferreira, M. P. (2010). Innovation environment in small technology-based companies. *Journal of Technology Management and Innovation*, *5(3)*, 81–95.
<https://doi.org/10.4067/s0718-27242010000300006>
- He, Y., Shima, R., Sawada, I., Yamaguchi, N., Fukuda, O., & Okumura, H. (2018). Development of an evaluation system for upper limb function using ar technology. *GECCO 2018 Companion - Proceedings of the 2018 Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion*, 1835–1840.
<https://doi.org/10.1145/3205651.3208256>
- Hutagaol, R. (2023). Inovasi Teknologi Dalam Pendidikan Klinis Keperawatan Sebagai Strategi Pembelajaran Kreatif: Apa Saja Manfaatnya Bagi Mahasiswa Keperawatan?: Sebuah Literatur Review. *Jurnal Skala Kesehatan*, *14(1)*, 28–39.
<https://doi.org/10.31964/jsk.v14i1.384>
- Huynh, T. N., Van Nguyen, P., Nguyen, Q. N., & Dinh, P. U. (2023). Technology innovation, technology complexity, and co-creation effects on organizational performance: The role of government influence and co-creation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *9(4)*, 100150.
<https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100150>

- Irjayanti, M., Azis, A. M., & Juariah, D. R. (2016). Penerapan Teknologi untuk Meningkatkan Produktivitas Usaha Kecil Menengah (Preliminary Study pada Industri Kreatif Usaha Kecil dan Menengah di Jawa Barat). *Banking and Management Review*, 619(1), 619–631.
- Jeleskovic, V., Behrens, D., & Härdle, W. (2023). *A novel statistical framework for the analysis of the degree of technology adoption*. 1–17.
- Jury, G. M. (1997). Managing technology the environment in which technology is managed. *Engineering Management Journal*, 7(1), 27–32. <https://doi.org/10.1049/em:19970104>
- Kauffman, R. J., & Techatassanasoontorn, A. A. (2010). New theoretical perspectives on technology adoption. *Information Technology and Management*, 11(4), 157–160. <https://doi.org/10.1007/s10799-010-0080-3>
- Khirod K Sahoo¹, Amit K Tripathi¹, Ashwani Pareek², S. K. S. and S. L. S.-P. (2011). An improved protocol for efficient transformation and regeneration of diverse indica rice cultivars. *Plant Methods*, 7(49), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s00299-019-02505-y>
- Khoriyah, R., & Muhid, A. (2022). Inovasi Teknologi Pembelajaran dengan Menggunakan Aplikasi Wordwall Website pada Mata Pelajaran PAI di Masa Penerapan Pembelajaran Jarak Jauh: Tinjauan Pustaka. *Tarbiyah Wa Ta'lim: Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 192–205. <https://doi.org/10.21093/twt.v9i3.4862>
- Lena Ellitan. (2003). Peran Sumber Daya Dalam Meningkatkan Pengaruh Teknologi Terhadap Produktivitas. *Jurnal Manajemen Dan Kewirausahaan*, 5(2), pp.156-170.

<http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/man/article/view/15641>

Livingston, S., Dyer, J., & Swinson, D. (2005). *A Training Technology Evaluation Tool*. September, 97. <http://www.stormingmedia.us/34/3408/A340834.html>

Lizarralde, R., & Ganzarain, J. (2019). A Multicriteria Decision Model for the Evaluation and Selection of Technologies in a R&D Centre. *International Journal of Production Management and Engineering*, 7, 101–106. <https://doi.org/10.4995/ijpme.2019.11458>

Maulana, I., Marasabessy, F., & Ambardi, P. (2021). Tanggung Jawab Pelaku Usaha Dengan Sistem Dropship Ditinjau Dari Perspektif Uu Nomor 8 Tahun 1999 Tentang Perlindungan Konsumen. *Jurnal Asy-Syukriyyah*, 22(2), 239–253. <https://doi.org/10.36769/asy.v22i2.167>

Mayang Sari, M., Apriani, D., Supriatna, Y., & Ariyansyah, A. (2022). Penggunaan Media Digital (Website) Dalam Pengolahan Data Cuti Karyawan. *Technomedia Journal*, 7(1 Juni), 126–135. <https://doi.org/10.33050/tmj.v7i1.1795>

Mendelsohn, B. (2008). Technology and the Environment: An Economic Exploration. *A Companion to American Technology*, 12(4), 113–131. <https://doi.org/10.1002/9780470696088.ch7>

Nobes, C. (2015). The international transfer of technology: Examples from the development of accounting. *European Accounting and Management Review*, 1(2), 1–14. <https://doi.org/10.26595/eamr.2014.1.2.1>

Novaes de Andrade, T. (2008). Technology and environment: Gilbert Simondon's contributions. *Environmental Sciences*, 5(1), 7–15.

<https://doi.org/10.1080/15693430701628355>

- Pamungkas, K. L., Listyorini, T., & Supriyati, E. (2023). Rancang Bangun Sistem Informasi E-Commerce Handphone (Studi Kasus Raya Selluler Demak). *Medika Teknika : Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, 4(2), Layouting. <https://doi.org/10.18196/mt.v4i2.15779>
- Pati, B., Ferdian, K. J., & Rahman, B. (2022). IMPLEMENTASI KEBIJAKAN INOVASI PELAYANAN PUBLIK BERBASIS E-GOVERNMENT: STUDI TERHADAP APLIKASI SMART IN PIRT DI DINAS KESEHATAN KABUPATEN BANGKA. *JURNAL TRIAS POLITIKA*, 6(2), 245–263. <https://doi.org/10.33373/jtp.v6i2.4600>
- Putri Ratricia, Muhammad Faiz, & Chairina, C. (2022). Analisis Tingkat Pengetahuan Mahasiswa Tentang Bank Syariah dan Konvensional. *J-CEKI : Jurnal Cendekia Ilmiah*, 2(1), 1–8. <https://doi.org/10.56799/jceki.v2i1.1192>
- Rigo, D. (2021). Global value chains and technology transfer: new evidence from developing countries. *Review of World Economics*, 157(2), 271–294. <https://doi.org/10.1007/s10290-020-00398-8>
- Rijal, R. (2023). Impacts of Green HRM Practices in Employee Environmental Commitment in the Context of Nepalese Manufacturing Industry. *Interdisciplinary Journal of Innovation in Nepalese Academia*, 2(2), 189–201. <https://doi.org/10.3126/idjina.v2i2.59499>
- Ririh, K. R., Ningtyas, D. R., & Akbar, M. I. (2022). PENGUKURAN EFEK ADOPSI TEKNOLOGI DIGITAL TERHADAP KEPUASAN BELAJAR DARING DAN PARTISIPASI GREEN CAMPUS DI

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PANCASILA.
Barometer, 7(1), 430–437.
<https://doi.org/10.35261/barometer.v7i1.5649>

Rumanti, A, Reynaldo, R, Samadhi, T, Wiratmadja, I & Dwita, A. (319 C.E.). Bridging Technometric Method and Innovation Process: An Initial Study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.

Rumanti, A, Wiradmadja, I, Ajidarma, P & Hidayat, M. (2019). Application of Technometric to Improve Productivity in Indonesian Small Medium Industries (SMI). In *Proceedings of the International Manufacturing Engineering Conference & The Asia Pacific Conference on Manufacturing Systems*, 217–223.

Rumanti, A. A., Rizana, A. F., & Achmad, F. (2023). Exploring the role of organizational creativity and open innovation in enhancing SMEs performance. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(2), 100045.
<https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100045>

Sanayei, A. (2016). *Technology Decisions In New Product Development*.

Sarwani, 2016. Manajemen Teknologi Untuk Meningkatkan Daya Saing Daerah. Prosiding Seminar Nasional Universitas Pamulang.

Seneviratne, C. A. (2016). *LSU Scholarly Repository Tip-Enhanced Laser Ablation Sample Transfer for Mass Spectrometry*.

Unsal, E. 2015. Technology Management Capability: Definition and Its Measurement. *European International Journal of Science and Technology*, 4(2), 181- 196.

- Wang, R., Fei, J., Zhao, M., Zhang, R., Guo, M., Li, X., & Qi, Z. (2022). DA-Transfer: A Transfer Method for Malicious Network Traffic Classification with Small Sample Problem. *Electronics (Switzerland)*, *11*(21). <https://doi.org/10.3390/electronics11213577>
- Yulherniwati, Y & Ikhsan, A. (2020). Assessment of Institution Readiness in Adopting Technology: A Study on Vocational Education Internal Quality Assurance System. *Proceedings of the Proceedings of the 2nd Workshop on Multidisciplinary and Applications (WMA)*.
- Yuliantini, N. P. R., & Pramita, K. D. (2022). Perli. *Jurnal Komunikasi Hukum, Volume 7 Nomor 1 Februari 2021*, *8*(1), 469–480. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/jkh/issue/view/863>
- Yuniarto, K., Mustiko, C., Muvianto, O., & Prawira, Z. A. (2022). Pembangunan Data Digital dan Sistem Informasi Pertanian Kangkung di Kelompok Tani Bunga Lestari, Lombok Barat. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, *5*(4), 325–330. <https://doi.org/10.29303/jpmmpi.v5i4.2502>
- Zhang, L. (2017). Selection Between One-Time Transfer and University-Industry Cooperation in Technology Transfer: A Matching Model. *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, *5*(5), 235. <https://doi.org/10.11648/j.ijefm.20170505.12>
- Zhao, B., Wu, C., Zou, F., Zhang, X., Sun, R., & Jiang, Y. (2023). Research on Small Sample Multi-Target Grasping Technology Based on Transfer Learning. *Sensors*, *23*, 1–15.

ISBN 978-623-464-081-6 (PDF)



UMSIDA PRESS
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Jl. Mojopahit No. 666 B
Sidoarjo , Jawa Timur