

PENILAIAN SOFISTIKASI TEKNOLOGI PADA PT. XYZ DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN TECHNOWARE, HUMANWARE, INFOWARE, DAN ORGANWARE (THIO)

Aulia Agung Dermawan¹⁾, Rosie Oktavia Puspita Rini²⁾, Tirta Mulyadi³⁾, Wahyudi Ilham⁴⁾, dan Dimas Akmarul Putera⁵⁾

^{1,5)} Manajemen Rekayasa, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Batam

^{2,3)} Manajemen Kuliner, Politeknik Pariwisata Batam

⁴⁾ Manajemen Tata Hidangan, Politeknik Pariwisata Batam

E-mail: agung@iteba.ac.id¹⁾, rosie@btp.ac.id²⁾, tirta@btp.ac.id³⁾, wahyudi@btp.ac.id⁴⁾,

dimas.a.p@iteba.ac.id⁵⁾

ABSTRAK

Abstrak. PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi hotmix atau aspal panas. Selama ini di PT. XYZ belum pernah melakukan proses pengukuran terhadap keterbatasan teknologi yang ada. Hasil pengukuran keterbatasan teknologi diharapkan dapat menjadi acuan untuk merancang kebijakan terkait pengembangan perusahaan. Penelitian ini dilakukan untuk: menentukan indeks komponen teknologi, menentukan komponen teknologi dengan kontribusi nilai tertinggi dan terendah bagi perusahaan, mengidentifikasi tingkat teknologi saat ini, dan menyarankan perusahaan untuk memprioritaskan pengembangan teknologi guna meningkatkan produktivitas pengembangan perusahaan. Kontribusi dari masing-masing komponen yaitu: komponen *technoware* sebesar 0,59, komponen *humanware* sebesar 0,70, komponen *inforeware* sebesar 0,43 dan komponen *organware* sebesar 0,64. *Technology Contribution Coefficient* perusahaan mencapai 0,61. Artinya perusahaan masih sangat membutuhkan perbaikan di bidang teknologi. Intensitas kontribusi komponen teknologi perusahaan hampir berimbang pada keempat aspek. Namun prioritas perbaikan tertuju pada aspek dengan intensitas terkecil yaitu *inforeware*.

Kata kunci: Penilaian Kecanggihan, Diagram THIO, Teknometrik, *Technology Contribution Coefficient*.

Abstract. PT. XYZ is a company engaged in the production of hot mix or hot asphalt. During this time at PT. XYZ has never conducted a process of measuring the limitations of existing technology. The results of measuring technological limitations are expected to be a reference for designing policies related to company development. This research was conducted to: determine the technology component index, determine the technology component with the highest and lowest value contribution to the company, identify the current level of technology, and advise companies to prioritize technology development to increase the company's development productivity. The contribution of each component is: component *technoware* is 0.59, *humanware* is 0.70, *inforeware* is 0.43 and *organware* is 0.64. The company's *Technology Contribution Coefficient* is 0.61. This means that the company still really needs improvement in the field of technology. The intensity of the contribution of the company's technology components is almost balanced in all four aspects. However, the improvement priority is focused on the aspect with the smallest intensity, namely *inforeware*.

Keywords: Sophistication Assessment, THIO Diagram, Technometrics, *Technology Contribution Coefficient*.

1. PENDAHULUAN

Era saat ini mengarah pada perkembangan dunia usaha yang sangat pesat di sektor manufaktur dan jasa. Tekanan persaingan dan kebutuhan pelanggan yang tinggi memaksa perusahaan melakukan berbagai perbaikan agar mampu bertahan dalam menghadapi persaingan [1]. Dikenal sebagai bitumen, semen hitam telah digunakan dalam pembangunan jalan selama berabad-abad. Meskipun ada kejadian alami bitumen atau bitumen batuan, sebagian besar yang digunakan saat ini diproduksi oleh industri penyulingan minyak.

Aspal merupakan komponen dari sebagian besar produk minyak bumi dan diisolasi melalui proses pemurnian penyulingan. Beton aspal adalah campuran yang terutama terdiri dari agregat mineral, pengikat aspal dan aditif, dan banyak digunakan dalam konstruksi jalan. Perkerasan aspal telah banyak dibangun di jalan raya dan landasan pacu bandara karena keunggulan permukaan yang halus, kenyamanan berkendara dan waktu konstruksi yang singkat.[2].

Secara global, peningkatan volume dan panjang jalan raya menjadi bukti percepatan modernisasi dan urbanisasi dalam beberapa tahun terakhir. Hampir 90% jalan merupakan jalan aspal yang dipadatkan dengan agregat mineral, pengikat aspal, bahan pengisi dan bahan tambahan lainnya. Konsumsi aspal sebagai komponen utama terus mencapai rekor tertinggi. Konsumsi aspal pada tahun 2017 meningkat menjadi 32 juta ton dan 85,2% diaplikasikan di trotoar. Kemajuan pembangunan perkerasan aspal telah menjadi isu penting dalam konstruksi sipil [3]

Sebagai bahan perekat, bahan pengikat aspal dianggap memiliki pengaruh dan kontribusi yang dominan terhadap kinerja perkerasan aspal secara keseluruhan. Namun, karena pengikat aspal sensitif terhadap suhu, ia cenderung melunak pada suhu tinggi dan menjadi kaku pada suhu rendah, yang dapat menyebabkan kerusakan atau keretakan perkerasan. [4].

Pengikat aspal adalah bahan termoplastik dan reologinya sangat sensitif terhadap suhu. Mereka menunjukkan perilaku semipadat pada suhu sekitar tetapi dapat dibuat cair dengan pemanasan. Temperatur yang tinggi membuatnya cukup cair untuk melapisi agregat dan harus tetap cukup panas untuk meminimalkan hambatan saat campuran agregat aspal dipadatkan di lab atau di jalan. Pemadatan adalah proses pemadatan di mana rongga udara dikurangi dengan mengemas agregat lebih dekat satu sama lain. Hal ini dipengaruhi oleh viskositas aspal karena pemindahan agregat

memerlukan aliran film pengikat aspal yang menghubungkan agregat. Viskositas yang lebih tinggi (ketahanan terhadap aliran) menghasilkan lebih banyak ketahanan terhadap pengepakan [5].

Dalam kebanyakan kasus, bitumen harus dipanaskan sebelum digunakan untuk menurunkan viskositas yang memungkinkan penerapannya. Produksi bitumen melibatkan oksidasi residu dari distilasi vakum minyak bumi untuk mendapatkan produk dengan sifat yang diinginkan. Selama operasi menghasilkan bahan baku untuk produksi bitumen (distilasi vakum) serta proses oksidasi dengan udara panas, massa aspal yang diendapkan pada elemen pemanas mengalami perengkahan termal parsial, yang menghasilkan pembentukan senyawa tak jenuh dan aromatik serta hidrogen, sulfida, uap air, karbonil sulfida, karbon disulfida dan lain-lain [6]

Teknologi adalah konsep luas yang berhubungan dengan penggunaan dan pengetahuan alat dan kerajinan dan bagaimana penggunaannya mempengaruhi kemampuan untuk mengendalikan dan menyesuaikan diri dengan lingkungan sosial dan fisik [7]. Teknologi adalah istilah yang berasal dari bahasa Yunani "technologia": "techne", (membuat) dan "logia", (mengatakan). Teknologi dapat mengacu pada objek material yang berguna bagi umat manusia, seperti mesin, perangkat keras, atau perkakas, tetapi juga dapat mencakup tema yang lebih luas, termasuk sistem, metode organisasi, dan teknik. Istilah ini dapat diterapkan secara umum atau spesifik: contohnya termasuk teknologi konstruksi, teknologi kesehatan, atau teknologi canggih.

Penilaian Teknologi dianggap sebagai pendekatan interdisipliner untuk memecahkan masalah yang ada dan mencegah potensi kerusakan yang disebabkan oleh penggunaan yang tidak kritis dan komersialisasi teknologi baru. Untuk menilai teknologi, penting untuk menciptakan latar belakang metodologis, mengembangkan metodologi dan metode, dan menganalisis pencapaian berbagai disiplin ilmu. Ini berarti kebutuhan untuk melakukan penelitian yang luas dan mengintegrasikan lingkungan ilmiah yang beragam [8].

Konsep Penilaian Teknologi (PT) pertama kali dikembangkan di Amerika Serikat pada akhir 1960-an, dan Office of Technology Assessment (OTA) didirikan pada 1969–1972. TA berawal dari kebutuhan kebijakan Kongres AS seperti yang dirasakan oleh salah satu komite DPR yang diketuai oleh Emilio Q. Daddario. Tujuannya sangat mudah tetapi tidak mudah untuk dicapai. Komite melihat bahwa Kongres memerlukan kesadaran lebih awal, peringatan lebih awal, dan pemahaman lebih awal tentang apa yang mungkin menjadi konsekuensi sosial, ekonomi, politik, etika, dan lainnya dari

pengenalan teknologi baru ke dalam masyarakat atau perluasan substansial dari teknologi yang ada. teknologi. Konsekuensinya, tanpa diragukan lagi PT dipahami sebagai sebuah konsep untuk membantu pengambilan keputusan kebijakan publik. Tujuannya untuk menginformasikan dan meningkatkan pengambilan keputusan pemerintah menyiratkan, tentu saja, bahwa para peneliti juga menginformasikan pemikiran dan pertimbangan publik yang lebih luas yang peduli dengan kebijakan terhadap teknologi baru [9].

Teknometrik dibentuk oleh dua kata: teknologi ditambah metrik. Kata pertama dapat diartikan sebagai keterampilan tangan dan teknik. Kata kedua, sebaliknya, dapat diartikan sebagai ucapan yang ditetapkan. juga berasal dari bahasa Yunani klasik, sebenarnya berasal dari kata “me'tron” yang artinya pengukuran. Asal-usul teknometrik berasal dari tahun 1950-an, dengan penelitian perintis yang dilakukan oleh para ekonom, insinyur sistem, ahli matematika, dll [10]. Beberapa pendekatan teknometrik bertujuan untuk meramalkan suatu teknologi, yaitu memperkirakan nilai masa depan dari beberapa parameter yang mencirikan kinerja teknologi tersebut. Untuk beberapa teknologi, parameter tunggal mungkin cukup untuk memberikan karakterisasi yang lengkap. Ketika teknologi dicirikan oleh beberapa parameter, diperlukan beberapa cara untuk menggabungkannya menjadi satu ukuran kinerja.

PT. XYZ merupakan perusahaan swasta yang beroperasi di bidang manufaktur aspal sejak tahun 2012. Proses produksi pada PT. XYZ dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis mesin yang masing-masing memiliki fungsi spesifik. Rangkaian mesin-mesin produksi pada PT. XYZ ditempatkan dalam suatu stasiun kerja yang bernama. *Asphalt Mixing Plant* (AMP) terdiri atas mesin pengenceran tar, cold bin, hot bin, dryer, mixer, dan loader.

Komisi Ekonomi dan Sosial untuk Asia dan Pasifik (ESCAP) membagi teknologi menjadi empat komponen. Komponen keempat dari teknologi ini yaitu *technoware*, *humanware*, *infoware* dan *organware* [11].

Perkembangan teknologi yang dinamis terlihat di hampir setiap bidang kehidupan. Ini juga berlaku untuk industri yang dianggap sangat konservatif di bidang pengenalan solusi baru. Contoh yang baik adalah pertambangan, di mana solusi teknis baru diperkenalkan ke tingkat yang lebih luas, juga di bidang TI dan telekomunikasi yang dipahami secara luas. Selain perkembangan teknologi yang pesat di segala bidang, industri di Indonesia mengalami perubahan besar. Pergeseran ini ditandai dengan meningkatnya kemajuan teknologi dalam

pelaksanaan proses untuk meningkatkan efisiensi [12] dan daya saing perusahaan. Perkembangan teknologi sendiri harus dilakukan secara berkelanjutan terhadap komponen-komponen teknologi yaitu *technoware*, *humanware*, *infoware* dan *organware*. Untuk memenangkan persaingan, PT. XYZ harus dapat menilai kecanggihan perusahaan sendiri dikarenakan penuh dengan ketidakpastian dari pelanggan dan pemasok untuk memenangkan persaingan dan mencapai tujuan perusahaan salah satunya adalah keuntungan yang maksimum [13][14]. Oleh karena itu, digunakan metode Technometric untuk menghitung tingkat kecanggihan teknologi perusahaan dari aspek-aspek seperti *technoware*, *humanware*, *infoware* dan *organware*. Dengan demikian, perlu dilakukannya penelitian terhadap tingkat kecanggihan teknologi dengan menggunakan metode Teknometri pada PT. XYZ.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ yang terdapat di kota Medan, Provinsi Sumatera Utara. Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan mulai dari Oktober sampai Desember 2022.

2.2. Subjek Penelitian

Subjek yang diteliti pada penelitian ini adalah aspek *technoware* dan *humanware* dilakukan pada lantai produksi pabrik, sedangkan pengukuran aspek *infoware* dan *organware* dilakukan pada kantor dan bagian administrasi PT. XYZ.

2.3. Variabel Penelitian

Penentuan variabel pada penelitian ini adalah variabel *technoware*, *humanware*, *infoware*, dan *organware* yang terdapat pada PT. XYZ.

2.4. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk kuesioner. Ada empat kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kuesioner *technoware*, *humanware*, *infoware*, dan *organware* yang dibagikan kepada masing-masing penanggungjawab di lokasi yang diteliti dan yang diamati langsung oleh para peneliti.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Penilaian Tingkat Sofistikasi Teknologi

Penilaian tingkat sofistikasi dilakukan untuk mengenali karakteristik teknologi yang dimiliki oleh perusahaan. Penilaian dilakukan dengan mengacu pada kriteria yang ditunjukkan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Keterangan Aspek Penilaian Teknologi dan Skor Masing-masing Atribut

Aspek Penilaian Teknologi					
No.	<i>Technow -are</i>	<i>Humanwar e</i>	<i>Infoware</i>	<i>Organwar e</i>	Skor
1	Fasilitas manual	Kemampuan melakukan operasi	Informasi pengenalan	Kerangka kerja perjuangan	1 2 3
2	Fasilitas bersumber daya	Kemampuan melakukan <i>set-up</i>	Informasi penggambaran	Kerangka kerja penggabungan	2 3 4
3	Fasilitas fungsi umum	Kemampuan memperbaiki	Informasi pemilihan	Kerangka kerja penjelajahan	3 4 5
4	Fasilitas fungsi khusus	Kemampuan mereproduksi	Informasi penggunaan	Kerangka kerja perlindungan	4 5 6
5	Fasilitas otomatis	Kemampuan melakukan adaptasi	Informasi pemahaman	Kerangka kerja pemantapan	5 6 7
6	Fasilitas berbasis komputer	Kemampuan melakukan improvisasi	Informasi perbaikan	Kerangka kerja pencarian peluang	6 7 8
7	Fasilitas terpadu	Kemampuan melakukan inovasi	Informasi penilaian	Kerangka kerja kepemimpinan	7 8 9

Sumber: *Sumber: Nazaruddin. 2008. Manajemen Teknologi. Yogyakarta: Graha Ilmu.*

3.1.1. Penilaian Tingkat Sofistikasi Teknologi *Technoware*

Penilaian tingkat sofistikasi teknologi *Technoware* dilakukan dengan memberikan nilai batas bawah dan batas atas pada tahapan proses produksi dan penggunaan fasilitas pendukungnya seperti *material handling* dan pengantaran. Penilaian

tingkat sofistikasi teknologi *Technoware* yaitu sebagai berikut:

1. Tahapan proses produksi

a. Pencampuran

Proses ini dilakukan dengan mesin *Asphalt Mixing Plant*. Mesin ini diklasifikasikan ke fasilitas fungsi umum karena mesin-mesin dengan operasi umum dan pengendalian operasi sepenuhnya dilakukan operator di mesin *Asphalt Mixing Plant* tersebut. Proses ini diberi skor 3-5.

b. Pemasakan

Pada bagian ini aspal dimasak dimesin *Burner*. Proses pemasakan ke dalam mesin *burner* secara otomatis. Proses ini diberi skor 5-7.

2. Fasilitas pendukung

a. *Material handling* (pemindahan bahan)

Alat-alat yang digunakan untuk memindahkan bahan yaitu mesin pompa, *wheel loader*, *belt conveyor*. Alat ini diklasifikasikan ke dalam fasilitas otomatis dengan skor 5-7.

b. Perawatan mesin

Perawatan mesin dilakukan secara manual, sehingga dapat dikategorikan ke dalam fasilitas manual dengan skor 1-3.

3.1.2. Penilaian Tingkat Sofistikasi Teknologi *Humanware*

Humanware dalam perusahaan digolongkan ke dalam empat kategori yaitu sebagai berikut:

a. *Manager* atau Eksekutif

Manager di perusahaan ini memiliki kriteria sebagai berikut: tipe kerja tidak standar, tipe keputusan tidak rutin, usaha fisik rendah, usaha mental sangat tinggi, berpendidikan di atas SMA, memiliki pelatihan yang sangat tinggi dan dapat dikategorikan sebagai teknisi dan insinyur. Maka *manager* diberikan skor 6-8.

b. Kepala Produksi

Kepala produksi di perusahaan ini memiliki kriteria sebagai berikut: tipe kerja umumnya tidak standar, tipe keputusan sebagian rutin, usaha fisik rendah, usaha mental tinggi, berpendidikan di atas SMA, pelatihan tinggi dan dapat dikategorikan sebagai teknisi dan insinyur. Maka kepala produksi diberikan skor 5-7.

c. Pegawai/Karyawan

Pegawai di perusahaan ini memiliki kriteria sebagai berikut: tipe kerja umumnya standar, tipe keputusan sebagian rutin, usaha fisik rendah, usaha mental sedang, dan berpendidikan SMA ataupun

diasasnya, memiliki pelatihan jangka menengah dan dapat dikategorikan sebagai teknisi. Maka pegawai diberikan skor 4-6.

d. Pekerja lapangan atau buruh

Pekerja lapangan di perusahaan ini memiliki kriteria sebagai berikut: tipe kerja standar, tipe keputusan rutin, usaha fisik tinggi, usaha mental rendah, pada umumnya berpendidikan SMP, memiliki pelatihan jangka pendek dan dikategorikan sebagai pekerja dan teknikal terlatih. Maka pekerja lapangan diberikan skor 1-3.

3.1.3. Penilaian Tingkat Sofistikasi Teknologi *Infoware*

Infoware yang didistribusikan di perusahaan ini adalah mengenai prosedur pengoperasian mesin, perawatan mesin, kapasitas mesin, keadaan mesin yang sedang berjalan, jumlah yang akan diproduksi dan jumlah permintaan bulanan bahkan instruksi keselamatan kerja.

Proses pengolahan informasi dilakukan masih secara manual. Contohnya untuk data-data permintaan bulanan hanya terdapat pada buku catatan produksi yang diproses secara manual oleh pegawai pabrik. Informasi yang berada di perusahaan ini mengakibatkan fasilitas digunakan secara kurang efektif, sehingga diberikan skor 3-5.

3.1.4. Penilaian Tingkat Sofistikasi Teknologi *Organware*

Organware mengarahkan dan mengendalikan *humanware* dalam menjalankan operasi transformasi melalui suatu pembagian tugas yang jelas yang terlihat dalam struktur organisasi. Perusahaan ini cenderung memantapkan daya saingnya dengan terus memperluas pangsa pasar dengan pemasaran yang lebih agresif dan memperbaiki kualitas produk. *Organware* di perusahaan ini diklasifikasikan ke dalam pemantapan kerangka kerja dengan menstabilkan pola kerja dengan skor 4-6.

Rekapitulasi dari hasil penilaian tingkat sofistikasi teknologi masing-masing komponen teknologi dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi Penilaian Tingkat Sofistikasi Teknologi

No.	Komponen Teknologi	Tingkat Sofistikasi	
		Batas	Batas
<i>Technoware</i>			
1	Pencampuran	3	5
2	Pemasakan	5	7

3	<i>Material handling</i>	5	7
4	Perawatan mesin	1	3

Humanware

1	<i>Manager</i> atau Eksekutif	6	8
2	Kepala Produksi	5	7
3	Pegawai/ Karyawan	4	6
4	Pekerja lapangan atau	1	3

Infoware

1	Pengolahan sistem	3	5
---	-------------------	---	---

Organware

1	Pemantapan kerangka	4	6
---	---------------------	---	---

Sumber: Pengumpulan dan Pengolahan Data

3.2. Penilaian Penggunaan Kecanggihan Teknologi

Penilaian ini dilakukan untuk menemukenali seberapa efektif perusahaan memanfaatkan teknologi yang dimiliki. Penilaian dilakukan pada empat komponen teknologi, yang kemudian dijabarkan menjadi kriteria yang lebih spesifik untuk masing-masing aspek. Kriteria spesifik yang digunakan dalam menilai kecanggihan masing-masing komponen teknologi adalah:

- Technoware*, kriteria spesifiknya adalah:
 - Kecacatan rata-rata produk dalam sekali putaran proses produksi.
 - Fasilitas pendukung yang terdiri dari:
 - Material Handling*
 - Perawatan
- Humanware*, kriteria spesifiknya adalah :
 - Manager* atau eksekutif, yang dinilai adalah :
 - Kemampuan mengatasi masalah berhubungan dengan perusahaan.
 - Kemampuan *me-manage* seluruh tenaga kerja.
 - Kemampuan dalam memimpin.
 - Kemampuan dalam mengambil keputusan.
 - Kepala produksi, pengawas produksi dan pekerja/karyawan, yang dinilai adalah :
 - Kemampuan mengerti dan melaksanakan tugas.
 - Kemampuan disiplin dan tanggung jawab.
 - Kemampuan berkreasi dan berinovasi dalam memecahkan persoalan, seperti memodifikasi atau mengatasi kerusakan mesin.
 - Kemampuan bekerja sama dengan baik.
 - Pegawai/Karyawan
 - Pemanfaatan kapasitas yang efektif untuk kepentingan perusahaan

- 2) Pemanfaatan sumber daya yang efektif dalam kegiatan produksi
- d. Pekerja lapangan atau buruh
 - 1) Persentase target yang telah ditetapkan.
 - 2) Penyelesaian pekerjaan yang telah ditetapkan oleh perusahaan.
3. *Infoware*, kriteria spesifiknya adalah :
 - a. Penyimpanan data-data perusahaan
 - b. Jaringan informasi perusahaan.
 - c. Fasilitas komputer dalam proses produksi
 - d. Adanya prosedur yang memudahkan komunikasi antara seluruh anggota perusahaan.
 - e. Kemampuan sistem informasi perusahaan dalam mendukung aktivitas perusahaan.
4. *Organware*, kriteria spesifiknya adalah :
 - a. Kemampuan perusahaan untuk meningkatkan produktivitasnya.
 - b. Otonomi perusahaan.
 - c. Kemampuan perusahaan menciptakan lingkungan yang kondusif untuk perbaikan/
 - d. Kemampuan perusahaan membina hubungan dengan pelanggan.
 - e. Visi dan misi perusahaan.
 - f. Kemampuan perusahaan bekerja sama dengan pemasok/*supplier*.

3.2.1. Penilaian Kecanggihan *Technoware*

Untuk penilaian kecanggihan *technoware* dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini:

No	Kriteria Spesifik	Skor
1	Pencampuran (Pas, P = 10; Sedang, S = 5; Tidak Pas, TP = 0)	9
2	Pemasakan (Panas, P = 10; Sedang, S = 5; Tidak Panas, TP = 0)	10
3	<i>Material handling</i> (Lancar, L = 10; Sedang, S = 5; Tidak Lancar, TL = 0)	10
4	Perawatan mesin (Teratur, T = 10; Sedang, S = 5; Tidak Teratur, TT = 0)	7

Sumber: Pengumpulan dan Pengolahan Data

3.2.2. Penilaian Kecanggihan *Humanware*

Untuk penilaian kecanggihan *humanware* dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini:

No	Sub Komponen <i>Humanware</i>	Skor
Manager atau eksekutif		
1	Kemampuan mengatasi masalah berhubungan dengan perusahaan.	9
2	Kemampuan <i>me-manage</i> seluruh tenaga kerja.	9
3	Kemampuan dalam memimpin.	10
4	Kemampuan dalam mengambil keputusan.	10
Kepala produksi		
1	Kemampuan mengerti dan melaksanakan tugas.	10
2	Kemampuan disiplin dan tanggung jawab.	8
3	Kemampuan berkreasi dan berinovasi dalam memecahkan persoalan, seperti memodifikasi atau mengatasi kerusakan mesin.	7
4	Kemampuan bekerja sama dengan baik.	10
Pegawai/ Karyawan		
1	Pemanfaatan kapasitas yang efektif untuk kepentingan perusahaan	8
2	Pemanfaatan sumber daya yang efektif dalam kegiatan produksi	7
Pekerja lapangan atau buruh		
1	Persentase target yang telah ditetapkan.	9
2	Penyelesaian pekerjaan yang telah ditetapkan oleh perusahaan.	9

Sumber: Pengumpulan dan Pengolahan Data

3.2.3. Penilaian Kecanggihan *Infoware*

Untuk penilaian kecanggihan *infoware* dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini:

No	Kriteria Spesifik	Skor
1	Penyimpanan data-data perusahaan (komputerisasi = 10, pembukuan manual = 5, tidak ada = 0)	5
2	Jaringan informasi perusahaan (<i>Online</i> , OL = 10; Tidak <i>Online</i> , TO = 0)	5
3	Fasilitas komputer dalam proses produksi (memakai komputer = 10; tidak memakai komputer = 0)	5
4	Adanya prosedur yang memudahkan komunikasi antara seluruh anggota perusahaan (sangat mudah = 10, sangat sulit = 0)	5

5	Kemampuan sistem informasi perusahaan dalam mendukung aktivitas perusahaan (akses global = 10, akses nasional = 7,5, akses lokal = 5, tanpa dukungan sistem informasi = 0)	5
---	--	---

Sumber: Pengumpulan dan Pengolahan Data

3.2.4. Penilaian Kecanggihan *Organware*

Untuk penilaian kecanggihan *organware* dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini:

Tabel 6. Penilaian Kecanggihan *Organware*

No	Kriteria Spesifik	Skor
1	Kemampuan perusahaan untuk meningkatkan produktivitasnya (sangat tinggi:10, sangat rendah:0)	7
2	Otonomi perusahaan (otonomi penuh:10, adanya kontrol dari pihak lain:0)	9
3	Kemampuan perusahaan menciptakan lingkungan yang kondusif untuk perbaikan (sangat tinggi:10, sangat rendah:0)	8
4	Kemampuan perusahaan membina hubungan dengan pelanggan (sangat tinggi:10, sangat rendah:0)	10
5	Visi dan misi perusahaan (berorientasi masa depan:10, belum berorientasi masa depan:0)	10
6	Kemampuan perusahaan bekerja sama dengan pemasok/supplier (sangat tinggi:10, sangat rendah:0)	7

Sumber: Pengumpulan dan Pengolahan Data

3.3. Perhitungan *Rating* Kecanggihan

3.3.1. Perhitungan *Rating* Kecanggihan *Technoware*

Perhitungan rating kecanggihan *technoware* dihitung dengan rumus:

$$ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_k t_{ik}}{k_t} \right] \quad k = 1, 2, \dots, k_t \dots\dots(1)$$

Keterangan:

ST_i : *Rating* kecanggihan

t_{ik} : Skor *technoware* pada *item* ke-k

k_t : Jumlah total kriteria *technoware*

$$ST_i = \frac{1}{10} \left[\frac{4 \times 9}{4} \right] \quad k = 1, 2, \dots, k_t \dots\dots(2)$$

Hasil perhitungan rating kecanggihan *technoware* dapat dilihat pada Tabel 7 berikut:

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan *Rating* Kecanggihan *Technoware*

No	Kriteria Spesifik	Skor	Rata Rata	Rating
1	Pencampuran	9		0,90
2	Pemasakan	10		1
3	<i>Material handling</i> (pemindahan bahan)	10		1
4	Perawatan mesin	7		0,70

Sumber: Pengolahan Data

3.3.2. Perhitungan *Rating* Kecanggihan *Humanware*

Perhitungan rating kecanggihan *humanware* dihitung dengan rumus:

$$SH_j = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_i h_{ij}}{I_h} \right] \quad I = 1, 2, \dots, I_h \dots\dots(3)$$

Keterangan:

SH_j : *Rating* kecanggihan

h_{ij} : Skor *humanware* pada *item* ke-j

i_h : Jumlah total kriteria *humanware*

$$SH_j = \frac{1}{10} \left[\frac{12 \times 9}{12} \right] \quad I = 1, 2, \dots, I_h \dots\dots(4)$$

Hasil perhitungan *rating* kecanggihan *humanware* dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Rekapitulasi Perhitungan *Rating* Kecanggihan *Humanware*

No	Sub Komponen <i>Humanware</i>	Skor	Rata-rata	Rating
Manager atau eksekutif				
1	Kemampuan mengatasi masalah berhubungan dengan perusahaan.	9		
2	Kemampuan <i>me-manage</i> seluruh tenaga kerja.	9	9,5	0,95
3	Kemampuan dalam memimpin.	10		

4	Kemampuan dalam mengambil keputusan.	10		
Kepala produksi				
1	Kemampuan mengerti dan melaksanakan tugas.	10		
2	Kemampuan disiplin dan tanggung jawab.	8		
3	Kemampuan berkreasi dan berinovasi dalam memecahkan persoalan, seperti memodifikasi atau mengatasi kerusakan mesin.	7	8,75	0,87
4	Kemampuan bekerja sama dengan baik.	10		
Pegawai/ Karyawan				
1	Pemanfaatan kapasitas yang efektif untuk kepentingan perusahaan	8		
2	Pemanfaatan sumber daya yang efektif dalam kegiatan produksi	7	7,5	0,75
Pekerja lapangan atau buruh				
1	Persentase target yang telah ditetapkan.	9		
2	Penyelesaian pekerjaan yang telah ditetapkan oleh perusahaan.	9	9	0,90

3.3.3. Perhitungan *Rating* Kecanggihan *Infoware*
 Perhitungan *rating* kecanggihan *infoware* dihitung dengan rumus:

$$SI = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_m f_m}{m_f} \right] \quad m = 1,2, \dots, m_f \dots\dots(5)$$

Keterangan:
 SI : *Rating* kecanggihan
 f_m : Skor *infoware* pada *item* ke-m
 m_f : Jumlah total kriteria *infoware*

$$SI = \frac{1}{10} \left[\frac{5 \times 5}{5} \right] \quad m = 1,2, \dots, m_f \dots\dots(6)$$

Hasil perhitungan *rating* kecanggihan *infoware* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi Perhitungan *Rating* Kecanggihan *Infoware*

No	Kriteria Spesifik	Skor	Rata	
			-	<i>Rating</i> rata
1	Penyimpanan data-data perusahaan	5		
2	Jaringan informasi perusahaan	5		
3	Fasilitas komputer dalam proses produksi	5		
4	Adanya prosedur yang memudahkan komunikasi antara seluruh anggota perusahaan	5	5	0,50
5	Kemampuan sistem informasi perusahaan dalam mendukung aktivitas perusahaan	5		

3.3.4. Perhitungan *Rating* Kecanggihan *Organware*

Perhitungan *rating* kecanggihan *organware* dihitung dengan rumus:

$$SO = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum_n O_n}{n_o} \right] \quad n = 1,2, \dots, n_o \dots\dots(7)$$

Keterangan:

SO : *Rating* kecanggihan
 O_n : Skor *organware* pada *item* ke-n
 n_o : Jumlah total kriteria *organware*

$$SO = \frac{1}{10} \left[\frac{6 \times 7}{6} \right] \quad n = 1,2, \dots, n_o \dots\dots(8)$$

Hasil perhitungan *rating* kecanggihan *organware* dapat dilihat pada Tabel 10 berikut:

Tabel 10. Rekapitulasi Perhitungan *Rating* Kecanggihan *Organware*

No	Kriteria Spesifik	Skor	Rat	
			a-	<i>Ratin</i> g
			rata	
1	Kemampuan perusahaan untuk meningkatkan produktivitasnya	7	8,5	0,85
2	Otonomi perusahaan	9		

3	Kemampuan perusahaan menciptakan lingkungan yang kondusif untuk perbaikan	8
4	Kemampuan perusahaan membina hubungan dengan pelanggan	10
5	Visi dan misi perusahaan	10
6	Kemampuan perusahaan bekerja sama dengan pemasok/supplier	7

3.4. Perhitungan Kontribusi Kriteria Spesifik

Kontribusi kriteria spesifik teknologi ditentukan dengan menggunakan nilai-nilai yang telah diperoleh dari batasan sofistikasi teknologi dan *rating* kecanggihan dengan rumus sebagai berikut:

1. Perhitungan kontribusi *technoware*:

$$T_i = \frac{1}{9} [LT_i + ST_i(UT_i - LT_i)] \dots\dots(9)$$

Keterangan :

- UT_i = Batas atas sofistikasi *technoware*
- LT_i = Batas bawah sofistikasi *technoware*
- ST_i = *Rating* kecanggihan *technoware*
- T_i = Kontribusi *technoware*

Perhitungan kontribusi kriteria spesifik bagian pencampuran yaitu:

$$T_i = \frac{1}{9} [3 + 0.90(5 - 3)]$$

$$= 0,53$$

Untuk perhitungan kontribusi kriteria spesifik *technoware* dapat dilihat pada Tabel 11.

2. Perhitungan kontribusi *humanware*:

$$H_j = \frac{1}{9} [LH_j + SH_j(UH_j - LH_j)] \dots\dots(10)$$

Keterangan :

- UH_j = Batas atas sofistikasi *humanware*
- LH_j = Batas bawah sofistikasi *humanware*
- SH_j = *Rating* kecanggihan *humanware*
- H_j = Kontribusi *humanware*

Perhitungan kontribusi kriteria spesifik bagian *manager* yaitu

$$H_j = \frac{1}{9} [6 + 1(8 - 6)]$$

$$= 0.78$$

Untuk perhitungan kontribusi kriteria spesifik *humanware* dapat dilihat pada Tabel 11.

3. Perhitungan kontribusi *infoware*:

$$I = \frac{1}{9} [LI + SI(UI - LI)] \dots\dots(11)$$

Keterangan :

- UI = Batas atas sofistikasi *infoware*
- LI = Batas bawah sofistikasi *infoware*
- SI = *Rating* kecanggihan *infoware*
- I = Kontribusi *infoware*

Perhitungan kontribusi kriteria spesifik pengolahan system informasi yaitu:

$$I = \frac{1}{9} [3 + 0,50(5 - 3)]$$

$$= 0,44$$

Untuk perhitungan kontribusi kriteria spesifik *infoware* dapat dilihat pada Tabel 11.

4. Perhitungan kontribusi *organware*:

$$O = \frac{1}{9} [LO + SO(UO - LO)] \dots\dots(12)$$

Keterangan :

- UO = Batas atas sofistikasi *organware*
- LO = Batas bawah sofistikasi *organware*
- SO = *Rating* kecanggihan *organware*
- O = Kontribusi *organware*

Perhitungan kontribusi spesifik pemantapan kerangka kerja perusahaan yaitu:

$$O = \frac{1}{9} [4 + 0.85(6 - 4)]$$

$$= 0.63$$

Untuk perhitungan kontribusi kriteria spesifik *organware* dapat dilihat pada Tabel 11 berikut:

Tabel 11. Perhitungan Kontribusi Kriteria Spesifik Teknologi

No	Komponen Spesifik Teknologi	Tingkat		Rat ing	Kont ribus
		Batas	Batas		
<i>Technoware</i>					
1	Pencampuran	3	5	0,9	0,53
2	Pemasakan	5	7	1	0.78

3	Material handling	5	7	1	0.78
4	Perawatan mesin	1	3	0,7	0.27
Humanware					
1	Manager atau	6	8	0,9	0.88
2	Kepala Produksi	5	7	0,8	0.75
3	Pegawai/	4	6	0,7	0.61
4	Pekerja lapangan	1	3	0,9	0.31
Infoware					
1	Pengolahan sistem	3	5	0,5	0.44
Organware					
1	Pemantapan	4	6	0,8	0.63

Sumber: Pengolahan Data

3.5. Perhitungan Kontribusi Komponen

Nilai kontribusi komponen diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kontribusi Komponen} = \Sigma \text{Kontribusi Kriteria Spesifik} \times \text{Bobot}$$

Nilai dari bobot untuk masing-masing komponen teknologi bergantung pada banyaknya komponen spesifik yang dimilikinya. Nilai bobot masing-masing komponen yaitu sebagai berikut:

1. *Technoware* = $1/4 = 0,25$
2. *Humanware* = $1/4 = 0,25$
3. *Infoware* = $1/1 = 1$
4. *Organware* = $1/1 = 1$

Untuk contoh perhitungan kontribusi komponen *technoware* yaitu:
 $0.53 \times 0.25 = 0.59$

Hasil perhitungan kontribusi komponen dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Perhitungan Kontribusi Komponen Teknologi

No	Komponen Spesifik Teknologi	Kontribusi Kriteria	Bobot	Kontribusi Komponen
Technoware				
1	Pencampuran	0,53	0,25	0,59
2	Pemasakan	0,78	0,25	
3	Material handling	0,78	0,25	
4	Perawatan mesin	0,27	0,25	
Humanware				
1	Manager atau Eksekutif	0,95	0,25	0,70
2	Kepala Produksi	0,87	0,25	

3	Pegawai/ Karyawan	0,75	0,25	
4	Pekerja lapangan atau	0,90	0,25	
Infoware				
1	Pengolahan sistem	0,44	1	0,43
Organware				
1	Pemantapan kerangka	0,63	1	0,64
Jumlah				2,53

Sumber: Pengolahan Data

3.6. Perhitungan Intensitas Kontribusi Teknologi

Penghitungan intensitas kontribusi komponen dilakukan untuk menentukan komponen teknologi yang menjadi prioritas bagi perusahaan. Intensitas kontribusi komponen memperlihatkan perbandingan kontribusi antara suatu komponen dengan komponen lainnya. Untuk menghitung intensitas kontribusi teknologi diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$\text{Intensitas Kontribusi Teknologi} = \frac{\text{Kontribusi Komponen}}{\text{Jumlah Kontribusi Komponen}} \dots (13)$$

Perhitungan intensitas kontribusi komponen pada *technoware* adalah

$$\text{Intensitas Kontribusi Teknologi} = \frac{0,59}{2,53} = 0,23$$

Untuk perhitungan intensitas kontribusi teknologi lainnya dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Perhitungan Intensitas Kontribusi Komponen Teknologi

Komponen Teknologi	Kontribusi Komponen	Intensitas Kontribusi Komponen
<i>Technoware</i>	0,59	$0,59/2,53 =$
<i>Humanware</i>	0,70	$0,70/2,53 =$
<i>Infoware</i>	0,43	$0,43/2,53 =$
<i>Organware</i>	0,64	$0,64/2,53 =$
Jumlah	2,53	1,00

Sumber: Pengolahan Data

3.7. Perhitungan Intensitas Kontribusi Teknologi

Perhitungan TCC (*Technology Contribution Coefficient*) dilakukan untuk mengetahui koefisien kontribusi teknologi pada industri yang diuji [15]. Rumus TCC yaitu sebagai berikut :

$$TCC = T^{BT} \times H^{BH} \times I^{BI} \times O^{BO}$$

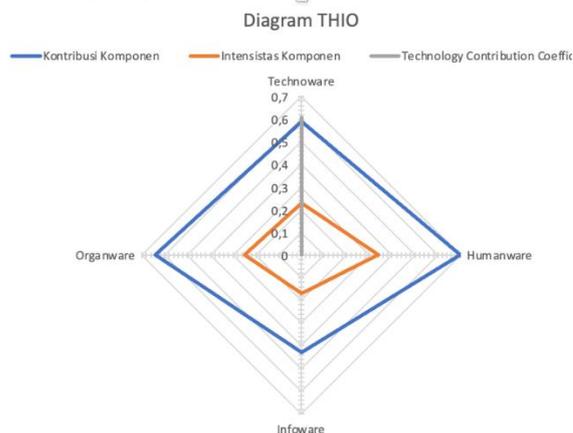
Rekapitulasi perhitungan TCC untuk tiap-tiap kontribusi komponen teknologi dapat dilihat seperti pada Tabel 14 berikut:

Tabel 14. Technology Contribution Coefficient pada PT XYZ

Komponen Teknologi	Kontribusi Komponen	Intensitas Kontribusi Komponen	TC C
<i>Technoware</i>	0,59	0.23	0,61
<i>Humanware</i>	0,70	0.34	
<i>Infoware</i>	0,43	0.17	
<i>Organware</i>	0,64	0.25	
Jumlah	2,53	1,00	

Sumber: Pengolahan Data

Diagram THIO (*Technoware*, *Humanware*, *Infoware* dan *Organware*) dapat menunjukkan kontribusi teknologi yang ada pada perusahaan. Diagram THIO dapat dilihat seperti pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram THIO

Komponen infoware merupakan kelemahan dalam perusahaan. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan masih menghitung pengoprasian mesin secara manual, perawatan mesin, kapasitas mesin, keadaan mesin sedang berjalan, jumlahnya yang akan diproduksi dan jumlahnya permintaan bulanan bahkan instruksi keselamatan. Komponen technoware, humanware, organware memiliki kontribusi terbesar untuk perusahaan. Dilihat dari

tingkat lanjut sistem permesinan, pekerja yang baik dan baik metode kerja.

Intensitas teknologi kontribusi komponen menunjukkan rasio kontribusi komponen teknologi dengan komponen lainnya. Komponen intensitas humanware dan organware memiliki kontribusi terbesar. Terbesar berikutnya komponen dengan intensitas yaitu komponen technoware. Sementara infoware komponen memiliki intensitas yang paling rendah.

Perusahaan memiliki TCC sebesar 0,61. Ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi umum di perusahaan telah mencapai 61%. Perusahaan masih membutuhkan perbaikan meningkatkan pemanfaatan teknologi yang pada akhirnya akan berdampak pada perusahaan produktifitas.

3.8. Analisis dan Evaluasi

Komponen *infoware* merupakan kelemahan pada PT XYZ. Hal ini ditunjukkan bahwa perusahaan masih secara manual dalam menghitung pengoperasian mesin, perawatan mesin, kapasitas mesin, keadaan mesin yang sedang berjalan, jumlah yang akan diproduksi dan jumlah permintaan bulanan bahkan instruksi keselamatan kerja.

Komponen *technoware*, *humanware*, *organware* memiliki kontribusi terbesar pada PT XYZ. Terlihat dari system permesinan yang canggih, para pekerja yang baik, dan metode kerja yang baik.

PT XYZ memiliki TTC sebesar 0,61. Hal ini mengindikasikan bahwa pemanfaatan teknologi secara umum pada perusahaan tersebut baru mencapai 61%. Perusahaan masih membutuhkan perbaikan untuk meningkatkan pemanfaatannya yang pada akhirnya akan berdampak pada produktivitas perusahaan

4. KESIMPULAN

Kontribusi dari masing-masing komponen yaitu: komponen *technoware* sebesar 0,59, komponen *humanware* sebesar 0,70, komponen *infoware* sebesar 0,43 dan komponen *organware* sebesar 0,64. *Technology Contribution Coefficient* (TCC) perusahaan mencapai 0,61. Artinya perusahaan masih sangat membutuhkan perbaikan di bidang teknologi. Intensitas kontribusi komponen teknologi perusahaan hampir berimbang pada keempat aspek. Namun prioritas perbaikan tertuju pada aspek dengan intensitas terkecil yaitu *infoware*.

Bagi saran penelitian, diharapkan penelitian berikutnya dapat dilanjutkan kebagian produktivitas dan perhitungan waktu baku kerja dalam proses produksi

aspal agar dapat mengetahui peningkatan waktu yang lebih spesifik dan bagi perusahaan perlu melakukan pengukuran kontribusi teknologi secara berkala untuk mengetahui secara jelas peningkatan komponen teknologi di perusahaan dari waktu ke waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. A. Putera, "Pengendalian Persediaan Beras Menggunakan Pendekatan Sistem Dinamis Di Perum Bulog Divre Sumut," *Post Graduate Tesis*. Universitas Sumatera Utara, Medan, pp. 1–80, 2021. [Online]. Available: <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/47744>
- [2] M. Wang, C. Wang, S. Huang, and H. Yuan, "Study on asphalt volatile organic compounds emission reduction: A state-of-the-art review," *J. Clean. Prod.*, vol. 318, no. August, p. 128596, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.128596.
- [3] N. Li *et al.*, "Comparative Assessment of Asphalt Volatile Organic Compounds Emission from field to laboratory," *J. Clean. Prod.*, vol. 278, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123479.
- [4] D. A. Putera, R. Oktavia Puspita Rini, T. Mulyadi, A. A. Dermawan, and W. Ilham, "Penerapan Prinsip Anthropometri Dan Qfd Untuk Redesain Alat Bantu Pengait Tong Aspal," *Sigma Tek.*, vol. 5, no. 2, pp. 224–232, 2022, doi: 10.33373/sigmateknika.v5i2.4565.
- [5] J. A. Scherocman, "Factors Affecting Compaction of Asphalt Pavements," *Factors Affect. Compact. Asph. Pavements*, no. September, 2006, doi: 10.17226/23282.
- [6] G. Boczkaj, A. Przyjazny, and M. Kamiński, "Characteristics of volatile organic compounds emission profiles from hot road bitumens," *Chemosphere*, vol. 107, pp. 23–30, 2014, doi: 10.1016/j.chemosphere.2014.02.070.
- [7] D. Banta, "What is technology assessment?," *Int. J. Technol. Assess. Health Care*, vol. 25, no. SUPPL.S1, pp. 7–9, 2009, doi: 10.1017/S0266462309090333.
- [8] D. Palka, J. Brodny, T. Rızaoğlu, U. Bağci, and J. Maščenik, "Literature Research in the Field of Technology Assessment Using a Tool of a Systematic Literature Review," *Multidiscip. Asp. Prod. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 109–115, 2018, doi: 10.2478/mape-2018-0015.
- [9] T. A. Tran and T. Daim, "A taxonomic review of methods and tools applied in technology assessment," *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 75, no. 9, pp. 1396–1405, 2008, doi: 10.1016/j.techfore.2008.04.004.
- [10] M. Coccia, "Technometrics: Origins, historical evolution and new directions," *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 72, no. 8, pp. 944–979, 2005, doi: 10.1016/j.techfore.2005.05.011.
- [11] A. A. Rumanti and V. Hadisurya, "Analysis of Innovation based on Technometric Model to Predict Technology Life Cycle in Indonesian SME," *Int. J. Innov. Enterp. Syst.*, vol. 1, no. 01, pp. 29–36, 2017, doi: 10.25124/ijies.v1i01.7.
- [12] A. A. Dermawan, A. E. Ridha, and D. A. Putera, "Analisis Angka Kecelakaan Kerja Dengan Metode Statistik Kecelakaan Kerja Di PT. XYZ," *JATI UNIK J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 5, no. 2, p. 125, 2022, doi: 10.30737/jatiunik.v5i2.2450.
- [13] D. A. Putera *et al.*, "SOSIALISASI BUSINESS MODEL CANVAS TERHADAP PELAKU USAHA," *J-PIS J. Pengabd. Ibnu Sina*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2023.
- [14] D. A. Putera, A. A. Dermawan, W. Ilham, and R. O. P. Rini, "PENGUKURAN KINERJA PERUSAHAAN DENGAN OBJECTIVE MATRIX (OMAX) PADA PT.XYZ," *J. Manaj. Rekayasa dan Inov. Bisnis*, vol. 1, no. 1, pp. 21–33, 2022.
- [15] T. Pujiyanto, R. A. S. Hasbullah, and I. Ardiansah, "Penilaian Kontribusi Komponen Teknologi dalam Aktivitas Produksi di PT Z Menggunakan Metode Teknometrik," *J. Teknol. dan Manaj. Agroindustri*, vol. 6, no. 3, pp. 133–144, 2017, [Online]. Available: <https://industria.ub.ac.id/index.php/industri/article/view/304%0Ahttps://industria.ub.ac.id/index.php/industri/article/viewFile/304/379>