

Penilaian Teknologi Menggunakan Metode Teknometrik pada Industri Pengolahan Pangan

Diza Nurrizki¹, Alvinia Shafira¹, Azarine Faustina Aurellia¹, Iwan I. Wiratmadja¹

¹⁾ Teknik dan Manajemen Industri, FTI ITB Jl. Tamansari 64, Kode Pos 40132, Indonesia

ABSTRAK

Di era perdagangan yang berkembang cepat, teknologi menjadi kunci kesuksesan sebagai keunggulan kompetitif. Peningkatan kemampuan teknologi menjadi fondasi bagi peningkatan kinerja bisnis. Namun, usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) sering kali dihadapkan dengan tantangan berupa keterbatasan pengetahuan mengenai pemilihan teknologi yang mendukung strategi korporasi yang telah diformulasikan. Industri pengolahan pangan harus memenuhi persyaratan keamanan dan kualitas produknya agar dapat bersaing dalam pasar yang dinamis. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis penilaian teknologi dan memformulasikan strategi teknologi yang efektif untuk menunjang pengembangan UMKM X. Metode teknometrik digunakan untuk menilai tingkat kecanggihan masing-masing komponen teknologi yang terdiri dari technoware, humanware, infoware, dan orgaware. Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan benchmarking untuk mengidentifikasi kesenjangan teknologi dengan mengidentifikasi pola perkembangan teknologi untuk kemudian dirumuskan strategi teknologi yang tepat bagi UMKM menggunakan matriks Sethi. Hasil diperoleh nilai Technology Contribution Coefficient (TCC) sebesar 0.478. Nilai tingkat sophistikasi komponen technoware sebesar 0.297, humanware sebesar 0.533, infoware sebesar 0.315, dan orgaware sebesar 0.531. Saat dilakukan benchmarking, UMKM X berada di bawah teknologi pesaingnya dari keseluruhan komponen dengan pola perkembangan teknologi follower. Hasil formulasi strategi teknologi Sethi, UMKM X berada pada kuadran Draw.

Kata kunci: teknologi, penilaian teknologi, strategi teknologi, UMKM, teknometrik

ABSTRACT

In the era of fast-growing commerce, technology is the key to success as a competitive advantage. Improving technological capabilities is the foundation for improving business performance. However, micro, small and medium enterprises (MSMEs) are often faced with the challenge of limited knowledge regarding the selection of technology that supports the formulated corporate strategy. The food processing industry must meet the safety and quality requirements of its products in order to compete in a dynamic market. The purpose of this study is to analyze technology assessment and formulate an effective technology strategy to support the development of UMKM X. The technometric method is used to assess the level of sophistication of each technology component consisting of technoware, humanware, infoware, and orgaware. Based on these results, benchmarking is carried out to identify technology gaps by identifying patterns of technological development and then formulating appropriate technology strategies for MSMEs using the Sethi matrix. The results obtained the Technology Contribution Coefficient (TCC) value of 0.478. The sophistication level value of the technoware component is 0.297, humanware is 0.533, infoware is 0.315, and orgaware is 0.531. When benchmarking, UMKM X is below its competitors' technology from all components with a follower technology development pattern. The results of Sethi's technology strategy formulation, UMKM X is in the Draw quadrant.

Keywords: technology, technology assessment, technology strategy, MSMEs, technometrics

1. Pendahuluan

Perkembangan industri saat ini terus meningkat, terutama dengan pertumbuhan yang signifikan dari usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM). UMKM dianggap sebagai pemain yang sangat fleksibel dalam mengisi celah pasar yang ada, dan bahkan dinilai lebih kompetitif dibandingkan dengan perusahaan besar (Sumanto & Montororing, 2021). Selain itu, dalam situasi krisis ekonomi, UMKM cenderung lebih tahan dan mampu bertahan dalam menghadapi tantangan ekonomi (Husairi, 2022). Peningkatan yang signifikan dalam pengembangan teknologi telah memainkan peran kunci dalam memfasilitasi pertumbuhan UMKM, dengan memungkinkan akses yang lebih luas ke pasar global dan alat-alat bisnis digital yang lebih terjangkau.

*Email corresponding author: 23422016@mahasiswa.itb.ac.id

Di tengah persaingan global yang semakin ketat, UMKM perlu meningkatkan daya saing mereka agar dapat mempertahankan eksistensi mereka di pasar. Untuk mencapai hal ini, UMKM harus memiliki pemahaman yang baik tentang kekuatan dan kelemahan mereka terkait dengan produk dan proses bisnis mereka dalam konteks bisnis saat ini. Di era perdagangan yang berkembang pesat, teknologi memainkan peran kunci dalam menentukan kesuksesan bisnis (Istikowati, 2022). Oleh karena itu, investasi dalam teknologi menjadi salah satu faktor utama yang dapat memberikan keunggulan kompetitif kepada UMKM. Meningkatkan kemampuan teknologi adalah langkah dasar dalam upaya perbaikan kinerja bisnis.

UMKM X, sebuah produsen tahu di Sentra Industri Tahu Cibuntu, Bandung, adalah contoh nyata bagaimana penerapan teknologi dan inovasi dalam proses bisnis dapat membantu UMKM untuk tumbuh dan sukses. Usaha ini didirikan pada tahun 1999 oleh Muhammad Zamaluddin dan istri. UMKM X menghasilkan berbagai variasi produk tahu, termasuk tahu sutra, tahu susu, tahu keju, dan bahkan tahu cabai yang diproduksi sesuai permintaan (*make to order*). Mereka merupakan pelopor dalam memproduksi tahu sutra dan tahu susu di Indonesia. Produk-produk mereka telah tersebar ke berbagai pedagang sayur dan pedagang tahu keliling di Jawa Barat, dan mereka bahkan telah melakukan pengiriman produk ke Jawa Tengah dan Sumatera Selatan. Namun, berdasarkan wawancara dengan pemilik UMKM X, meskipun mereka telah mencapai banyak prestasi, mereka tetap dihadapkan pada tantangan fasilitas, kompetensi, sistem informasi, dan pengelolaan organisasi. Tantangan-tantangan ini harus dianalisis secara cermat untuk mengembangkan strategi teknologi yang tepat guna memberikan fokus yang benar kepada UMKM X dalam menjalankan bisnisnya, terutama untuk 5 tahun ke depan. Penting juga untuk mempertimbangkan infrastruktur teknologi yang mendukung pelaksanaan strategi-strategi baru ini.

Dalam model yang dikembangkan oleh UNESCAP (1989) terdapat empat komponen teknologi, yaitu *technoware*, *humanware*, *infoware* dan *orgaware* (THIO) dalam sebuah teknologi yang akan memberikan pengaruh terhadap kemampuan keseluruhan dalam produksi (Istikowati, 2022). Penelitian mengenai penilaian teknologi menggunakan metode teknometrik sudah banyak dilakukan (Lasalewo, 2012; Musoffan & Syarif, 2021; Aji & Wahyuni, 2022; Istikowati, 2022). Wiratmadja (2023) merumuskan strategi teknologi dengan mengidentifikasi pola perkembangan teknologi untuk mengetahui apakah UMKM sebagai *technology extender*, *exploiter*, *follower*, atau *leader*. Selain itu, perumusan strategi teknologi dapat dilakukan menggunakan matriks pemilihan Sethi dkk. (1985) dengan mengidentifikasi posisi teknologi relatif dan peran teknologi dalam konteks posisi daya saing. Berdasarkan studi literatur tersebut, belum ada penelitian yang menghubungkan perumusan strategi teknologi menggunakan penilaian teknometrik, identifikasi pola perkembangan teknologi, dan matriks Sethi dkk. (1985). Objek studi belum memiliki strategi pemilihan teknologi yang tepat untuk mendukung strategi korporasi yang telah diformulasikan. Untuk itu, perlu diketahui bagaimana posisi teknologi perusahaan. Penilaian teknologi ini akan membantu UMKM X untuk menentukan sejauh mana teknologi saat ini sesuai dengan strategi korporasi yang telah diformulasikan dan apakah ada perluasan atau perubahan teknologi yang diperlukan untuk mencapai tujuan bisnis dengan lebih efektif.

2. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka dilakukan untuk mendukung penyelesaian masalah terkait perumusan strategi teknologi pada objek penelitian.

2.1 Identifikasi Kebutuhan Teknologi

Dalam melakukan perumusan strategi teknologi diperlukan analisis komponen teknologi yang terdapat pada perusahaan. Menurut UNESCAP (1989), teknologi sebagai kombinasi dari 4 (empat) komponen dasar yang saling berinteraksi satu dengan yang lainnya dalam suatu proses transformasi. Komponen-komponen tersebut adalah *Technoware*, *Humanware*, *Infoware* dan *Orgaware* (THIO). Keempat komponen teknologi tersebut saling melengkapi dan diperlukan secara simultan.

- 1) *Technoware*
Technoware merupakan inti dari setiap sistem transformasi berupa fasilitas rekayasa yang meliputi peralatan, perlengkapan, mesin-mesin, sarana transportasi, serta infrastruktur fisik lainnya. *Technoware* memerlukan *humanware* dengan kapabilitas tertentu.
- 2) *Humanware*
Humanware berupa kemampuan yang harus ditingkatkan secara bertahap dari operasi ke peningkatan *Technoware*. Kemampuan ini meliputi pengetahuan, keterampilan, kebijakan, kreativitas, dan pengalaman.
- 3) *Infoware*
Infoware berupa fakta/informasi yang merupakan akumulasi pengetahuan yang harus diperbarui. *Infoware* berkaitan dengan proses prosedur, teknik, metoda, teori, spesifikasi, pengamatan dan linkages.
- 4) *Orgaware*

Orgaware berupa framework yang mengkoordinasikan Infoware, Humanware, dan Technoware dalam proses transformasi secara efektif. Orgaware mencakup praktik manajemen dan pengaturan organisasional.

2.2 Asesmen Tingkat Sophistikasi Komponen Teknologi (THIO)

Teknometrik merupakan aspek-aspek dalam penilaian teknologi. Model teknometrik merupakan suatu model yang berusaha mengukur kontribusi dari keempat komponen teknologi secara bersamaan terhadap kecanggihan teknologi secara keseluruhan (UNESCAP, 1989). Penilaian tingkat kecanggihan komponen teknologi dapat membantu perusahaan dengan memberikan kesenjangan antara perusahaan yang sudah ada dengan perusahaan yang memiliki teknologi tercanggih (Aji & Wahyuni, 2022). Berikut merupakan bentuk model teknometrik yang dinamakan *Technology Contribution Coefficient* (TCC) (UNESCAP, 1989):

$$TCC = T^{\beta_t} \times H^{\beta_h} \times I^{\beta_i} \times O^{\beta_o} \quad (1)$$

Keterangan:

- T = Kontribusi *technoware* terhadap kecanggihan teknologi
- H = Kontribusi *humanware* terhadap kecanggihan teknologi
- I = Kontribusi *infoware* terhadap kecanggihan teknologi
- O = Kontribusi *orgaware* terhadap kecanggihan teknologi
- β = Intensitas kontribusi dari masing-masing komponen terhadap koefisien TCC

Berikut merupakan langkah-langkah dalam mengevaluasi TCC (UNESCAP, 1989):

1. Estimasi derajat kecanggihan komponen teknologi
 - a. Mengecek keempat komponen teknologi secara kualitatif dan mengumpulkan semua informasi relevan.
 - b. Mengidentifikasi semua poin utama THIO.
 - c. Menentukan batas bawah dan batas atas.

2. Penilaian *state of the art*

State of the art merupakan tingkat kompleksitas dari masing-masing komponen teknologi.

- a. Menggunakan kriteria umum yang disarankan untuk setiap komponen teknologi.
- b. Setiap kriteria diberi skor antara 0 - 10 dimana 0 menandakan spesifikasi terendah, sedangkan 10 spesifikasi terbaik.

State of the art pemeringkatan setiap komponen dapat ditunjukkan dengan rumus:

- *State of the art* pemeringkatan *technoware* item i

$$STi = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum tik}{kt} \right] \quad k = 1, 2, \dots, kt \quad (2)$$

tik = skor kriteria k untuk item *Technoware* i

- *State of the art* pemeringkatan *humanware* item j

$$SHj = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum hij}{lh} \right] \quad l = 1, 2, \dots, lh \quad (3)$$

hij = skor kriteria i untuk kategori *humanware* j

- *State of the art* pemeringkatan *infoware* item m

$$SI = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum fm}{mf} \right] \quad m = 1, 2, \dots, mf \quad (4)$$

fm = kriteria m untuk *Infoware* pada *firm level*

- *State of the art* pemeringkatan *orgaware* item n

$$SO = \frac{1}{10} \left[\frac{\sum on}{no} \right] \quad n = 1, 2, \dots, no \quad (5)$$

on = skor kriteria n untuk *orgaware* pada *firm level*

3. Penentuan kontribusi komponen

Setelah mengetahui batas derajat dan peringkat kecanggihan, berikut merupakan formula untuk kontribusi komponen (UNESCAP, 1989):

$$Ti = \frac{1}{9} [LTi + STi(UTi - LTi)] \quad (6)$$

$$Hj = \frac{1}{9} [LHj + SHj(UHj - LHj)] \quad (7)$$

$$I = \frac{1}{9} [LI + SI(UI - LI)] \quad (8)$$

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

4. Pengkajian intensitas kontribusi komponen

Intensitas kontribusi komponen dicari menggunakan pendekatan matriks perbandingan berpasangan. Berikut merupakan langkah-langkahnya (UNESCAP, 1989):

- a. Mengurutkan keempat komponen teknologi secara hierarkis sesuai urutan kepentingan yang semakin meningkat. Nilai p yang sesuai dengan komponen, disusun dalam urutan kepentingan yang relatif sama.

- b. Kepentingan relatif dari nilai p pada tingkat tertentu dibandingkan dengan tingkat berikutnya. Perbandingan tersebut dilakukan dengan metode perbandingan berpasangan.
5. Perhitungan TCC

Technology Contribution Coefficient (TCC) menunjukkan kontribusi teknologi dari proses total transformasi terhadap *output* (UNESCAP, 1989). Dengan kata lain, TCC juga dapat diartikan sebagai *Technology Content Added* (TCA) per unit *output*. Berikut merupakan formula TCC (UNESCAP, 1989):

$$TCC = T^{\beta_t} \times H^{\beta_h} \times I^{\beta_i} \times O^{\beta_o} \quad (10)$$

Keterangan:

T = Kontribusi komponen *technoware*

H = Kontribusi komponen *humanware*

I = Kontribusi komponen *infoware*

O = Kontribusi komponen *orgaware*

β = Nilai intensitas kontribusi komponen

Kemudian nilai TCC akan dikategorikan sesuai dengan yang tertera pada Tabel 1. Nilai TCC ini kemudian menjadi *input* untuk melakukan identifikasi kesenjangan teknologi.

Tabel 1. Penilaian kualitatif berdasarkan selang TCC

Nilai TCC	Tingkat Klasifikasi
$0 < TCC \leq 0,1$	Sangat rendah
$0,1 < TCC \leq 0,3$	Rendah
$0,3 < TCC \leq 0,5$	Cukup
$0,5 < TCC \leq 0,7$	Baik
$0,7 < TCC \leq 0,9$	Sangat baik
$0,9 < TCC \leq 1,0$	Kecanggihan moderen

2.3 Identifikasi Kesenjangan Teknologi

Identifikasi kesenjangan teknologi digunakan untuk mengetahui posisi teknologi perusahaan dibandingkan dengan perusahaan sejenis yang memiliki teknologi yang lebih tinggi. Identifikasi ini digambarkan menggunakan diagram THIO yang merupakan representasi grafis dari kontribusi semua komponen teknologi (UNESCAP, 1989). Komponen teknologi dengan nilai kontribusi terendah merupakan komponen teknologi dengan prioritas perbaikan tertinggi dan sebaliknya. Komponen teknologi dengan intensitas kontribusi komponen tertinggi merupakan komponen teknologi yang menjadi perhatian untuk dikembangkan (Aji & Wahyuni, 2022).

2.4 Identifikasi Pola Perkembangan Teknologi

Pola perkembangan teknologi terdiri dari *technology extender*, *exploiter*, *follower*, dan *leader* (Wiratmadja, 2023) yang tercermin dalam nilai TCC dan kontribusi komponen. Berikut merupakan rincian masing-masing pola perkembangan teknologi.

a. *Technology Extender*

- Berkaitan dengan tahap turun pada daur hidup teknologi.
- Ekstensi nilai sisa dari teknologi usang (*obsolete*).
- Pemanfaatan kapasitas lebih dari produk dengan permintaan.

b. *Technology Exploiter*

- Berkaitan dengan tahap *mature* pada daur hidup teknologi.
- Eksploitasi penggunaan teknologi standar (utilitas penuh kapasitas terpasang untuk memenuhi permintaan pasar yang stabil).

c. *Technology Follower*

- Berkaitan dengan tahap tumbuh dari daur hidup teknologi
- Mengikuti penggunaan teknologi maju dengan melakukan adaptasi teknologi tersebut.
- Pengembangan kapasitas untuk memenuhi peningkatan permintaan untuk produk yang dihasilkan.

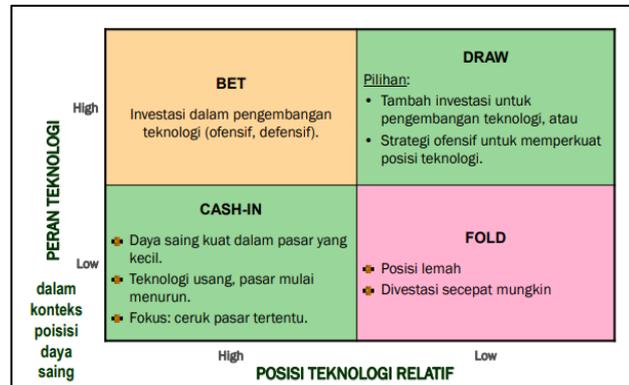
d. *Technology Leader*

- Berkaitan dengan tahap introduksi pada daur hidup teknologi.
- Memimpin dalam penggunaan teknologi mutakhir (*state-of-the-art technology*).
- Dihadapkan dengan penjualan terbatas dan *cashflow* negatif.

2.5 Perumusan Strategi Teknologi

Setelah dilakukan identifikasi pola perkembangan teknologi, kemudian merumuskan strategi teknologi menggunakan matriks pemilihan Sethi dkk. (1985). Matriks ini mengukur posisi teknologi relatif dengan peran teknologi dalam konteks posisi daya saing. Posisi teknologi relatif dilihat berdasarkan perbandingan kapabilitas

teknologi perusahaan terhadap pesaingnya. Peran teknologi merupakan bagaimana suatu teknologi dapat berkontribusi terhadap bisnis yang dijalankan. Posisi teknologi relatif terhadap perusahaan dapat diukur dari perbandingan kapabilitas teknologi perusahaan terhadap para kompetitor. Kapabilitas teknologi ini diperoleh dari hasil identifikasi kesenjangan teknologi terhadap pesaing. Terdapat empat kuadran dalam Matriks Sethi dkk. (1985) yang dapat dilihat pada Gambar 1.

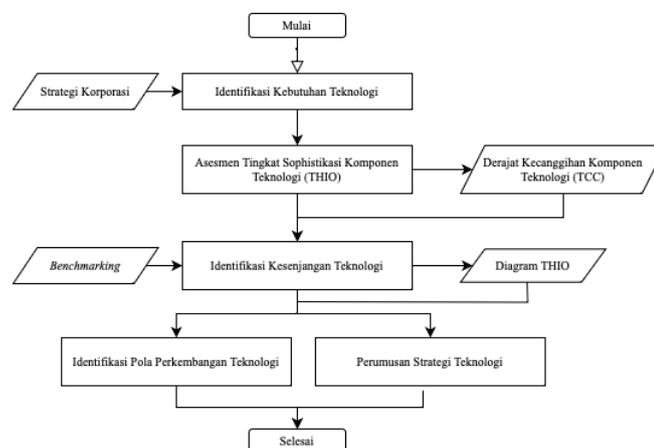


Gambar 1. Perumusan strategi teknologi (Sethi dkk., 1985, p. 96)

1. *Bet strategy*
Strategi *bet* dilakukan apabila peran teknologi tergolong tinggi dan posisi teknologi relatif tergolong tinggi. Strategi *bet* dilakukan dengan melakukan investasi dalam pengembangan teknologi.
2. *Draw strategy*
Strategi *draw* dilakukan apabila peran teknologi tergolong tinggi dan posisi teknologi relatif tergolong rendah. Strategi *draw* dilakukan dengan menambah investasi untuk pengembangan teknologi atau melakukan strategi ofensif, yaitu strategi untuk meraih pelanggan yang baru. Strategi ofensif dilakukan untuk mempersiapkan posisi teknologi.
3. *Cash in strategy*
Strategi *cash in* dilakukan apabila teknologi yang digunakan telah usang dan pasar mulai menurun. Strategi *cash in* dilakukan dengan berfokus pada *niche market* atau ceruk pasar yang sempit.
4. *Fold strategy*
Strategi *fold* dilakukan apabila peran teknologi tergolong rendah dan posisi teknologi relatif tergolong rendah. Dengan demikian, posisi organisasi telah lemah. Strategi *fold* dilakukan dengan melakukan divestasi atau pengurangan aset yang dimiliki oleh organisasi.

3. Metode Penelitian

Kerangka dasar dalam melakukan penilaian teknologi adalah strategi korporasi untuk menentukan arah dan prioritas untuk seluruh perusahaan, serta pengelolaan portofolio produknya (Wheelen dkk., 2018). Strategi korporasi yang telah ada akan menjadi acuan dalam memformulasikan strategi teknologi. Diagram alir pemecahan masalah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir pemecahan masalah

Analisis strategi teknologi dimulai dengan melakukan identifikasi kebutuhan teknologi. Identifikasi kebutuhan teknologi diperoleh berdasarkan hasil strategi korporasi yang sudah dilakukan pada Aurellia dkk. (2024). Selanjutnya menilai tingkat kecanggihan masing-masing komponen teknologi untuk menghasilkan *output* berupa nilai *Technology Contribution Coefficient* (TCC). Berdasarkan nilai TCC tersebut, dilakukan *benchmarking* dengan perusahaan sejenis yang memiliki teknologi lebih tinggi untuk mengidentifikasi kesenjangan teknologi menggunakan diagram THIO. Langkah selanjutnya melakukan identifikasi pola perkembangan teknologi, apakah UMKM sebagai *technology extender, exploiter, follower*, atau *leader*. Pola perkembangan teknologi menunjukkan kecenderungan UMKM untuk mengikuti perkembangan teknologi yang sudah ada, yang tercermin dalam nilai TCC dan kontribusi komponen. Langkah terakhir adalah merumuskan strategi teknologi berdasarkan matriks Sethi dkk. (1985) yang dilakukan melalui observasi dan wawancara pada *Three Level Characterization of Manufacturing System*.

4. Hasil dan Pembahasan

Langkah pertama dalam melakukan penilaian teknologi adalah mengidentifikasi komponen teknologi yang terdapat pada UMKM X. Dalam melakukan analisis strategi teknologi, perusahaan perlu mengetahui strategi korporasi yang dapat menunjang perkembangan usahanya. Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan formulasi strategi korporasi yang dimulai dengan identifikasi matriks TOWS. Hasil formulasi strategi korporasi yang telah diperoleh berdasarkan Aurellia, dkk. (2024) adalah strategi *product and technology development* dan strategi *market oriented*.

4.1 Penilaian Teknometrik

1. Estimasi derajat kecanggihan komponen teknologi

Langkah pertama yang dilakukan adalah mengestimasi derajat kecanggihan komponen teknologi yang dilakukan dengan mengamati komponen teknologi UMKM X secara kualitatif. Berdasarkan analisis yang dilakukan maka diperoleh batas bawah dan batas atas tingkat kecanggihan komponen teknologi UMKM X secara umum yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Estimasi derajat kecanggihan komponen teknologi secara umum

Komponen	Batas Bawah	Batas Atas
<i>Technoware</i>	1	7
<i>Humanware</i>	2	9
<i>Infoware</i>	2	4
<i>Orgaware</i>	2	6

2. Penilaian *state of the art*

Tahap ini merupakan penilaian *state of the art* dari komponen teknologi berdasarkan kriteria komponen yang sudah ditentukan.

Tabel 3. Penilaian *state of the art*

Komponen	<i>Average State of the Art Value</i>
<i>Technoware</i>	0,438
<i>Humanware</i>	0,578
<i>Infoware</i>	0,417
<i>Orgaware</i>	0,888

3. Penentuan kontribusi komponen

Setelah menghitung SOTA maka selanjutnya melakukan penentuan kontribusi setiap komponen teknologi yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Penentuan kontribusi komponen

Komponen	Nama	<i>Lower Limit</i>	<i>Upper Limit</i>	<i>SOTA Value</i>	Nilai Kontribusi	Rata-rata Bobot Komponen
<i>Technoware</i>	Wadah Penampung	1	3	0,500	0,222	0,297
	Mesin Penggiling	5	7	0,438	0,653	
	Saringan	1	3	0,438	0,208	
	Panci besar	1	3	0,344	0,188	
	Cetakan (Jirangan)	1	3	0,469	0,215	

Tabel 4. Penentuan kontribusi komponen (lanjutan)

Komponen	Nama	Lower Limit	Upper Limit	SOTA Value	Nilai Kontribusi	Rata-rata Bobot Komponen
<i>Humanware</i>	Melakukan produksi	2	4	0,389	0,309	0,533
	Melakukan pemasaran produk	5	7	0,278	0,617	
	Melayani konsumen	4	6	0,333	0,519	
	Melakukan inovasi produk	7	9	0,444	0,877	
	Melakukan <i>maintenance</i> mesin dan peralatan produksi	3	5	0,056	0,346	
<i>Infoware</i>	Laporan Keuangan	2	4	0,417	0,315	0,315
	Pencatatan Transaksi Penjualan	2	4	0,417	0,315	
<i>Orgaware</i>	Pasar	3	5	0,875	0,528	0,531
	Produksi	4	6	0,875	0,639	
	Tenaga Kerja	2	4	0,813	0,403	
	Finansial	2	4	0,938	0,431	
	Profitabilitas	4	6	0,938	0,653	

4. Pengkajian intensitas kontribusi komponen

Intensitas kontribusi tiap komponen dihitung menggunakan matriks perbandingan berpasangan.

Tabel 5. Matriks perbandingan berpasangan

	<i>Technoware</i>	<i>Humanware</i>	<i>Infoware</i>	<i>Orgaware</i>
<i>Technoware</i>	1	0,2	0,333	0,1667
<i>Humanware</i>	5	1	3	0,2
<i>Infoware</i>	3	0,333	1	0,33
<i>Orgaware</i>	6	5	3	1

Kemudian, hasil pada matriks perbandingan berpasangan dihitung dengan menggunakan rata-rata geometrik sehingga didapatkan nilai bobot kontribusi untuk komponen *technoware*, *humanware*, *infoware*, dan *orgaware* berturut-turut adalah sebesar 0,325; 1,316; 0,758; dan 3,080. Nilai bobot kontribusi tersebut masing-masing dibagi dengan total bobot kontribusi dan dihasilkan nilai intensitas kontribusi komponen sebagai berikut:

Tabel 6. Nilai intensitas kontribusi komponen

Komponen	Intensitas Kontribusi
<i>Technoware</i>	0,059
<i>Humanware</i>	0,240
<i>Infoware</i>	0,138
<i>Orgaware</i>	0,562

5. Perhitungan TCC

Berdasarkan hasil intensitas kontribusi komponen pada tabel di atas, dapat dilakukan perhitungan *Technology Contribution Coefficient* (TCC) yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 TCC &= T^{Ist} \times H^{Ish} \times I^{Isi} \times O^{Iso} \\
 &= 0,297^{0,059} \times 0,533^{0,240} \times 0,315^{0,138} \times 0,531^{0,562} \\
 &= 0,478
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan nilai *Technology Contribution Coefficient* (TCC) adalah sebesar 0,478 termasuk klasifikasi cukup. Nilai ini termasuk dalam level teknologi semi modern (Rumanti dkk., 2020). Kontribusi komponen yang paling tinggi pada UMKM X adalah *humanware* dengan nilai 0,533. Kemudian, kontribusi tersebut disusul oleh *orgaware* yang memiliki nilai tidak jauh berbeda, yaitu sebesar 0,531. Nilai TCC tersebut kemudian menjadi *input* untuk melakukan identifikasi kesenjangan teknologi.

1. *Technoware*

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai kontribusi komponen *technoware* UMKM X sebesar 0,297. Nilai kontribusi komponen *technoware* merupakan nilai kontribusi komponen terendah apabila dibandingkan dengan komponen lainnya. Hal ini dikarenakan UMKM X belum melakukan upaya untuk merancang proses bisnis dengan efektif menggunakan pemanfaatan teknologi.

2. *Humanware*

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai kontribusi komponen *humanware* UMKM X sebesar 0,533. Nilai ini merupakan nilai tertinggi dari seluruh komponen teknologi. Hal ini menunjukkan bahwa UMKM X sudah melakukan manajemen kegiatan dan sumber daya manusia dengan baik. Hal ini disebabkan karena jumlah sumber daya yang sedikit dan aktivitas yang dilakukan tidak kompleks, sehingga pengelolaannya lebih terkendali. Selain itu, aspek relasi merupakan keunggulan utama dalam UMKM X. Hal tersebut didukung oleh posisi pemilik sebagai ketua asosiasi di berbagai bidang, menyebabkan strategi pemasaran dapat dilakukan dengan lebih baik. Faktor lain yang mempengaruhi tingginya komponen *humanware* adalah inovasi produk yang dilakukan oleh pemilik UMKM hingga dikenal sebagai pelopor tahu sutra pertama.

3. *Infoware*

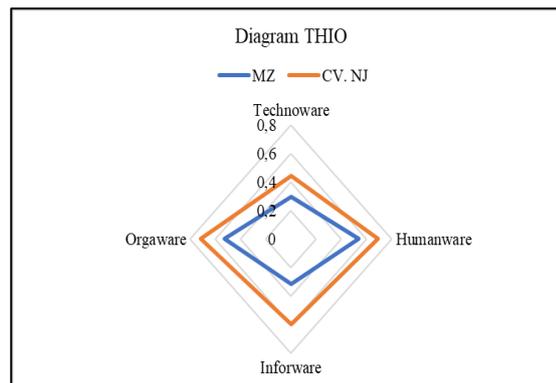
Berdasarkan hasil perhitungan, nilai kontribusi komponen *infoware* UMKM X sebesar 0,315. Nilai kontribusi ini merupakan nilai kedua terendah setelah *technoware*. Hal tersebut didasarkan karena UMKM X belum menggunakan sistem informasi dalam melakukan pencatatan baik laporan keuangan maupun transaksi penjualan sehingga jaringan dan bentang informasinya pun kecil.

4. *Orgaware*

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai kontribusi komponen *technoware* UMKM X sebesar 0,531. Nilai kontribusi ini merupakan nilai kedua tertinggi setelah *humanware*. Hal ini mengindikasikan UMKM X telah melakukan aktivitas di dalam organisasi dengan baik. Salah satu aspek yang menjadi kekuatan UMKM X adalah terciptanya rasa kekeluargaan yang timbul antara pekerja dan pemilik usaha. Hal tersebut mendukung terciptanya lingkungan kerja yang lebih kondusif sehingga pekerja dapat mengikuti arahan pemilik.

4.2 Identifikasi Kesenjangan Teknologi (Benchmarking THIO)

Untuk melakukan identifikasi kesenjangan teknologi, penulis menggunakan CV Y sebagai perusahaan *benchmark*. Berdasarkan hasil analisis *benchmarking* yang sudah dilakukan terhadap CV Y, diperoleh nilai perbandingan THIO antar produsen tahu.



Gambar 3. Identifikasi kesenjangan teknologi

Berdasarkan hasil pemetaan di atas, CV Y memiliki keunggulan pada masing-masing komponen yaitu *technoware*, *humanware*, *inforware*, dan *technoware*. Hal ini dikarenakan CV Y telah berdiri pada tahun 1980 apabila dibandingkan dengan UMKM X yang baru berdiri pada tahun 1999. Sehingga, selisih usia CV Y dengan UMKM X adalah 19 tahun. Hal ini memberikan pengaruh pada sophistikasi teknologi yang diterapkan oleh kedua produsen tahu. CV Y dapat dikatakan telah *established* pada komponen *technoware* karena telah memiliki pabrik dengan skala produksi yang cukup besar yaitu 3 ton per hari. Sementara itu, UMKM X memiliki pabrik dengan skala produksi menengah yaitu 300 kg per hari. Begitupun pada komponen *humanware*, CV Y memiliki kualitas sumber daya manusia yang lebih tinggi. Hal tersebut dikarenakan CV Y sudah menerapkan pembagian *jobdesk* yang dilakukan. Pada komponen *inforware*, CV Y memiliki sistem informasi dan prosedur komunikasi yang lebih baik. Berbeda dengan UMKM X yang belum melakukan pencatatan keuangan secara otomatis. Terakhir, pada komponen *orgaware*, CV Y sudah memiliki prosedur dalam melakukan proses produksi dan memiliki struktur organisasi yang formal dibandingkan dengan UMKM X.

4.3 Pola Perkembangan Teknologi

Berdasarkan hasil perhitungan, analisis, dan *benchmark* dengan perusahaan sejenis, UMKM X berada di *technology follower*. Pola perkembangan teknologi *follower* menunjukkan kecenderungan UMKM untuk mengikuti perkembangan teknologi yang sudah ada, yang tercermin dalam nilai TCC dan kontribusi komponen, seperti *humanware* dan *orgaware* yang tinggi. Hal tersebut dilihat dari UMKM X yang berada pada tahap tumbuh dimana volume penjualan masih tumbuh bahkan tumbuh signifikan di masa pandemi COVID-19. Volume

penjualan meningkat karena masyarakat mencari makanan sehat berbahan dasar alami tanpa pengawet yang menjadi salah satu keunggulan produk UMKM X. Kemudian, UMKM X juga mengikuti penggunaan teknologi yang ada. Meskipun teknologi yang diadopsi belum terlalu maju, jika dibandingkan dengan perusahaan *benchmark*, yaitu CV Y yang memiliki nilai TCC lebih besar, UMKM X telah memiliki beberapa teknologi yang serupa.

4.4 Formulasi Strategi Teknologi Sethi dkk. (1985)

Perumusan strategi teknologi dilakukan menggunakan matriks Sethi dkk. (1985). Formulasi ini dilakukan berdasarkan observasi dan wawancara pada *Three Level Characterization of Manufacturing System*. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, seluruh komponen memiliki posisi teknologi yang rendah dilihat berdasarkan kontribusi komponen masing-masing teknologi yang berada di bawah pesaing. UMKM X memiliki posisi teknologi relatif yang rendah sedangkan teknologi memiliki peran penting dalam menjalankan proses bisnisnya. Sehingga, strategi yang tepat bagi UMKM X adalah **Draw**. UMKM X dapat melakukan investasi untuk mengembangkan teknologi agar dapat meningkatkan proses bisnis. UMKM X juga dapat melakukan strategi ofensif untuk meraih pelanggan yang baru. Strategi ofensif ini dilakukan untuk mempersiapkan posisi teknologi. Posisi ini menunjukkan bahwa UMKM bisa mencerminkan tantangan dalam mengadopsi atau mengintegrasikan teknologi secara efektif dalam bisnis mereka.

4.5 Formulasi Strategi Komponen Teknologi

Formulasi strategi komponen teknologi dilakukan dengan melihat strategi korporasi, analisis asesmen tingkat kecanggihan, dan formulasi strategi teknologi Sethi dkk. (1985). Berikut merupakan formulasi strategi untuk masing-masing komponen teknologi berdasarkan prioritas perbaikan tertinggi. Prioritas perbaikan komponen teknologi adalah *technoware*, *infoware*, *orgaware*, dan *humanware*.

1. *Technoware*

UMKM X dapat melakukan peningkatan pemanfaatan teknologi dalam melakukan proses bisnis, seperti melakukan investasi pada peralatan produksi. Selain itu, UMKM X juga dapat melakukan *benchmarking* pada usaha produksi tahu lainnya yang telah menerapkan teknologi, seperti CV Y sebagai upaya dalam peningkatan efisiensi produksi.

2. *Infoware*

UMKM X dapat melakukan investasi teknologi dalam sistem informasi yang dapat menunjang pencatatan baik laporan keuangan maupun transaksi penjualan. Contoh sistem informasi sederhana yang dapat digunakan adalah *spreadsheet*, sedangkan untuk yang lebih kompleks adalah Sistem Informasi Akuntansi (SIA). Selain itu, teknologi yang dapat menunjangnya adalah laptop atau komputer.

3. *Orgaware*

UMKM X dapat meningkatkan kapabilitas penyesuaian diri dalam melakukan produksi dan *marketing*. *Owner* perlu menyadari pentingnya melakukan investasi teknologi baru dalam pengolahan tahu dan memperluas jaringan distribusi melalui *offline* dan *online*. Selain itu, UMKM X perlu lebih memperhatikan orientasi masa depan tenaga kerja, seperti dalam perumusan tujuan yang telah kami buat sebelumnya, yaitu meningkatkan keterampilan pengelolaan manajemen dan teknis melalui pelatihan dan pengembangan yang berkelanjutan dalam kurun waktu 3 tahun.

4. *Humanware*

UMKM X dapat melakukan kerjasama dengan pemerintah untuk melakukan pelatihan terhadap sistem produksi. Pelatihan ini dapat dilakukan untuk investasi pengetahuan *humanware* dalam menciptakan proses produksi yang efisien untuk menghasilkan produk yang lebih berkualitas. Selain itu, pekerja juga dapat diberikan pengetahuan di luar produksi, seperti mengenai *marketing*. Pengetahuan tersebut meliputi bagaimana melakukan layanan yang baik kepada pelanggan dan meningkatkan kegiatan *marketing* sesederhana melalui *Word of Mouth* (WoM).

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai kontribusi komponen teknologi UMKM X dari komponen *technoware* sebesar 0,297, komponen *humanware* sebesar 0,533, komponen *infoware* sebesar 0,315, dan komponen *orgaware* adalah sebesar 0,531. Berdasarkan hasil tersebut, prioritas perbaikan komponen teknologi adalah *technoware*, *infoware*, *orgaware*, dan *humanware*. Tingkat TCC yang dihasilkan pada UMKM X yaitu 0,478 dan termasuk klasifikasi cukup. Saat dilakukan *benchmarking*, UMKM X berada di bawah teknologi pesaingnya dari keseluruhan komponen, yaitu CV Y.

Selain itu, hasil formulasi strategi teknologi Sethi dkk. (1985), seluruh komponen teknologi berada pada kuadran *Draw*. Berdasarkan hasil analisis kesenjangan teknologi, seluruh komponen berada di bawah pesaingnya, sehingga posisi teknologi relatif rendah namun peran teknologi tinggi. Sebagai *technology follower*, UMKM X mungkin perlu fokus pada adopsi teknologi yang sudah ada dan berkolaborasi dengan pihak-pihak yang lebih inovatif.

UMKM X dapat melakukan investasi untuk mengembangkan teknologi agar dapat meningkatkan proses bisnisnya dan juga dapat melakukan strategi ofensif untuk meraih pelanggan yang baru. Selain itu, terdapat alternatif strategi dari masing-masing komponen teknologi yang telah dirumuskan. Dalam komponen *technoware*, UMKM X dapat meningkatkan pemanfaatan teknologi dan melakukan *benchmark*. Dalam komponen *inforeware*, UMKM X dapat melakukan investasi infrastruktur teknologi dan sistem informasinya. Dalam komponen *orgaware*, UMKM X dapat meningkatkan kapabilitas penyesuaian diri dalam melakukan produksi dan *marketing*, serta memperhatikan orientasi masa depan tenaga kerja. Dalam komponen *humanware*, UMKM X dapat meningkatkan pengetahuan pekerja di bidang produksi maupun non produksi, seperti *marketing*.

Saran bagi UMKM X adalah mempertahankan keunggulan yang telah dimiliki saat ini, melakukan asesmen teknologi setiap tahun sesuai visi, misi, dan tujuan yang telah ditetapkan, serta diharapkan lebih terbuka terhadap perubahan sehingga dapat meningkatkan daya saing organisasi. Saran bagi penelitian selanjutnya adalah melakukan evaluasi strategi teknologi berdasarkan strategi korporasi yang telah dirumuskan dan melakukan reformulasi strategi teknologi pada periode mendatang, yaitu pada tahun 2028 - 2033.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Hasrini Sari, S.T, M.T. beserta Tim Editor Journal of Research in Engineering and Management (JRIEM) yang telah memberikan masukan selama proses review artikel. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Iwan I. Wiratmadja, yang telah membimbing dalam penyelesaian penelitian ini. Semoga artikel ini memberikan bermanfaat, terutama bagi para peneliti dan praktisi di bidang manajemen industri.

Daftar Pustaka

1. 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.
2. Aurellia, A. F., Shafira, A., Nurrizki, D., & Wiratmadja, I. I. (2024). Formulasi Strategi Korporasi pada Industri Pengolahan Pangan. *Journal of Research in Industrial Engineering and Management*, 1, 1-10.
3. Husairi dan Fachrie, Shidqi. (2022). *Pengembangan Kerangka Kerja Integrasi Proses Bisnis, Manajemen Pemangku Kepentingan, dan Manajemen Risiko Zouka Bakery Bandung*. Tesis. Institut Teknologi Bandung.
4. Istikowati, R. (2022). Asesmen Teknologi Pada Industri Kecil Dan Menengah Garmen (Kasus Kajian: CV JK). *Jurnal Tekstil: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Bidang Tekstil dan Manajemen Industri*, 5(1), 61-68.
5. Lasalewo, T. (2012). Kajian kandungan teknologi pada industri kerajinan kerawang sebagai produk andalan provinsi Gorontalo. *PROSIDING*, 10(25).
6. Musoffan, S. T. (2021). The Assessment Teknologi Industri Batik Tulis Pamekasan Dengan Metode Teknometrik Upaya Peningkatan Daya Saing Pasar. *Journal of Economics Development Issues*, 4(2), 488-500.
7. Rumanti, A. A., Wiradmadja, I. I., Ajidarma, P., & Hidayat, M. (2020). Application of Technometric to Improve Productivity in Indonesian Small Medium Industries (SMI). In *iMEC-APCOMS 2019: Proceedings of the 4th International Manufacturing Engineering Conference and The 5th Asia Pacific Conference on Manufacturing Systems* (pp. 217-223). Springer Singapore.
8. Sethi, N. K., Movsesian, B., & Hickey, K. D. (1985). Can technology be managed strategically?. *Long Range Planning*, 18(4), 89-99.
9. Sumanto, dan Montororing Y. D. R. (2021). Strategi Pengembangan dan Pembinaan Teknologi Industri Kecil dan Menengah di Perusahaan Bakso ABC. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi – SNITek 2021*.
10. UNESCAP. (1989). A framework for technology-based development: technology content assessment. Vol 2.
11. Wheelen, Thomas L., dan Hunger, J. David & Hoffman, Alan N. & Bamford, Charles E. (2018). *Strategic Management and Business Policy: Globalization, Innovation and Sustainability*, 15th Edition. Pearson
12. Wiratmadja, I. I. (2023). Integrasi Strategi Teknologi. Retrieved from PPT Kuliah Manajemen Industri Kecil Modern 6B.