

## 2. STUDI LITERATUR

### 2.1. Lean Manufacturing

*Lean manufacturing* adalah sebuah filosofi, cara berpikir, atau strategi manajemen untuk meningkatkan efisiensi di lini produksi. *Lean manufacturing* juga dapat dipandang sebagai praktik produksi yang mempertimbangkan pemakaian sumber daya seminimal mungkin untuk memberikan nilai ekonomis terhadap pelanggan. *Lean* menitik-beratkan bahwa suatu proses produksi merupakan aliran bahan baku atau material dimulai dari aktivitas awal sampai dengan aktivitas akhir hingga material tersebut mengalami perubahan bentuk (Womack & Jones (2003)

Jika dilihat dari segi nilai tambahnya, kegiatan produksi dapat dibagi menjadi tiga, yakni:

1. Kegiatan yang memiliki nilai tambah (*value added activities*),
2. Kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah namun diperlukan (*non-value-added activities but necessary*) seperti *quality control*.
3. Kegiatan yang tidak mempunyai nilai tambah (*non-value-added activities*) yang sering disebut dengan *waste* (pemborosan). Hal ini harus segera dihilangkan. Contohnya adalah stok berlebih dan menunggu.

Secara umum, sebuah kegiatan dapat dikategorikan sebagai memiliki nilai tambah jika memenuhi 3 kriteria. Pertama, kegiatan yang membuat pelanggan bersedia untuk membayar. Kedua, kegiatan yang mengubah bentuk dan/atau fungsi produk (atau informasi). Terakhir, kegiatan tersebut dilakukan secara benar sehingga tidak memerlukan pengerjaan ulang.

Konsep pemikiran produksi *lean* adalah memungkinkan aliran nilai dalam membuat langkah-langkah pekerjaan juga mengeliminasi langkah-langkah yang tidak bernilai (pemborosan). Ketika *waste* sudah dihilangkan dari proses produksi, waktu siklus akan tercapai dengan baik. *Lean manufacturing* adalah sistematis aplikasi penghilangan pemborosan di seluruh perusahaan dan dalam rangkaian nilai, sehingga mengoptimalkan proses, mengurangi waktu siklus, dan meningkatkan efisiensi dalam produksi serta layanan (Womack & Jones, 2003). *Lean* dijadikan sebagai suatu filosofi bisnis yang meliputi pada penggunaan sumber daya yang termasuk waktu dalam aktivitas perusahaan yang melalui perbaikan dan peningkatan terus-menerus.

Womack & Jones (2003) mengidentifikasi lima prinsip *lean* yaitu:

1. *Specify value* (menentukan nilai). Langkah ini menjadi tujuan awal dari kegiatan produksi. *Value* dari suatu barang (atau jasa) hanya bisa ditentukan oleh *customer* (pelanggan) dan diciptakan oleh produsen. Sebagai contoh, suatu barang (atau jasa) harus diproduksi sesuai dengan kebutuhan *customer* dengan harga tertentu dengan rentang waktu tertentu.
2. *Identify the value stream* (mengidentifikasi aliran nilai). Hal ini dapat dilakukan dengan menuliskan langkah atau proses pembuatan suatu barang (atau jasa). Tujuannya untuk mengamati setiap kegiatan secara rinci sehingga terlihat kegiatan yang tidak menambahkan nilai (*value*).
3. *Flow*. Setelah teridentifikasinya langkah yang menambah *value*, rangkaian proses ini diubah menjadi *continuous flow*, bukan secara *batch*. Keuntungan dari melakukan prinsip ini adalah mudah didemonstrasikan. Dengan penerapan yang tepat, waktu produksi akan berkurang secara drastis.
4. *Pull*. Dengan menerapkan prinsip *pull*, produsen memproduksi jumlah barang sesuai yang diinginkan dan dibutuhkan *customer*. Dengan demikian, produsen tidak perlu menyimpan atau membuang hasil produksi yang tidak terbeli.
5. *Perfection*. Setelah menerapkan 4 langkah sebelumnya secara terus-menerus, maka siklus ini tidak akan berhenti untuk terus meningkatkan efisiensi produksi. Di saat suatu pembenahan efisiensi pasti akan memperlihatkan pemborosan lainnya. Di saat itu perlu ditinjau ulang langkah identifikasi *lean*.

*Lean manufacturing* adalah metode produksi yang menekankan pada pengurangan penggunaan sumber daya yang tidak menambah nilai pada produk dari perspektif pelanggan. Tujuan utama dari *lean manufacturing* adalah untuk menghindari pemborosan. Dengan mengintegrasikan kualitas lebih dalam pada setiap aspek produk dan memperluas jangkauan layanan yang tersedia, nilai yang dirasakan oleh pelanggan meningkat, yang pada gilirannya dapat membenarkan harga yang lebih tinggi yang bersedia untuk dibayar.

## **2.2. Waste**

*Waste* (pemborosan) adalah semua tindakan yang menghabiskan waktu, sumber daya, dan ruang tetapi tidak menambah nilai atau meningkatkan kepuasan pelanggan. Perusahaan berusaha mengurangi atau menghilangkan *waste* karena efek negatifnya. Dalam konteks ini, *Waste* didefinisikan sebagai setiap tindakan yang tidak menambah nilai bagi pelanggan (Womack & Jones, 2003). Untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi serta meningkatkan nilai

bagi pelanggan secara keseluruhan, *lean* menekankan pentingnya mengurangi *waste* di sepanjang proses yang mengubah *input* menjadi *output (value stream)*. Akibatnya, sampah yang tidak terkendali dapat menyebabkan berbagai kerugian, seperti penurunan laba, ketidakpuasan karyawan, produktivitas yang rendah, dan ketidakpuasan pelanggan (Liker & Meier (2006)).

Konsep "*Seven plus One Type of Waste*" yang berasal dari Jepang dikenal sebagai "MUDA" yang dikembangkan oleh penemu atau pendiri yaitu Taiichi Ohno. Untuk proses mengeliminasi *waste*, sangat penting untuk mengetahui secara pasti apa dan dimana *waste* tersebut akan terjadi. Menurut Liker & Meier (2006), macam-macam *waste* adalah:

1. *Overproduction*

Pemborosan ini terjadi karena memproduksi produk lebih banyak dari jumlah pemesanan, sehingga pemborosan ini dapat menyebabkan permintaan menurun dan tidak terjualnya persediaan (*stock*). Produksi berlebih dapat diatasi dengan cara menjadwalkan dan memproduksi sesuai dengan jumlah yang ditentukan.

2. *Waiting*

Pemborosan ini dapat terjadi pada pekerja yang hanya menunggu proses mesin yang sudah otomatis, menunggu untuk alat, suplai, *part* mesin, atau proses selanjutnya. Selain itu, menunggu dapat juga terjadi karena tidak ada bahan baku, jeda antar proses, mesin yang rusak, dan *bottleneck* dalam proses.

3. *Transportation*

Pemborosan ini terjadi pada kegiatan pergerakan perpindahan yang berlebihan dari satu proses ke proses berikutnya tanpa memberikan nilai tambah produk. Padahal penanganan yang berlebihan bisa menimbulkan kerusakan serta kemungkinan mutu produk menurun.

4. *Overprocessing*

Pemborosan proses ini terjadi dalam bentuk langkah yang tidak diperlukan untuk memproses suatu barang atau jasa. Hal ini terjadi karena peralatan atau desain produk yang buruk, yang dapat menyebabkan pergerakan yang tidak diperlukan dan memproduksi cacat. Pemborosan juga terjadi apabila produksi menghasilkan kualitas produk melebihi dari yang diperlukan.

5. *Inventory*

Pemborosan ini dapat terjadi dalam bentuk kelebihan bahan baku, menyimpan barang dalam proses, atau menyimpan barang jadi. Pemborosan ini dapat mengakibatkan waktu tunggu yang lebih lama, kerusakan barang, biaya penyimpanan, biaya transportasi, dan keterlambatan. Selain itu, *inventory* juga dapat menyembunyikan permasalahan lain seperti

ketidakseimbangan produksi, keterlambatan pengiriman dari *supplier*, kecacatan, kerusakan peralatan, dan waktu persiapan yang lama.

6. *Motion (Unnecessary movement)*

Secara spesifik, semua gerak kerja yang harus dilakukan oleh pekerja selama menjalankan tugas mereka yang tidak menambah nilai tambah adalah pemborosan. Contoh gerakan tersebut adalah mencari, mengambil, menumpuk, dan mengembalikan alat ke tempat kerja. Selain itu, berjalan juga dianggap sebagai pemborosan.

7. *Defects*

Pemborosan yang terjadi karena harus ada pengerjaan ulang terhadap produk atau bila produk cacat maka harus dimusnahkan. Hal ini berdampak pada operator pada proses produksi berikutnya menunggu, menambah biaya produksi, memperpanjang *lead time*, dan perlu kerja tambahan untuk membongkar dan memperbaiki produk.

8. *Unused employee creativity*

*Waste* ini pada mulanya tidak tergolong dari 7 *waste* yang diperkenalkan oleh Taiichi Ohno, namun diperkenalkan oleh Liker & Meier (2003). Seiring perkembangan *lean*, *waste* ini ditambahkan untuk melengkapi macam-macam *waste* dari faktor sumber daya manusia. *Waste* ini terjadi akibat kemampuan dan potensi pekerja yang kurang dimanfaatkan dengan baik dengan cara memberikan batasan-batasan tertentu dalam perusahaan. Hal ini dapat terjadi ketika perusahaan tidak mendengarkan pekerja dan membuat peraturan sepihak atau penempatan posisi karyawan yang kurang sesuai. *Waste* yang muncul akibat kegiatan ini adalah perusahaan yang kurang dapat memanfaatkan sumber dayanya dengan baik.

### 2.3. MCDM (Multiple Criteria Decision Making)

MCDM, juga dikenal sebagai *Multi-Criteria Decision Analysis*, adalah strategi atau teknik untuk membuat pilihan berdasarkan solusi atau alternatif potensial untuk suatu masalah. Nilai kriteria ini perlu dinormalisasi karena fokus bahasa mencakup fitur kualitatif dan kuantitatif, beberapa kriteria, dan mungkin pencapaian kinerja yang bertentangan (Mardani et al., 2015). Secara teknis, aplikasi MCDM seringkali memasukkan sejumlah alternatif, kriteria, dan tujuan. Topik tersebut setidaknya memiliki lima komponen, antara lain tujuan, preferensi pembuat keputusan, opsi alternatif, kriteria, dan manfaat (Kumar et al., 2017). Dua area debat untuk MCDM didasarkan pada strukturnya: *Multiple Analysis Decision Making (MADM)* dan *Multiple Objective Decision Making (MODM)*.

Masalah MCDM yang khas dapat didefinisikan sebagai bantuan perangkat untuk mengatur sejumlah alternatif keputusan, yang masing-masing dijelaskan dengan jelas dalam

karakteristik yang berbeda. Secara umum, Roy (1981) telah mengidentifikasi 4 macam hasil akhir pengambilan keputusan, yaitu:

1. Masalah pemilihan (*choice problem*). Tujuan akhir dari permasalahan adalah dengan memilih 1 alternatif terbaik atau mengurangi jumlah pilihan alternatif yang tidak *valid*. Contohnya adalah seorang manajer yang memilih orang yang tepat untuk memegang suatu proyek.
2. Masalah pengelompokan (*sorting problem*). Tujuan akhir dari permasalahan adalah dengan membagi alternatif menjadi beberapa grup yang disebut sebagai kategori. Pembagian kategori ini juga bertujuan untuk mengelompokkan beberapa opsi dengan tingkah atau karakteristik yang mirip. Contohnya adalah evaluasi karyawan yang terbagi atas kategori “karyawan teladan”, “karyawan sedang” dan “karyawan tidak produktif”.
3. Masalah pemeringkatan (*ranking problem*). Tujuan akhir dari permasalahan adalah dengan mengurutkan alternatif yang tersedia dari yang terbaik hingga yang terburuk. Contohnya adalah pemeringkatan universitas terbaik dengan kriteria seperti kualitas mengajar, keahlian penelitian, dan peluang karir.
4. Masalah deskripsi (*description problem*). Tujuan akhir dari permasalahan ini adalah mendeskripsikan pilihan yang tersedia beserta konsekuensinya. Hal ini biasanya dilakukan sebagai langkah pertama untuk memahami karakteristik dari permasalahan pengambilan keputusan.

## **2.4. Analytical Hierarchy Process (AHP)**

### **2.4.1. Pengertian AHP**

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) adalah salah satu metode pengambilan keputusan yang paling terkenal dan banyak digunakan dalam berbagai bidang, mulai dari bisnis hingga pendidikan dan pemerintahan. Metode dikembangkan pada tahun 1970-an oleh Thomas L. Saaty, seorang profesor matematika, sebagai pendekatan sistematis dan objektif untuk membuat keputusan dalam situasi yang kompleks dan tidak pasti.

Analytic Hierarchy Process (AHP) adalah teknik yang dirancang untuk memberikan bantuan terstruktur dalam pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan aspek-aspek baik kualitatif maupun kuantitatif dari suatu keputusan (Saaty, 1980). Keunikan metode ini terletak pada kemampuannya untuk memecah keputusan kompleks menjadi serangkaian hierarki, memungkinkan pemangku kepentingan untuk mengkategorikan berbagai faktor dan subfaktor, dari yang paling umum hingga yang paling spesifik, dan menilai relevansi relatifnya terhadap tujuan akhir (Vaidya & Kumar, 2006). Dalam struktur ini, AHP mengorganisir masalah

yang kompleks dalam sebuah sistem multi-level, di mana setiap level mengandung elemen yang mempengaruhi keputusan dan mengindikasikan ketergantungan relasional di antara elemen-elemen tersebut (Forman & Gass, 2001). Dengan demikian, menggunakan AHP dalam pengambilan keputusan memungkinkan identifikasi solusi yang paling memadai dengan menghormati preferensi, kebutuhan, dan batasan yang ada.

#### 2.4.2. Tahapan – Tahapan AHP

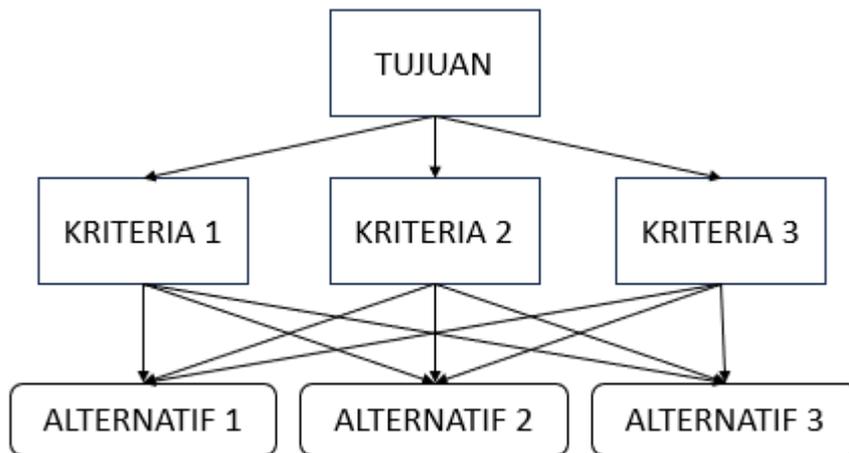
Metode AHP dilakukan beberapa tahapan - tahapan pengambilan keputusan sebagai berikut (Saaty, 2008):

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.

Masalah harus diidentifikasi dengan jelas, dan solusi yang mungkin harus dijelaskan. Bisa jadi ada lebih dari satu solusi yang layak, yang semua memerlukan evaluasi lebih lanjut.

2. Membuat struktur hierarki yang diawali dengan tujuan utama

Masalah dipecah menjadi hierarki yang menunjukkan hubungan antar elemen dan membantu menetapkan prioritas. Hierarki ini terdiri dari tujuan, kriteria, subkriteria (jika ada), dan alternatif solusi. Hierarki secara umum seperti pada Gambar 2.1



Gambar 2.1. Bagan hierarki pada Analytical Hierarchy Process (AHP)

Sumber: Gnanavelbabu & Arunagiri (2018). Ranking of MUDA using AHP and Fuzzy AHP algorithm. *Materials Today: Proceedings*, 5(5), p. 13408

3. Membuat matriks perbandingan berpasangan

Untuk menilai seberapa penting satu elemen terhadap yang lain, setiap elemen dalam hierarki dibandingkan dengan elemen lain pada level yang sama dalam kaitannya dengan kriteria yang ada di atasnya.

Tabel 2.1.

Jawaban untuk pertanyaan pembobotan

Jawaban	Nilai
Sama pentingnya	1
Sedikit lebih penting	3
Lebih penting	5
Sangat penting	7
Mutlak lebih penting	9
Narasumber tidak dapat memutuskan antara 2 nilai	2, 4, 6 atau 8

Sumber: Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3-5), p. 163

4. Penilaian perbandingan berpasangan

Penilaian menggunakan skala numerik yang konsisten, seperti skala yang digunakan Saaty dari 1 hingga 9. Elemen yang dibandingkan diberi skor untuk menunjukkan seberapa penting satu elemen terhadap yang lain. dengan pemisalan terdapat n buah alternatif yang akan dibandingkan,  $C_1, \dots, C_n$ . Kemudian, sebuah matriks A berbentuk matriks kotak terbentuk dengan orde n dengan syarat  $a_{ij} = 1/a_{ji}$  untuk setiap  $i \neq j$ . Dan untuk  $i = j$ , maka  $a_{ij} = 1$ . Maka, matriks A:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1j} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ 1/a_{ij} & \dots & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (2-1)$$

5. Menghitung nilai eigen

Tahap selanjutnya adalah dengan membuat matrik nilai eigen ( $\vec{v}$ ). Nilai eigen memiliki persamaan:

$$\vec{v}_j = a_{ij} / \sum a_j \quad (2-2)$$

dimana,  $\sum a_i$  adalah jumlah nilai dari kolom matriks. Dari persamaan diatas, diolah menjadi matrik baru, sehingga:

$$\vec{v} = \begin{pmatrix} 1 & a_{12}/\sum a_2 & \dots & a_{1j}/\sum a_i \\ 1/\vec{v}_{12} & 1 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & 1 & \dots \\ 1/\vec{v}_{ij} & \dots & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (2-3)$$

6. Melakukan pengujian / perhitungan konsistensi logis (CI)

Konsistensi data dapat ditentukan dari indeks konsistensi (CI). Dalam melakukan pengujian / perhitungan konsistensi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \quad (2-4)$$

dimana,  $\lambda_{maks}$  = nilai maksimum eigenvalue dari matriks  
n = jumlah kriteria

Konsistensi dengan menggunakan persamaan

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2-5)$$

dimana RI merupakan indeks random konsistensi. Apabila rasio konsistensi < 0.1 maka hasil yang di dapat dibenarkan. Nilai yang menunjukkan indeks konsistensi *random* dalam AHP pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2.

Nilai Indeks *Random*

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Sumber : Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3-5), 171

## 2.5. ELECTRE

### 2.5.1. Pengertian ELECTRE

ELECTRE (*Elimination and Choice Translating*) diperkenalkan oleh Benayoun, Roy dan Sussman pada tahun 1966. Metode ini kemudian dikembangkan oleh Bernard Roy. Metode ini digunakan untuk memilih alternatif terbaik dari beberapa opsi pilihan alternatif yang tersedia. Tentunya, pengambil keputusan dapat memilih kriteria yang akan dipakai sebagai pertimbangan dalam memilih alternatif terbaik. Kriteria yang dipakai dapat bervariasi dari bermacam faktor, seperti secara teknis, lingkungan, sosial, ekonomi, dan sebagainya.

ELECTRE adalah metode yang digunakan untuk memeringkat atau memilih alternatif terbaik berdasarkan hubungan outranking dan memanfaatkan indeks kesesuaian dan ketidakcocokan untuk menilai hubungan antar alternatif. ELECTRE adalah pendekatan algoritmik yang mencakup beberapa fase untuk hasil akhir (Sevkli, 2010). Alternatifnya adalah kandidat variabel yang selanjutnya akan dipilih dan diurutkan sesuai dengan seberapa baik memenuhi kriteria atau memenuhi karakteristik. Jika salah satu atau lebih kriteria tersebut melampaui

(dibandingkan dengan kriteria pilihan lain) dan sama dengan kriteria lainnya yang tersisa, maka alternatif tersebut dikatakan mendominasi alternatif lainnya (Govindan & Jepsen 2016).

ELECTRE memiliki beberapa pengembangan, diantaranya ELECTRE I, Iv, Is II, III, IV, TRI-B dan TRI-C. Semua metode ELECTRE tampak serupa dalam mendeskripsikan konsep tetapi berbeda dalam jenis masalah keputusan yang dipecahkan. Menurut Ishizaka (2013), permasalahan pemilihan (*choice problem*) dapat menggunakan ELECTRE I, Iv atau Is. Untuk permasalahan pemeringkatan (*ranking problem*), dapat menggunakan metode ELECTRE II, III, atau IV. Sedangkan permasalahan pengelompokan (*sorting problem*) dapat menggunakan ELECTRE-Tri, ELECTRE-Tri-B atau Tri-C. Mardani et al. (2015) telah merangkum sejumlah aplikasi penggunaan ELECTRE di berbagai bidang.

Penelitian ini mencoba untuk menghasilkan sejumlah saran. Maka dari itu, penelitian ini akan menggunakan pengelompokan dan menggunakan metode ELECTRE-Tri. Pada ELECTRE-Tri, terdapat beberapa batas yang dapat diinput (Roger & Bruen, 1998), yaitu:

- Q : *indifference threshold*, nilai perbedaan maksimum dimana 2 opsi tidak terlihat beda.
- P : *preference threshold*, nilai perbedaan minimum opsi 1 jelas lebih baik dari lainnya
- V : *veto threshold*, batas nilai dimana jika opsi melampaui nilai ini maka opsi dianggap tidak ada

Parameter ini memiliki batasan dimana nilai  $V \geq P \geq Q$

### 2.5.2. Tahap-tahap ELECTRE

Berikut ini adalah tahap-tahap ELECTRE-TRI (Certa et al., 2017):

- a) Perhitungan dari *partial concordance index*  $c_j(a, b_h)$ . Hal ini menunjukkan kriteria j mendukung pernyataan "a S b<sub>h</sub>".

$$c_j(a, b_h) = \begin{cases} 1 & \text{jika } [g_j(a) - g_j(b_h)] \leq q_j \\ \frac{|g_j(b_h) - g_j(a) + p_j|}{|p_j - q_j|} & \text{jika } q_j < [g_j(a) - g_j(b_h)] \leq q_j \\ 0 & \text{jika } [g_j(a) - g_j(b_h)] > q_j \end{cases} \quad (2-6)$$

- b) Perhitungan dari *global concordance index*  $c(a, b_h)$ . Hal ini menunjukkan evaluasi dari a dan b<sub>h</sub> pada semua kriteria yang sesuai dengan pernyataan "a S b<sub>h</sub>".

$$c(a, b_h) = \frac{\sum_{j=1}^J w_j \cdot c_j(a, b_h)}{\sum_{j=1}^J w_j} \quad (2-7)$$

- c) Perhitungan dari *discordance index*  $d_j(a, b_h)$ . Hal ini menunjukkan kriteria  $j$  bertentangan dengan pernyataan “ $a S b_h$ ”.

$$d_j(a, b_h) = \begin{cases} \frac{1}{\left( \frac{|g_j(a) - g_j(b_h) - p_j|}{|v_j - p_j|} \right)} & \text{jika } [g_j(a) - g_j(b_h)] \leq v_j \\ & \text{jika } p_j \leq [g_j(a) - g_j(b_h)] < v_j \\ 0 & \text{jika } c_j(a, b_h) \neq 0 \end{cases} \quad (2-8)$$

- d) Perhitungan dari *credibility index*  $\sigma(a, b_h)$  dari relasi *outranking*.

$$\sigma(a, b_h) = c(a, b_h) \cdot \prod_{j \in J^*} \frac{1 - d_j(a, b_h)}{1 - c(a, b_h)} \quad (2-9)$$

dimana,  $J^*$  adalah sub-set kriteria dimana  $d_j(a, b_h) \geq c(a, b_h)$

- e) Membandingkan relasi *outranking* untuk pengelompokan alternatif

ELECTRE Tri memiliki 2 macam prosedur, yakni pesimis dan optimis. Aturan prosedur optimis mengelompokkan alternatif  $a$  menuju kategori terendah  $C_h$  dimana profil atas  $b_h$  dipilih untuk  $a$ , ditulis  $b_h > a$ . Prosedur optimis adalah sebagai berikut:

- Bandingkan  $a$  dengan  $b_r$ , dimana  $r = 1, 2, \dots, n - 1$
- limit  $C_h$  adalah profil yang ditemui sehingga  $b_h > a$
- $a$  dikelompokkan pada kelas  $C_h$

Sedangkan aturan pesimis mengelompokkan alternatif  $a$  menuju kategori tertinggi  $C_h$  sehingga  $a$  berpangkat lebih tinggi dari  $b_h$ , ditulis  $a S b_h$ . Prosedur pesimis adalah sebagai berikut:

- Bandingkan  $a$  dengan  $b_r$ , dimana  $r = n - 1, 2, \dots, 1$
- limit  $C_h$  adalah profil yang ditemui sehingga  $a S b_h$
- $a$  dikelompokkan pada kelas  $C_{h+1}$

## 2.6. Penelitian Sebelumnya

Pemeringkatan *waste* adalah tahap lanjutan dalam penerapan *lean*. Menurut De Souza & Carpinetti (2014), langkah penting dalam implementasi *lean* adalah untuk mengidentifikasi *waste* mana yang paling sering muncul atau mana yang harus diminimalisir. Dengan memprioritaskan *waste* akan memberikan peluang kepada industri untuk meningkatkan produktivitas lebih signifikan.

De Souza & Carpinetti (2014) membahas penggunaan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) untuk memprioritaskan *waste*. Metode ini adalah metode yang paling umum digunakan untuk memprioritaskan *waste*. Padahal, metode ini hanya melihat peringkat dari

kriteria *severity*, *occurance* dan *detection*. Terkadang, keputusan yang ingin diambil bisa saja membutuhkan pertimbangan dari kriteria lain. Seperti yang sempat disinggung pada Bab 1, FMEA memiliki kelemahan yaitu RPN yang sama dapat memiliki arti yang berbeda. Padahal seharusnya masalah dengan *severity* tinggi harus ditangani terlebih dahulu. Dengan kata lain, penggunaan FMEA masih belum mempertimbangkan pembobotan kriteria.

Gnanavelbabu & Arunagiri (2018) mencoba melihat pemeringkatan *waste* dari kacamata *multi-criteria decision analysis* (MCDA). Penelitian ini menggunakan salah satu metode MCDA yaitu *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Penelitian ini dilakukan dengan mensurvei para ahli untuk dimintai pendapat tentang *waste* mana yang lebih penting. Namun, penelitian ini hanya mengkaji *waste* dari kategorinya saja, belum membahas *waste* mode secara detail. Selain itu, AHP memiliki kekurangan dimana kriteria dan alternatif yang dibahas banyak, maka pengambilan data akan memakan waktu yang lama.

Merad et al. (2004) membahas aplikasi penggunaan metode MCDA lainnya, yaitu ELECTRE-Tri. ELECTRE-Tri adalah pengembangan dari metode ELECTRE, dimana hasil dari metode ini berupa pembagian kelompok dari sejumlah alternatif. Penelitian ini membahas bagaimana ELECTRE-Tri dapat digunakan untuk pemilihan lokasi tambang. Sedangkan, Certa et al. (2017) menggunakan ELECTRE-Tri untuk mengkaji studi kasus FMEA yang sudah ada. Penelitian ini memiliki kekurangan dimana pembobotan dilakukan oleh peneliti sendiri. Metode ini juga belum mengusulkan metode yang akan dipakai untuk pembobotan kriteria. Karena menggunakan studi kasus FMEA, kriteria yang dipakai juga terpaku pada *severity*, *occurrence* dan *detection*. Dan juga, penelitian ini juga belum melakukan validasi atas studi yang dilakukan. Sagawe et al. (2022) sudah memakai penggunaan gabungan metode AHP-ELECTRE untuk pemilihan personil *talent*, namun belum digunakan untuk prioritas eliminasi *waste*. Dengan adanya penelitian Sagawe et al. (2022), maka model penggabungan metode AHP dan metode ELECTRE ini layak dipertimbangkan untuk digunakan dibandingkan hanya menggunakan model ELECTRE saja. Rangkuman tentang penelitian sebelumnya ditulis pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3.

Ringkasan penelitian sebelumnya

Peneliti	Kelemahan
De Souza (2014), membahas pemakaian FMEA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemakaian FMEA hanya terpaku pada S, O, D</li> <li>- RPN yang sama dapat perlakuan yang sama</li> <li>- Tidak ada pembobotan kriteria</li> </ul>
Gnanavelbabu & Arunagiri (2018), membahas peringkat <i>waste</i> dengan AHP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AHP tidak mengkaji <i>waste mode</i>, hanya kategori saja</li> <li>- AHP membutuhkan banyak pertanyaan untuk kriteria dan alternatif yang banyak</li> </ul>
Merad (2004), membahas pemakaian ELECTRE-Tri pada pemilihan lokasi tambang	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ELECTRE-Tri belum dipakai untuk konsep lean</li> </ul>
Certa et al. (2017), membahas pemakaian ELECTRE-Tri pada studi kasus FMEA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peneliti menentukan bobot kriteria</li> <li>- Tidak mengusulkan metode pembobotan kriteria</li> <li>- Hanya menggunakan kriteria S, O, dan D</li> <li>- Data menggunakan studi lain</li> <li>- Belum melakukan validasi</li> </ul>
Sagawe et al. (2022), membahas pemakaian AHP-ELECTRE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metode masih belum digunakan untuk eliminasi <i>waste</i></li> </ul>