

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Supplier*

Supplier adalah suatu pihak yang bertugas menyediakan barang atau jasa yang dibutuhkan oleh suatu organisasi untuk dapat menghasilkan suatu produk atau layanan (Levi et al., 1999). Tugas *supplier* adalah memasok atau menyuplai barang baik produk maupun jasa kepada pihak perusahaan. Sedangkan menurut Heizer, Munson dan Render (2016), *supplier* adalah perusahaan atau individu yang dapat menyediakan barang atau jasa yang diperlukan oleh suatu perusahaan atau organisasi. Tentu keberadaan *supplier/vendor* ini sangatlah penting bagi keberlangsungan proses dalam *supply chain*. Dalam hubungan suatu bisnis, keberadaan *supplier* ini sangatlah penting dalam pemenuhan kebutuhan material yang nantinya akan digunakan dalam proses produksi suatu perusahaan. Tanpa adanya pihak *supplier* ini, produksi tentu tidak akan bisa berjalan dan tentunya hal tersebut akan menimbulkan kerugian yang tidak sedikit bagi pihak perusahaan sebagai *buyer*, baik kerugian berupa uang maupun kerugian dalam bentuk lainnya.

Dalam praktiknya, suatu perusahaan bisa memperoleh *supplier* dengan berbagai cara seperti penawaran tender, perjanjian kerjasama, maupun penawaran secara langsung. Tentu dalam memilih *supplier*, perusahaan harus mempertimbangkan banyak hal seperti kualitas yang disediakan, harga yang ditawarkan dan masih banyak lagi agar bisa memilih *supplier* yang paling cocok dan terbaik bagi perusahaan. Maka dari itu diperlukan suatu proses pemilihan *supplier* yang nantinya akan membantu perusahaan dalam memilih *supplier* yang terbaik.

2.1.1 *Pemilihan Supplier*

Pemilihan *supplier* merupakan salah satu proses yang sangat penting dimana *supplier* ini sendiri membawa peranan yang penting bagi keberlangsungan suatu perusahaan. Seperti yang kita ketahui, reputasi *supplier* seringkali mewakili kualitas dari produk yang mereka *supply* kepada perusahaan. Maka dari itu sangat penting untuk bisa memilih *supplier-supplier* yang dirasa cocok terhadap kualifikasi-kualifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan.

Pemilihan *supplier* sendiri memiliki tiga tahapan. Tahap pertama adalah mengidentifikasi kriteria yang dirasa akan mempengaruhi dalam pemilihan *supplier*. Tahap kedua merupakan penentuan metode pemilihan *supplier* berdasarkan kriteria yang telah diperoleh. Tahap ketiga merupakan tahapan pemilihan *supplier* berdasarkan hasil penilaian yang

diperoleh (Ristono et al., 2018). Ketiga tahapan diatas merupakan tahapan-tahapan yang penting untuk dilakukan oleh perusahaan agar dapat memilih *supplier* dengan baik.

2.1.2 Kriteria Pemilihan *Supplier*

Kriteria pemilihan *supplier* merupakan salah satu hal penting yang tidak bisa dianggap sepele. Dalam proses pemilihan *supplier*, kriteria pemilihan *supplier* memegang peranan penting terhadap hasil akhir dari keputusan pemilihan *supplier*. Pemilihan kriteria pemilihan *supplier* yang kurang sesuai tentu akan membawa dampak buruk bagi perusahaan dimana nantinya *supplier* yang terpilih setelah proses pemilihan *supplier* bukanlah *supplier* terbaik yang bisa didapatkan oleh perusahaan. Tentu perusahaan tidak ingin hal tersebut terjadi karena kualitas *supplier* juga berperan penting terhadap kualitas barang/material yang didapat oleh perusahaan. Maka dari itu penting untuk mempertimbangkan kriteria pemilihan *supplier* matang-matang. Kriteria pemilihan *supplier* sendiri tidak hanya terbatas pada kriteria-kriteria umum *supplier* seperti harga yang ditawarkan maupun kualitas barang yang dimiliki. Terdapat banyak kriteria lain yang harus turut dipertimbangkan dalam pemilihan *supplier*.

Banyaknya kriteria lain yang harus turut dipertimbangkan ini dikarenakan pemilihan *supplier* yang dilakukan tidak hanya serta merta memilih *supplier* yang memiliki barang/material terbaik baik dari segi kualitas, harga, maupun kecepatan pengiriman saja, namun juga turut memilih *supplier* terbaik yang juga berkontribusi dalam terciptanya hubungan jangka panjang antara dua pihak baik dalam praktek manajemen kualitas, hingga sikap kooperatif dari *supplier* itu sendiri yang juga dapat meningkatkan daya saing perusahaan.

Menurut Dickson (1996) dalam buku yang ditulis oleh Pujawan dan Mahendrawati (2010), terdapat sebanyak 22 kriteria dalam pemilihan *supplier* terbaik bagi satu perusahaan yang bisa dilihat di Tabel 2.1. Namun untuk kriteria pemilihan *supplier* tiap perusahaan tentulah berbeda satu perusahaan dengan perusahaan yang lain, karena pada akhirnya penentuan kriteria pemilihan *supplier* dilakukan oleh perusahaan dengan mempertimbangkan berbagai hal seperti kondisi perusahaan, standar yang dimiliki perusahaan, hingga budaya perusahaan itu sendiri.

Tabel 2.1

Kriteria Pemilihan *Supplier* Dickson

No	Kriteria	No	Kriteria
1	<i>Quality</i>	12	<i>Management and Organization</i>
2	<i>Delivery</i>	13	<i>Operating Control</i>
3	<i>Performance History</i>	14	<i>Repair Service</i>
4	<i>Warranties and Claim Policies</i>	15	<i>Attitudes</i>
5	<i>Price</i>	16	<i>Impression</i>
6	<i>Technical Capability</i>	17	<i>Packaging Ability</i>
7	<i>Financial Position</i>	18	<i>Labor Relations Records</i>
8	<i>Prosedural Compliance</i>	19	<i>Geographical Location</i>
9	<i>Communication System</i>	20	<i>Amount of Past Business</i>
10	<i>Reputation and Position in Industry</i>	21	<i>Training Aids</i>
11	<i>Desire for Business</i>	22	<i>Reciprocal Arrangements</i>

Sumber: Dickson, G. W. (1966). An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions. *Journal of Purchasing*, 2(1): 5-17.

2.2 *Inventory*

Inventory atau persediaan menurut Schroeder (2000) adalah *stock* bahan yang digunakan untuk memudahkan proses produksi atau untuk memuaskan permintaan dari *customer*. Pengertian *Inventory* atau persediaan ini sendiri menurut Handoko (1999) dalam bukunya yang berjudul Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi adalah suatu istilah umum yang menunjukkan segala sesuatu atau sumber daya-sumber daya organisasi yang disimpan dalam antisipasinya terhadap pemenuhan permintaan. Menurut Handoko sendiri, *inventory* atau persediaan ini bisa dibagi menjadi beberapa macam, yakni:

- **Persediaan bahan mentah (*raw materials*)**
Merupakan persediaan barang-barang yang berwujud mentah seperti besi, baja dan material-material lainnya yang dapat digunakan pada saat proses produksi. Bahan-bahan mentah ini sendiri bisa diperoleh dari sumber-sumber alam atau diperoleh dari membeli dari para *supplier* dan atau dibuat sendiri oleh perusahaan untuk digunakan dalam proses produksi selanjutnya.
- **Persediaan komponen-komponen rakitan (*purchased parts / componen*)**
Merupakan jenis persediaan barang-barang yang terdiri dari komponen yang diperoleh dari perusahaan lain, dimana secara langsung dapat dirakit menjadi suatu produk. Komponen dengan jenis ini nantinya akan dirakit langsung oleh perusahaan.
- **Persediaan bahan pembantu atau penolong (*supplies*)**
Persediaan bahan bantu atau pendukung adalah barang-barang yang dibutuhkan dalam proses produksi, namun tidak termasuk sebagai bagian atau komponen dari produk jadi.
- **Persediaan dalam proses (*work in process*)**
Persediaan dalam proses merujuk pada stok barang yang dihasilkan oleh setiap bagian dalam proses produksi atau barang yang telah diolah menjadi bentuk tertentu, namun masih memerlukan tahap pengolahan lanjutan untuk menjadi produk jadi.
- **Persediaan barang jadi (*finished goods*)**
Merupakan jenis persediaan barang yang telah selesai diproses atau diolah oleh pabrik sehingga siap untuk dijual atau dikirim kepada *customer*.

Inventory sendiri selain memiliki banyak jenis, juga memiliki berbagai fungsi kepada perusahaan. Menurut Rangkuti (2007), berikut adalah beberapa fungsi persediaan:

- **Fungsi Independensi**
Fungsi dari persediaan dalam perusahaan adalah untuk memastikan kelancaran proses produksi, bahkan ketika *supplier* tidak dapat memenuhi permintaan barang dari perusahaan dengan cepat.
- **Fungsi Ekonomis**
Persediaan berperan penting dalam memungkinkan perusahaan untuk memanfaatkan sepenuhnya sumber daya yang tersedia untuk menjalankan kegiatan operasional perusahaan.
- **Fungsi Antisipasi**
Fungsi persediaan yang memungkinkan perusahaan bisa melakukan antisipasi terhadap adanya perubahan permintaan konsumen.

2.3 Supply Chain Management

Supply chain adalah satu hal yang tidak bisa dipisahkan dalam kehidupan sehari-hari. Semua barang di kehidupan sehari-harinya bisa sampai di tangan *customer* karena adanya *supply chain* yang membantu pergerakan produk dari sebelum diproduksi hingga sampai di tangan *customer*. Menurut Schroeder (2007), *supply chain* merupakan suatu urutan proses bisnis dan informasi yang menyediakan produk atau layanan dari pemasok melalui produksi dan distribusi ke konsumen akhir.

Supply Chain Management (SCM) sendiri secara umum adalah suatu kegiatan yang meliputi perencanaan, penjadwalan, dan pengaturan alur produk mulai dari pengadaan bahan baku hingga proses distribusi barang jadi kepada konsumen. Menurut Heizer dan Render (2004), *Supply chain management* adalah, suatu aktivitas pengelolaan berbagai kegiatan demi mengubah bahan mentah hingga menjadi barang jadi dan dikirim oleh sistem distribusi kepada konsumen. Pujawan dan Mahendrawati (2010) mengatakan bahwa *supply chain management* merupakan suatu strategi alternatif yang dapat diadopsi oleh perusahaan untuk menghadapi ketidakpastian lingkungan dalam memenuhi kebutuhan konsumen dan mencapai keunggulan kompetitif melalui pengurangan biaya operasi dan meningkatkan kepuasan konsumen.

2.4 Vendor Managed Inventory

Vendor Managed Inventory (VMI) adalah konsep pengendalian *inventory* di mana *vendor* dari suatu produk bertanggung jawab untuk mengoptimalkan *inventory* yang *customer* miliki. Menurut Henningsson & Lindén (2005) di jurnal nya yang membahas terkait implementasi VMI di Ikea, *Vendor Managed Inventory*(VMI) adalah suatu sistem pengisian ulang (*replenishment*) dimana *supplier* diberikan akses menuju *demand* dan level *inventory* perusahaan sebagai *customer* oleh perusahaan itu sendiri. *Supplier* memiliki tanggung jawab penuh untuk mengatur *inventory* level milik perusahaan dan memiliki kewenangan serta tanggung jawab untuk melakukan proses pengisian ulang(*replenishment*) *inventory* milik perusahaan. VMI sendiri merupakan satu konsep yang sudah dipakai sejak lama oleh berbagai industri di dunia seperti Walmart, Ikea dan masih banyak lagi karena kelebihan dan manfaat yang bisa diberikan oleh penerapan konsep ini. Secara garis besar, VMI memiliki kelebihan untuk dapat mengurangi potensi terjadinya peristiwa *bullwhip effect* yang sering terjadi di rantai pasok di berbagai industri.

Bullwhip effect sendiri menurut Davids Simchi-levi (2000) dalam bukunya yang berjudul *Designing and managing the supply chain*, adalah suatu peningkatan variabilitas dari level

bawah menuju level atas dan dalam suatu jaringan *supply chain*. Jadi dapat disimpulkan bahwa *bullwhip effect* ini adalah suatu peningkatan variasi permintaan yang terjadi pada setiap *level* dalam *supply chain* yang disebabkan oleh berbagai sumber seperti kurang komunikasi dan salah informasi. Dengan diterapkannya konsep *vendor managed inventory*, komunikasi serta informasi antar *supplier/vendor* dengan perusahaan bisa semakin lancar dan meningkatkan visibilitas dimana *supplier/vendor* bisa mengetahui secara *real time* informasi terkait *level stock* perusahaan dan juga perkiraan *demand* dari produk yang terkait. Dengan begitu, kemungkinan terjadinya *bullwhip effect* menjadi sangat kecil.

Selain dapat mengurangi kemungkinan terjadinya *bullwhip effect*, berikut adalah beberapa kelebihan lain dari konsep *replenishment Vendor Managed Inventory (VMI)* yang dijabarkan oleh Garnier Lionel (2010) dalam jurnalnya yang membahas implementasi VMI di Schneider Electric dibagi menjadi 3 poin yakni *dual benefit*, *benefit* untuk *supplier* dan *benefit* untuk *customer* dimana *customer* disini adalah pihak perusahaan yang bekerjasama dengan *supplier*.

- *Dual benefit* yang bisa didapat kedua belah pihak antara lain adalah kedua belah pihak dapat memberikan pelayanan yang lebih baik kepada *end customer* karena dengan diterapkannya VMI, kemungkinan terjadi *stock out* akan sangat kecil karena *supplier* sudah mengetahui informasi *level* stok dan *demand* dari produk yang dimaksud. *Benefit* kedua adalah kerjasama kedua belah pihak tentunya akan menjadi semakin erat dan kuat. Kerjasama VMI ini akan memaksa kedua belah pihak untuk bisa berkolaborasi dengan baik dan mengesampingkan ego masing-masing demi tercapainya tujuan yang diinginkan.
- *Benefit* untuk *supplier* antara lain adalah *supplier* bisa memiliki visibilitas yang baik terhadap berbagai *data* milik perusahaan seperti informasi *stock level*, penjualan dan sebagainya sehingga akan mempermudah *supplier* untuk tahu kapan harus memproduksi barang dan kapan harus mengirimkannya ke perusahaan, menurunkan kemungkinan produk menjadi usang karena produk akan cepat keluar dari gudang sesaat setelah diproduksi, dan optimasi biaya transportasi karena dengan pengetahuan *supplier* terkait kebutuhan barang dan *demand*, *supplier* bisa lebih flexible dalam mengatur jumlah barang yang akan dikirim dan memaksimalkan kuantitas pengiriman sehingga memungkinkan untuk mengoptimasi biaya transportasi.
- *Benefit* yang didapat oleh perusahaan sebagai *customer* dengan diterapkannya VMI adalah penurunan kemungkinan terjadinya *stock out* dan penurunan *inventory level*,

proses *planning* dan *ordering* akan menjadi jauh lebih mudah karena adanya pengalihan tanggung jawab kepada *supplier*, keseluruhan *service level* akan meningkat karena memiliki produk yang tepat disaat yang tepat, dan yang terpenting adalah *buyer* atau pihak perusahaan bisa membuat *cash flow* menjadi lebih sehat karena dengan adanya VMI ini, pihak *buyer* atau perusahaan hanya akan membayar sejumlah bahan baku yang dipakai dalam proses produksi. Dengan begitu pihak perusahaan bisa menjadikan *cash flow* lebih baik dan untuk sisa bahan baku yang tidak digunakan dan otomatis belum dibayar, nantinya akan dipakai dan dibayar untuk proses produksi di periode berikutnya.

2.4.1 Kriteria *Supplier* yang Cocok untuk Penerapan *Vendor Managed Inventory* (VMI)

Tidak semua *vendor/supplier* bisa diajak bekerjasama dalam penerapan konsep *Vendor Managed Inventory*(VMI). Pada dasarnya alasan mengapa tidak semua *vendor/supplier* bisa diterapkan konsep ini karena konsep *Vendor Managed Inventory*(VMI) merupakan satu konsep yang cukup rumit dan dibutuhkan tingkat kepercayaan serta kerjasama yang tinggi diantara kedua pihak agar tujuan yang ingin dicapai bersama bisa berjalan dengan baik. Menerapkan *Vendor Managed Inventory* (VMI) juga berarti bahwa kedua pihak menjalin satu hubungan kerjasama yang dalam dan tidak bisa dipandang sebelah mata. Dalam proses kerjasamanya saja akan membutuhkan banyak *data* yang mungkin bersifat rahasia dan penting. Maka dari itu, tidak semua *vendor/supplier* bisa diterapkan konsep ini dan *vendor/supplier* itu sendiri harus memenuhi kriteria-kriteria yang dirasa penting untuk dipenuhi agar *Vendor Managed Inventory* bisa berjalan dengan baik dan memberikan keuntungan yang maksimal.

Menurut Niranjan (2011), berikut adalah kriteria-kriteria *supplier* yang cocok untuk diajak bekerjasama terkait implementasi *Vendor Managed Inventory*(VMI):

- *Supplier* memiliki tingkat kepercayaan yang tinggi dan sudah lama bekerjasama dengan perusahaan sebagai *customer*.
- *Supplier* dan pihak perusahaan sebagai *customer* sama-sama mendapatkan keuntungan dengan diterapkannya VMI.
- Aktivitas kunci perusahaan berkaitan besar dengan *purchase orders*.
- *Supplier* bersedia untuk bekerja sama berkaitan penerapan VMI.
- *Supplier* memiliki sistem informasi yang terintegrasi.

2.4.2 Kriteria Bahan Baku yang Cocok untuk Penerapan *Vendor Managed Inventory*(VMI)

Kriteria produk yang cocok untuk penerapan *Vendor Managed Inventory* (VMI) pada dasarnya sama antara satu sama lain, namun terdapat beberapa penyesuaian untuk produk yang ada di dalam beberapa industri tertentu. Dalam jurnalnya Raghunathan and Yeh (2001) menunjukkan bahwa VMI kemungkinan besar cocok diterapkan untuk *mature product* dengan *demand* yang stabil dan juga besar dimana terdapat beberapa informasi yang cenderung lebih cocok untuk produk baru dengan variasi *demand* yang besar. Disney dan Towill (2003) yang mempelajari tentang efek VMI terhadap *bullwhip effect* untuk produksi dengan volume tinggi maupun rendah berpendapat bahwa VMI memang cocok untuk diterapkan terhadap produk dengan produksi baik dengan volume tinggi maupun rendah.

Franke (2010) dalam jurnalnya yang berjudul "*Vendor-managed inventory for high value parts: results from a survey among leading international manufacturing firms.*" mengemukakan bahwa VMI tidak hanya cocok untuk produk yang bernilai rendah, namun juga yang bernilai tinggi. Franke berpendapat bahwa selama ini banyak pendapat kurang tepat yang mengemukakan bahwa produk bernilai tinggi tidak cocok untuk penerapan VMI karena beresiko dan seharusnya ditangani di gudang dengan control yang lebih baik dimana dalam jurnal ini, Franke menunjukkan beberapa perusahaan yang telah mempraktekan penerapan VMI untuk produk dengan nilai tinggi selama kurang lebih 10 tahun dan terus mengembangkan skema mereka untuk memasukan lebih banyak produk dan *supplier* sehingga hal ini membuktikan bahwa VMI juga cocok untuk penerapan di produk dengan value yang tinggi.

2.5 *Percentile*

Merupakan titik atau skor nilai yang membagi seluruh distribusi frekuensi kedalam 100 bagian yang sama besar (Sudijono, 2006). Persentil sendiri dibagi menjadi dua macam, yakni persentil *data* tunggal dan persentil untuk *data* kelompok. Berikut adalah rumus untuk persentil *data* tunggal dan persentil *data* kelompok:

- Rumus Persentil *Data* Tunggal

$$P_i = \text{Data ke } - \frac{i(n+1)}{100} \quad (2.1)$$

Dimana:

n = Banyak *data*

i = bilangan bulat kurang dari 100 (1, 2, 3, ..., 99).

- Rumus Persentil *Data* Kelompok

$$P_i = Tb + \left(\frac{\frac{1}{100}n - f_k}{f_i} \right) p \quad (2.2)$$

Dimana:

n = jumlah seluruh frekuensi.

Tb = tepi bawah kelas persentil.

i = bilangan bulat yang kurang dari 100 (1, 2, 3, ... ,99).

p = panjang kelas interval.

f_i = frekuensi kelas persentil.

f_k = jumlah frekuensi sebelum kelas persentil.

2.6 **Multi Criteria Decision Making (MCDM)**

Seringkali karena terdapat banyaknya kriteria yang perlu dipertimbangkan, suatu pengambilan keputusan menjadi sangat susah untuk dilakukan. Kondisi ini dirasa sudah sangat sering ditemui baik dalam kehidupan sehari-hari, maupun dalam industri pekerjaan. Maka dari itu diciptakan lah suatu metode dimana bisa membantu seseorang dalam mengambil suatu keputusan dengan mempertimbangkan kriteria-kriteria yang dirasa penting dan telah ditentukan sebelumnya yaitu *Multi Criteria Decision Making* (MCDM). MCDM sendiri merupakan pendekatan atau metode dalam pengambilan keputusan berdasarkan alternatif/opsi solusi dari multi kriteria.

Menurut Saaty dan Vargas (2012), perkembangan MCDM dimulai pada tahun 1950-an ketika beberapa ahli matematika mencoba untuk memecahkan masalah pengambilan keputusan dengan lebih sistematis. Pada tahun 1970-an, beberapa metode MCDM mulai diperkenalkan seperti *Analytic Hierarchy Process* (AHP) oleh Saaty pada tahun 1977, *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) oleh Hwang dan Yoon pada tahun 1981, dan *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE) oleh Brans dan Vincke pada tahun 1985. Seiring berjalannya waktu, semakin banyak metode MCDM baru yang dikembangkan dengan pendekatan yang berbeda satu dan yang lainnya.

2.6.1 **Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis (MOORA)**

Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis atau disingkat MOORA merupakan suatu metode *Multi Criteria Decision Making* yang diperkenalkan oleh Brauers dan Zavadkas pada tahun 2006. Menurut Wibowo & Budirahardjo (2019) metode ini menggunakan

matriks tanggapan alternatif terhadap tujuan, yang memiliki rasio yang telah diterapkan untuk menunjukkan pilihan terbaik dari beberapa metode yang saling bersaing. Metode MOORA menggunakan akar kuadrat jumlah respon kuadrat sebagai penyebut dalam pengaturan rasio. Rasio ini tak berdimensi dan nilainya berada di antara nol dan satu, dimana akan ditambahkan untuk kasus maksimasi dan dikurangi untuk kasus minimisasi. Setelah itu, setiap alternatif akan diberikan peringkat berdasarkan rasio yang diperoleh. Menurut Mandal & Sarkar (2012), metode ini memiliki tingkat fleksibilitas dan kemudahan yang baik untuk dipahami dalam membedakan tujuan dari suatu proses kedalam kriteria bobot keputusan dengan beberapa kriteria pengambilan keputusan. Berikut adalah langkah-langkah dalam metode MOORA ini:

1. Mengidentifikasi kriteria yang akan dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan.
2. Membuat matriks keputusan dimana matriks keputusan merupakan matriks yang berisi semua informasi setiap alternatif di setiap kriteria. Dalam hal ini matrix keputusan akan diisi nilai yang didapat berdasarkan bobot dari kriteria dan level kriteria yang sudah ditentukan.
3. Normalisasi dimana tahapan ini merupakan tahapan untuk mendapatkan nilai alternatif di dalam matrix yang seragam dengan cara menyatukan setiap nilai alternatif matrix. Berikut merupakan rumus normalisasi yang digunakan dalam metode ini:

$$X^*_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m X_{ij}^2}} \quad (2.3)$$

Keterangan:

X_{ij} = Matriks alternatif j dengan kriteria i

X^*_{ij} = Matriks normalisasi alternatif j dengan kriteria i

4. Mengurangi nilai maximax dan minimax dimana tahapan ini adalah tahapan untuk menjumlah semua nilai perkalian bobot kriteria dengan nilai normalisasi setiap alternatif yang bersifat *benefit* dan yang bersifat *cost*, lalu mengurangi nilai total yang didapat untuk kriteria benefit dengan nilai total yang didapat untuk kriteria cost di setiap alternatif. Berikut adalah rumus yang digunakan dalam tahapan ini:

$$Y_i = \sum_{j=i}^n W_j X_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n W_j X_{ij}^* \quad (2.4)$$

Keterangan:

$i = 1, 2, 3, \dots, g$ merupakan kriteria benefit

$J = g+1, g+2, g+3, \dots, n$ merupakan kriteria cost

W_j = Nilai bobot alternatif j

Y_i = Nilai total dari pengurangan pengalian bobot kriteria dengan nilai normalisasi untuk kriteria *benefit* dengan pengalian bobot kriteria dengan nilai normalisasi untuk kriteria *cost*.

5. Melakukan perbandingan nilai Y_i dimana alternatif dengan nilai Y_i terbesar menjadi alternatif yang paling optimal dibandingkan alternatif yang lainnya.

2.6.2 *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*

Metode ini merupakan metode pengambilan keputusan multi kriteria yang pertama kali ditemukan oleh Yoon dan Hwang pada tahun 1981. Metode ini memiliki konsep dimana alternatif yang terpilih / terbaik merupakan alternatif yang memiliki jarak paling dekat dengan solusi ideal positif dan memiliki jarak paling jauh dari solusi ideal negatif. Solusi ideal positif ini sendiri merupakan nilai-nilai terbaik di setiap kriteria yang bisa diperoleh oleh alternatif - alternatif yang ada, sedangkan solusi ideal negatif adalah nilai-nilai terburuk di setiap kriteria yang bisa diperoleh oleh setiap alternatif - alternatif yang ada. Menurut Theresia(2009), berikut adalah langkah-langkah dalam metode *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*:

1. Mengidentifikasi kriteria yang akan dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan.
2. Membuat matriks keputusan berdasarkan informasi yang ada pada setiap alternatif di setiap kriteria dimana m_{ij} merupakan nilai alternatif ke-i di kriteria j.
3. Menghitung matriks keputusan ternormalisasi R dengan rumus sebagai berikut:

$$R_{ij} = \frac{m_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^M X_{ij}^2}} \quad (2.5)$$

Keterangan:

R_{ij} = Matriks keputusan ternormalisasi alternatif ke-i untuk kriteria j

M = Jumlah kriteria

m_{ij} = Nilai alternatif ke-i untuk kriteria j

4. Menghitung bobot setiap kriteria berdasarkan kepentingan setiap kriteria yang didapat dari hasil wawancara. Bobot ini sendiri memiliki skala 0-1 dan didapatkan dari hasil kuesioner yang sudah disebar di departemen terkait.
5. Melakukan perhitungan matriks normalisasi bobot V. Nilai ini diperoleh dengan mengalikan setiap nilai di matriks normalisasi dengan bobot kriteria yang sudah didapatkan. Elemen-elemen dari matrik normalisasi V dinyatakan sebagai berikut:

$$V_{ij} = w_j / R_{ij} \quad (2.6)$$

Keterangan:

V_{ij} = Normalisasi bobot V

w_j = Bobot kriteria ke- j

R_{ij} = Matriks keputusan normalisasi kriteria j untuk alternatif ke- i

6. Melakukan perhitungan solusi ideal (terbaik) dan solusi negatif (terburuk). Solusi ideal (terbaik) dan solusi negatif (terburuk) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$V^+ = \left\{ \left(\sum_i^{\max} V_{ij} / j \in J \right), \left(\sum_i^{\min} V_{ij} / j \in J \right) / i = 1, 2, \dots, N \right\}$$

$$= \{V_1^+, V_2^+, V_3^+, \dots, V_M^+\} \quad (2.7)$$

$$V^- = \left\{ \left(\sum_i^{\min} V_{ij} / j \in J' \right), \left(\sum_i^{\max} V_{ij} / j \in J' \right) / i = 1, 2, \dots, N \right\}$$

$$= \{V_1^-, V_2^-, V_3^-, \dots, V_M^-\} \quad (2.8)$$

Keterangan:

$J = (j = 1, 2, 3, \dots, M) / j =$ atribut benefit

$J' = (j = 1, 2, 3, \dots, M) / j =$ atribut cost

V_j^+ = nilai ideal positif pada kriteria ke- j

V_j^- = nilai ideal positif pada kriteria ke- j

7. Melakukan perhitungan jarak euclidean dengan rumus:

$$S_i^+ = \left[\sum_{j=1}^M (V_{ij} - V_j^+)^2 \right]^{0.5}, i = 1, 2, 3, \dots, N \quad (2.9)$$

$$S_i^- = \left[\sum_{j=1}^M (V_{ij} - V_j^-)^2 \right]^{0.5}, i = 1, 2, 3, \dots, N \quad (2.10)$$

Keterangan:

S_i^+ = jarak alternatif ke- i dari solusi ideal positif

S_i^- = jarak alternatif ke- i dari solusi ideal negatif

8. Melakukan perhitungan kedekatan relatif dari alternatif terhadap solusi ideal dengan menggunakan rumus:

$$P_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (2.11)$$

Keterangan:

P_i = kedekatan relatif dari alternatif ke- i terhadap solusi ideal

S_i^+ = jarak alternatif ke- i dari solusi ideal positif

S_i^- = jarak alternatif ke-i dari solusi ideal negatif

9. Melakukan perangkingan semua alternatif berdasarkan nilai P_i dimana alternatif dengan nilai P_i terbesar merupakan alternatif yang paling optimal menurut metode *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS).

2.6.3 Simple Additive Weighting (SAW)

Metode *Simple Additive Weighting*(SAW), atau biasa disebut metode penjumlahan terbobot, digunakan untuk mencari sebuah alternatif optimal dari sejumlah alternatif yang tersedia dengan kriteria tertentu. Metode ini melibatkan penjumlahan terbobot dari rating kinerja di setiap alternatif pada semua atribut, yang kemudian akan menghasilkan nilai total untuk setiap alternatif. Nilai total setiap alternatif ini atau disebut nilai preferensi(V_i) yang terbesar merupakan nilai dari alternatif yang paling optimal dari alternatif-alternatif yang ada. Metode ini merupakan salah satu metode yang paling sering digunakan dan paling umum ditemukan. Metode SAW dianggap mampu menyeimbangkan kriteria-kriteria yang ada, intuitif terhadap pengambil keputusan, dan tidak membutuhkan sistem pemrograman komputer yang kompleks(Velasquez & Hester, 2013). Berikut merupakan langkah-langkah perhitungan dari metode simple additive weighting (SAW)

1. Mengidentifikasi kriteria yang akan dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan, yakni C_i .
2. memberikan nilai kecocokan pada setiap alternatif terhadap setiap kriteria yang telah ditetapkan.
3. Membuat sebuah matriks berdasarkan kriteria yang menjadi pertimbangan (C_i). Kemudian, matriks tersebut dinormalisasi dengan menggunakan persamaan yang disesuaikan dengan jenis atribut yang digunakan, baik itu atribut keuntungan atau atribut biaya. Tujuannya adalah untuk menghasilkan sebuah matriks ternormalisasi R . Berikut adalah rumus normalisasi yang digunakan dalam metode *Simple Additive Weighting* (SAW) dimana rumus pertama adalah rumus untuk kriteria yang bersifat *benefit* dan rumus kedua untuk kriteria yang bersifat *cost*.

$$R_{ij} = X_{ij} / \text{Max } X_{ij} \quad (2.12)$$

$$R_{ij} = X_{ij} / \text{Min } X_{ij} \quad (2.13)$$

Keterangan:

R_{ij} = Nilai rating kinerja ternormalisasi

X_{ij} = Nilai kinerja dari setiap rating

Max X_{ij} = Nilai terbesar dari setiap kriteria

Min X_{ij} = Nilai terkecil dari setiap kriteria

4. Hasil akhir dari proses perangkangan didapatkan dengan menjumlahkan perkalian matriks ternormalisasi R dengan vektor bobot di setiap alternatif yang menghasilkan nilai preferensi (V_i). Nilai preferensi (V_i) terbesar yang diperoleh kemudian dipilih sebagai alternatif terbaik (A_i). Berikut adalah rumus dari nilai preferensi (V_i):

$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j R_{ij} \quad (2.14)$$

Keterangan:

V_i = Nilai preferensi

W_j = Bobot *ranking*

R_{ij} = Nilai rating kinerja ternormalisasi

2.6.4 Multi Attribute Utility Theory (MAUT)

MAUT atau *Multi Attribute Utility Theory* adalah suatu model perhitungan evaluasi yang mempertimbangkan beberapa atribut berbeda dalam mengevaluasi sebuah objek. Dalam metode ini, nilai akhir ($v(x)$) dari sebuah objek (x) dihitung dengan cara mengalikan bobot kepentingan yang diberikan pada setiap atribut, dengan nilai relevan pada setiap dimensi atribut tersebut. Istilah yang biasa digunakan untuk menyebut nilai relevan ini adalah nilai utilitas.

Metode MAUT berfungsi untuk merubah dari beberapa kepentingan kedalam nilai numerik dengan skala 0-1 dengan 0 mewakili pilihan terburuk dan 1 terbaik (Abdul Karim, 2021). Berikut adalah langkah-langkah pengolahan *data* menggunakan metode *Multi Attribute Utility Theory* (MAUT):

1. Melakukan identifikasi kriteria yang akan dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan.
2. Memberikan nilai kecocokan pada setiap alternatif terhadap setiap kriteria yang telah ditetapkan. Nilai ini akan didapatkan melalui kuesioner yang disebar di departemen terkait, yakni departemen *purchasing*, departemen *supply chain*, dan departemen *Production, Planning and Inventory Control* (PPIC).
3. Membuat sebuah matriks berdasarkan kriteria yang menjadi pertimbangan. Kemudian, melakukan perhitungan nilai utility normalisasi matriks alternatif. Tahapan ini bertujuan melakukan normalisasi matriks alternatif menggunakan rumus sebagai berikut:

$$U_{(x)} = \frac{x - x_i^-}{x_i^+ + x_i^-} \quad (2.15)$$

Keterangan:

$U_{(x)}$ = matriks normalisasi bobot alternatif x

x = Bobot alternatif

X_i^- = Nilai bobot minimum dari kriteria ke-x

X_i^+ = Nilai bobot maksimum dari kriteria ke-x

4. Hasil akhir dari proses perankingan didapatkan dengan menjumlahkan perkalian matriks ternormalisasi U dengan vektor bobot di setiap alternatif yang menghasilkan nilai akhir(V(x)). Nilai akhir(V(x)) terbesar yang diperoleh kemudian dipilih sebagai alternatif terbaik. Berikut adalah rumus dari nilai akhir(V(x)):

$$V_{(x)} = \sum_{i=1}^n W_j X_{ij} \quad (2.16)$$

Keterangan:

V(x) = Nilai akhir

Wj = Bobot *ranking*

Xij = Nilai rating kinerja ternormalisasi

2.7 FSN Analysis

FSN *analysis* menurut Mitra, Reddy, dan Prince(2015), merupakan suatu analisa perhitungan untuk menentukan apakah bahan baku tersebut termasuk dalam kategori F(*Fast-Moving*), S(*Slow-Moving*), atau N(*Non-Moving*). Perhitungan ini didasarkan dari perhitungan *Turnover Rate*(TOR) yang merupakan rasio yang digunakan untuk mengukur seberapa cepat perusahaan dapat menghabiskan atau menjual bahan baku dalam persediaan yang dimiliki selama periode tertentu.

$$TOR = \text{total usage selama periode} \div \text{rata - rata inventory selama periode} \quad (2.17)$$

2.8 Min - Max Level Inventory

Menurut Indrajit & Djokopranoto (2002), agar dapat menjaga keberlangsungan suatu pabrik atau fasilitas lain, diperlukan beberapa jenis material produksi tertentu dalam jumlah minimum yang disimpan dalam penyimpanan. Hal ini dilakukan agar ketika material tersebut sewaktu-waktu rusak atau sebagainya, pihak pabrik atau perusahaan bisa langsung menggantinya dengan persediaan yang ada di penyimpanan. Namun material ini sendiri harus disimpan sesuai dengan angka yang ditetapkan agar tidak membuat biaya penyimpanan menjadi besar. Maka dari itu diperlukan suatu parameter yang bisa mengatur jumlah *inventory* yang seharusnya dipenuhi agar tidak terlalu sedikit dan juga tidak terlalu banyak dimana parameter ini adalah *minimum level inventory* dan *maksimum level inventory*. Dalam penerapan *Vendor*

Managed Inventory (VMI), parameter *min level inventory* dan *max level inventory* merupakan hal yang penting untuk ditetapkan dan disepakati oleh kedua pihak, baik *vendor/supplier* maupun pihak perusahaan sebagai *customer*.

Minimum level inventory menentukan batas bawah ketersediaan stok di dalam penyimpanan material sehingga ketika jumlah stok mencapai nilai batas tersebut, maka pihak *vendor* harus segera mengirimkan barang untuk menghindari kemungkinan *stock out* yang bisa menyebabkan terhambatnya proses produksi. Sementara itu, *maximum level inventory* menentukan batas atas ketersediaan stok di dalam gudang. Ketika stok mencapai nilai batas tersebut, maka pihak *vendor/supplier* tidak perlu mengirimkan material tambahan lagi dan lebih baik menunggu sampai permintaan meningkat lagi sebelum mengirimkan material tambahan. Dengan demikian, pengaturan *minimum* dan *maximum level inventory* secara tepat bisa memastikan bahwa stok akan selalu tersedia dalam jumlah yang cukup dan mencegah terjadinya *over stock* yang dapat memakan biaya. Perhitungan *min* dan *max level inventory* sendiri menurut Hugos (2018) memiliki beberapa tahapan, yaitu:

- Menentukan *Safety Stock*

Persediaan *safety stock* adalah persediaan tambahan yang dijaga atau diadakan untuk mengatasi kemungkinan terjadinya kekurangan bahan baku yang disebabkan oleh penggunaan bahan baku yang lebih besar dari perkiraan awal. Rumus *safety stock* adalah sebagai berikut:

$$SS = Sd \times \sqrt{Lt} \quad (2.18)$$

Keterangan:

SS = *Safety Stock*

Sd = Standar deviasi penggunaan

Lt = *Lead time* bahan baku

- Menentukan *minimum level inventory*

Minimum level inventory adalah batas jumlah persediaan yang paling rendah atau kecil yang harus ada untuk suatu jenis material atau barang. Berikut rumus *minimum level inventory*:

$$\text{Minimum level inventory} = (T \times Lt) + SS \quad (2.19)$$

Keterangan:

T = Pemakaian material rata-rata per periode

Lt = *Lead time* (bulan)

SS = *Safety stock*

- Menentukan *maximum level inventory*

Maximum level inventory adalah batas jumlah persediaan maksimum yang diperbolehkan disimpan dalam persediaan. Rumus *minimum level inventory* adalah sebagai berikut:

$$\text{Maximum level inventory} = 2x(T \times Lt) + SS \quad (2.20)$$

Keterangan:

T = Pemakaian material rata-rata per periode

Lt = *Lead time* (bulan)

SS = *Safety stock*

Pada penentuan *maximum level inventory*, terdapat *adjustment* dari pihak perusahaan dimana ketika memakai rumus 2.19 diatas, pihak perusahaan merasa hasil yang didapatkan terlalu banyak dan tidak sesuai dengan keadaan yang diinginkan. Hal tersebut diduga karena pada industri sepeda, *lead time* yang dimiliki sangatlah besar dan ketika dikali 2, maka akan menghasilkan hasil yang terlalu besar. Maka dari itu setelah diskusi dengan pihak perusahaan, maka ditetapkan rumus untuk maksimum *level inventory* yang dipakai adalah sebagai berikut:

$$\text{Maximum level inventory Adjustment} = (T \times (Lt + 1)) + SS \quad (2.21)$$

Keterangan:

T = Pemakaian material rata-rata per periode

Lt = *Lead time* (bulan)

SS = *Safety stock*

2.8 Verifikasi dan Validasi

Menurut Hoover dan Perry(1989) verifikasi merupakan suatu proses proses menentukan apakah model yang dibuat beroperasi sesuai rancangan model konseptual yang sudah direncanakan. Sedangkan validasi merupakan proses penentuan apakah model, sebagai konseptualisasi atau abstraksi, merupakan representasi berarti dan akurat dari sistem nyata. Harrell (2004) lebih lanjut lagi menjelaskan perbedaan antara verifikasi dan validasi, dimana verifikasi model merupakan proses menentukan apakah model tersebut benar benar merefleksikan model konseptual atau tidak sedangkan validasi model adalah proses menentukan apakah konseptual model benar-benar merefleksikan sistem nyata yang sedang terjadi.

Verifikasi sendiri memiliki tujuan untuk membandingkan cara kerja dan logika dari model yang sudah dibuat sudah sesuai dengan struktur logika yang diinginkan. Ketika suatu model dinyatakan terverifikasi, maka model tersebut bisa dilanjutkan menuju tahap validasi model, namun jika tidak terverifikasi maka akan dilakukan perbaikan kembali terhadap sistem dari model tersebut. Validasi baru bisa dilakukan ketika model sudah terverifikasi atau sudah dianggap lulus dalam tahap verifikasi. Validasi model bertujuan untuk menunjukkan bahwa model dapat dijadikan atau digunakan sebagai acuan terhadap pengambilan keputusan untuk kondisi yang terjadi di lapangan atau secara aktual. Model yang tidak tervalidasi harus melalui proses perancangan ulang baik secara konseptual maupun secara teknis(Giovanno, 2022).

2.8.1 *Confusion Matrix*

Confusion Matrix merupakan sebuah metode yang dapat digunakan ketika ingin mengukur performansi suatu model. Pada dasarnya *confusion matrix* ini berisikan informasi yang akan membandingkan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh model dengan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh *user* berdasarkan kondisi lapangan yang terjadi saat ini.

Tabel 2.2

Confusion Matrix

	Positif (Aktual)	Negatif (Aktual)
Positif (Prediksi)	True Positives (TP)	False Positives (FP)
Negatif (Prediksi)	False Negatives (FN)	True Negatives (TN)

Sumber : Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). *Data mining : Concepts and Techniques* (3rd ed.). Elsevier, Morgan Kaufmann.

Pada Tabel 2.2, berikut keterangan lebih lanjut mengenai kelas-kelas yang terbentuk:

- TP (*True Positives*) merupakan jumlah *data* yang pada kelas aktualnya (kondisi nyata) adalah kelas positif dengan kelas prediksinya (model) merupakan kelas positif juga.
- FN (*False Negatives*) merupakan jumlah *data* yang pada kelas aktualnya (kondisi nyata) merupakan kelas positif dengan kelas prediksinya(model) merupakan kelas negatif.

- FP (*False Positives*) merupakan jumlah *data* yang pada kelas aktualnya (kondisi nyata) merupakan kelas negatif dengan kelas prediksinya(model) merupakan kelas positif.
- TP (*True Negatives*) merupakan jumlah *data* yang pada kelas aktualnya (kondisi nyata) adalah kelas negatif dengan kelas prediksinya (model) merupakan kelas negatif juga.

Setelah didapatkan hasil *confusion matrix*, maka selanjutnya akan masuk ke tahap perhitungan performansi menggunakan nilai *precision*, *recall* dan *F1-Score*. Berikut merupakan definisi dan cara menghitung nya (Han et al., 2012).

1. *Precision*

Merupakan rasio yang menunjukkan prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan hasil yang diprediksi positif. Berikut adalah rumus menghitung *precision*:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2.22)$$

2. *Recall*

Merupakan rasio prediksi benar positif dibandingkan dengan keseluruhan aktual positif. Berikut adalah rumus menghitung *recall*:

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2.23)$$

3. *F1- Score*

Menunjukkan perhitungan evaluasi yang mengkombinasikan *recall* dan *precision*. Berikut adalah rumus dari F1-Score:

$$F-1 \text{ Score} = \frac{2 \times (recall \times Precision)}{(Recall + Precision)} \quad (2.24)$$