

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Purnomo dkk (2021) mengatakan setiap perusahaan mengharapkan produksi efektif dan efisien, tetapi sistem terbaik yang telah dijalankan tidak selalu sempurna. Nurriszky dkk (2021) dalam penelitiannya menjelaskan satu kendala besar perusahaan adalah tingginya variasi produk yang dimanufaktur salah satunya disebabkan oleh strategi *Make-to-Order*. Hal tersebut menyebabkan frekuensi aktivitas pergantian alat dan penyetulan mesin sering terjadi. Aktivitas tersebut digolongkan sebagai waktu *setup* sebelum mesin melakukan produksi yang digolongkan sebagai waktu proses. Kedua waktu tersebut mempengaruhi waktu siklus pembuatan suatu produk.

Wibisono (2021) dalam penelitiannya melakukan evaluasi kinerja peralatan produksi untuk minimasi *Six Big Losses* yaitu *breakdowns, setup/adjustments, idle/stops, reduced speed, scrap, dan start-up yield*. Evaluasi dilakukan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengukur efektifitas mesin bubut yang belum mencapai target perusahaan yaitu nilai OEE 80%. Metode ini juga dilakukan Ariyah (2020) di PT. Lutvindo Wijaya Perkasa mesin *Batching Plant* yang mengakibatkan banyaknya waktu *delay*. Hal tersebut dikarenakan kurangnya perawatan sehingga mesin tidak bekerja optimal. Pinoa (2017) juga menggunakan metode serupa di PT. Macanan Jaya Cemerlang dengan permasalahan gangguan kecil hingga kerusakan pada mesin pencetakan D300K dan mesin web D300B.

Kondorura (2021) dalam penelitiannya berfokus pada permasalahan bagaimana cara untuk menurunkan frekuensi dan waktu penggantian komponen mesin serut kayu di Mebel Wediken. Metode yang digunakan adalah *Single Minute Exchange of Dies* (SMED). Metode serupa digunakan oleh Linda dkk (2022) di Pabrik Roti New Prima Bakery Padang untuk minimasi waktu *setup* sehingga produksi lebih efisien, Pratiwi (2019) di UPT Kemasan Jogjakarta untuk menyelesaikan masalah keluhan waktu *setting* lebih lama dibandingkan waktu produksi, Purnomo dkk (2021) untuk analisis dan perbaikan waktu *setup* mesin *Injection Moulding*, dan Nurriszky dkk (2021) untuk meningkatkan efisiensi mesin CNC akibat waktu *setup* yang lama serta berulang-ulang.

Diagram *Fishbone* digunakan Ariyah (2020) untuk mengetahui akar masalah nilai OEE mesin *Batching Plant* rendah, Pinoa (2017) untuk mengetahui akar masalah kategori OEE *Speed Losses*, dan Kondorura (2021) untuk mengetahui akar masalah mesin serut berhenti secara tiba-tiba. Selain diagram *Fishbone*, Pinoa (2017) juga menggunakan diagram Pareto untuk mengetahui persentase kumulatif faktor *losses* mesin, Kondorura (2021) untuk mengetahui persentase jenis kerusakan komponen mesin serut kayu, dan Wibisono (2021) untuk mengetahui *losses* yang secara signifikan mempengaruhi efektifitas mesin. Metode *brainstorming* dilakukan Kondorura (2021) bersama pemilik dan pekerja untuk menentukan solusi terhadap penggantian komponen kritis. Pengumpulan data waktu *setup* dilakukan oleh Linda dkk (2022) dan Purnomo dkk (2021) menggunakan *stopwatch time study* (STS).

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode OEE oleh Pinoa (2017), Ariyah (2020), dan Wibisono (2021) mendapat hasil analisis nilai OEE mesin yang masih dibawah standar internasional yaitu 85%. Selain itu, terdapat juga faktor-faktor yang mempengaruhi nilai OEE seperti kinerja mesin dan faktor *reduce speed* yang disebabkan akar masalah manusia. Peneliti terdahulu yang menggunakan metode SMED mendapatkan hasil pengurangan waktu *setup* dari 3720,33 detik menjadi 866,33 detik (Linda dkk, 2022), waktu *setup* pembuatan kotak bakpia dan kotak kado tereduksi 1207 detik dan 667 detik (Pratiwi, 2019), penurunan waktu *setup* sebesar 33,25% (Purnomo dkk, 2021), penurunan waktu *setup* mesin CNC sebesar 6,75 menit (Nurrizky dkk, 2021), dan penurunan waktu penggantian komponen sebesar 52% serta *Standar Operating Procedure* (SOP) baru (Kondorura, 2021).

Berdasarkan penelitian terdahulu, permasalahan yang diselesaikan adalah peningkatan efisiensi atau penurunan waktu *downtime* yaitu waktu penggantian komponen mesin. Penelitian sekarang berfokus mencari solusi terbaik terhadap *critical success factor* yang telah disepakati yaitu peningkatan nilai OEE mesin Heliostar sebesar minimal 70%. Diketahui faktor yang mempengaruhi efektivitas di Divisi Kemasan PT. XYZ salah satunya *downtime* terencana dan tidak terencana. Batasan dari penelitian adalah penurunan waktu *downtime* tidak terencana yaitu aktivitas ganti *order* mesin pencetak warna (Heliostar). Selain itu, lokasi penelitian dilakukan di dua lokasi yang berbeda yaitu Head Office dan Pabrik Cakung dikarenakan lokasi kerja *stakeholder* berbeda.

Berdasarkan tinjauan pustaka penelitian terdahulu, *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) digunakan sebagai metode pengukuran untuk mengetahui apakah *critical success factor* tercapai atau tidak. Selain itu, diagram Pareto dan *Fishbone* digunakan sebagai alat analisa penyebab belum tercapainya *critical success factor*. *Single Minute Exchange of Die* (SMED) digunakan sebagai metode implementasi alternatif solusi.

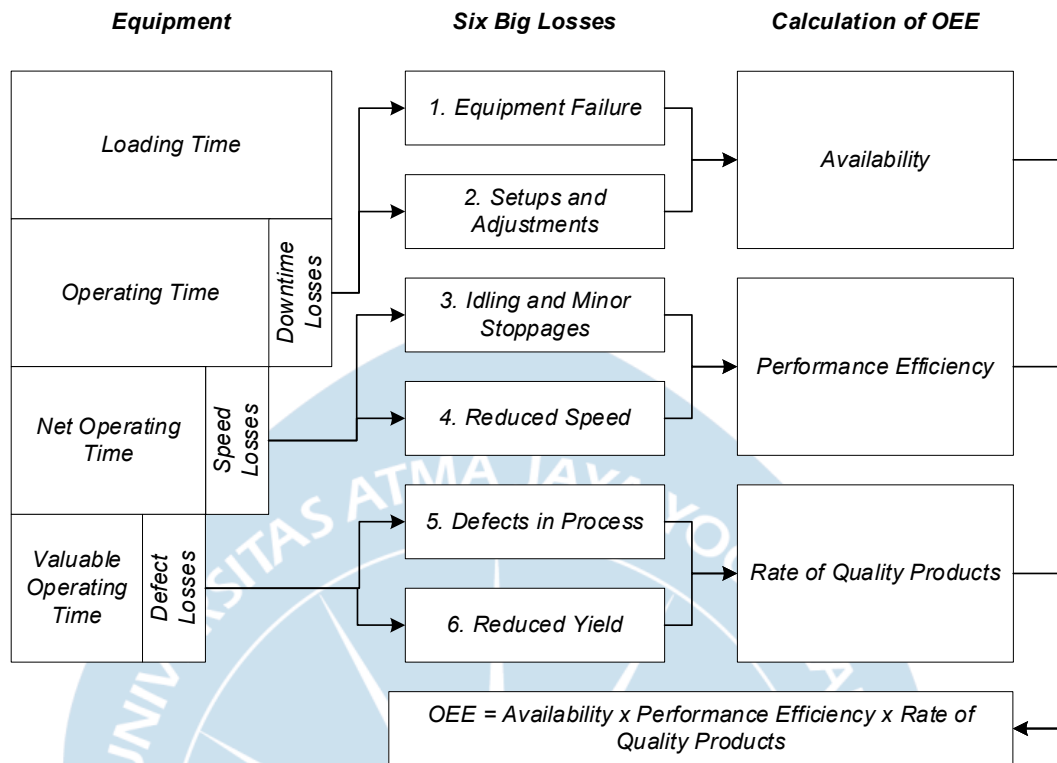
2.2. Dasar Teori

2.2.1. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan suatu hirarki metrik berfokus mengukur seberapa efektif suatu operasi manufaktur (Stamatis, 2010). Selain itu, OEE merupakan faktor kunci pengukuran produktivitas sekaligus efisiensi. Terdapat tiga inti dari pengukuran OEE yaitu pengukuran dapat mengidentifikasi potensi suatu alat, kerugian yang timbul, dan celah perbaikan. Keefektifan suatu alat atau operasi diukur dengan mengalikan *Availability* (ketersediaan) dan *Performance* (kinerja) dengan tingkat *Quality* (kualitas) produk yang dihasilkan.

Pyzdek (2003) mendefinisikan efektivitas yaitu memberikan pelanggan apa yang dibutuhkan, atau lebih, mencakup kualitas, harga, ketepatan waktu atau hal lain bersifat nilai. Efisiensi didefinisikan sebagai seberapa efektif menggunakan sumber daya yang minimum, dilihat dari sudut pandang pemilik.

Nakajima (1988) menjabarkan perhitungan nilai OEE dipengaruhi oleh *loading time*, *operating time*, *net operating time*, dan *valuable operating time*. Berikut Gambar 2.1 menunjukkan *Overall Equipment Effectiveness* dan Tujuannya.



Gambar 2.1. Overall Equipment Effectiveness and Goals

(sumber: Nakajima, 1988)

a. *Loading Time*

Loading time merupakan total waktu tersedia (dalam satu hari atau satu bulan) yang diturunkan dengan mengurangi waktu *planned Downtime* (waktu henti terencana) dari total waktu yang tersedia.

$$Loading\ Time\ (minutes) = Total\ Available\ Time - Planned\ Downtime \quad (2.1)$$

b. *Operating Time*

Operating time (waktu operasi) didapatkan dari pengurangan *loading time* dengan *Downtime losses* (kerugian). Kerugian ini terdiri dari *equipment failure* dan *setup & adjustments* yang termasuk dalam *Six Big Losses*. Hasil perhitungan mendapatkan persentase *Availability*.

$$Operating\ Time\ (minutes) = Loading\ Time - Downtime \quad (2.2)$$

$$Availability\ (\%) = \left(\frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \right) \times 100 \quad (2.3)$$

c. *Net Operating Time*

Net Operating Time (waktu bersih operasi) didapatkan dari siklus waktu teoritis dan jumlah yang diproses dibagi dengan waktu operasi. *Six Big Losses* yang dieliminasi adalah *idling & minor stoppages* dan *reduced speed* yang dikategorikan sebagai *speed losses*. Berikut rumus perhitungan untuk mendapatkan persentase *Performance efficiency*.

$$Performance (\%) = \left(\frac{Theoretical\ cycle\ time \times Total\ parts\ run}{Operating\ time} \right) \times 100 \quad (2.4)$$

d. *Valuable Operating Time*

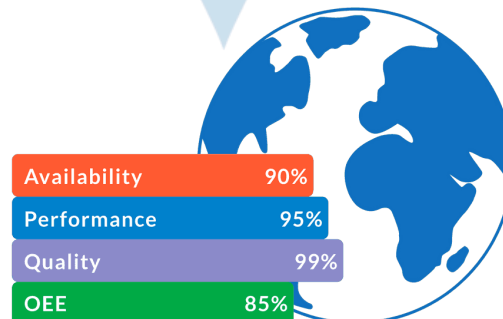
Valuable operating time (waktu operasi bernilai) merupakan waktu operasi bersifat nilai tambah seperti memproduksi produk tanpa cacat. Maka dari itu, *Six Big Losses* yang dieleminasi adalah *defects in process* (cacat) dan *reduced yield* (hasil berkurang). Kedua aspek tersebut masuk dalam kategori *defect losses*. Berikut rumus perhitungan untuk mendapatkan *rate of Quality products* (tingkat kualitas produk).

$$Quality (\%) = \left(\frac{Processed\ Amount - Defects\ Amount}{Processed\ Amount} \right) \times 100 \quad (2.5)$$

Setelah persentase *Availability*, *performance*, dan *Quality*, nilai OEE didapatkan melalui rumus berikut.

$$OEE (\%) = Availability \times Performance \times Quality \times 100 \quad (2.6)$$

Nilai *Overall Equipment Effectiveness* memiliki standar internasional. Standar ini dinamakan *world class OEE* (oee.com). *World class OEE* terdiri dari 90% *Availability*, 95% *Performance*, dan 99% *Quality*. Ketiga kategori tersebut menghasilkan *world class OEE* sebesar 85%.



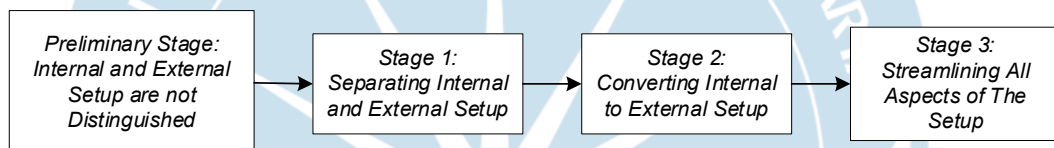
Gambar 2.2. World Class Overall Equipment Effectiveness (OEE)

(sumber: www.OEE.com)

2.2.2. Single Minute Exchange of Die (SMED)

Single Minute Exchange of Die (SMED) merupakan salah satu metode analisa dan implementasi untuk peningkatan *setup* (Shingo, 1985). Maksud dari peningkatan ini adalah reduksi waktu henti mesin atau peralatan yang diakibatkan oleh aktivitas *setup* sehingga waktu operasi bertambah. Menurut Shingo (1985), aktivitas *setup* dibagi menjadi dua tipe yaitu *internal setup* dan *external setup*. *Internal setup* merupakan aktivitas *setup* yang dapat dilakukan saat mesin berhenti sedangkan *external setup* dapat dilakukan saat mesin beroperasi. Tujuan dari penerapan metode SMED adalah mengubah beberapa aktivitas *internal setup* yang dapat dikonversi menjadi aktivitas *eksternal setup* sehingga waktu henti mesin berkurang.

Shingo (1985) membagi metode penerapan SMED menjadi empat tahapan. Berikut alur tahapan metode SMED dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Alur Tahapan Metode SMED

(sumber: Shingo, 1985)

a. Tahap Awal

Tahap awal adalah mengidentifikasi seluruh aktivitas *setup*. Jika terdapat aktivitas yang dilakukan saat mesin berhenti atau beroperasi tidak langsung dibedakan menjadi *internal* dan *external setup*. Selain mengidentifikasi aktivitas secara pengamatan dan dokumentasi, identifikasi aktivitas dapat menggunakan metode wawancara dengan karyawan yang melakukan aktivitas *setup*. Peta Pekerja dan Mesin dapat digunakan untuk mengetahui aktivitas dilakukan pada saat mesin berhenti atau beroperasi.

b. Tahap Pertama

Pada tahap pertama, aktivitas yang sudah diidentifikasi pada tahap awal dipisah menjadi aktivitas *internal setup* dan *external setup*. Pemisahan aktivitas dapat dilihat berdasarkan hasil observasi dan dokumentasi. Metode *checklist* dapat digunakan untuk mencatat aktivitas *internal* maupun *external setup*.

c. Tahap Kedua

Tahap kedua adalah mengonversi aktivitas *internal setup* menjadi *external setup*. Terdapat dua cara untuk melakukan tahap ini antara lain:

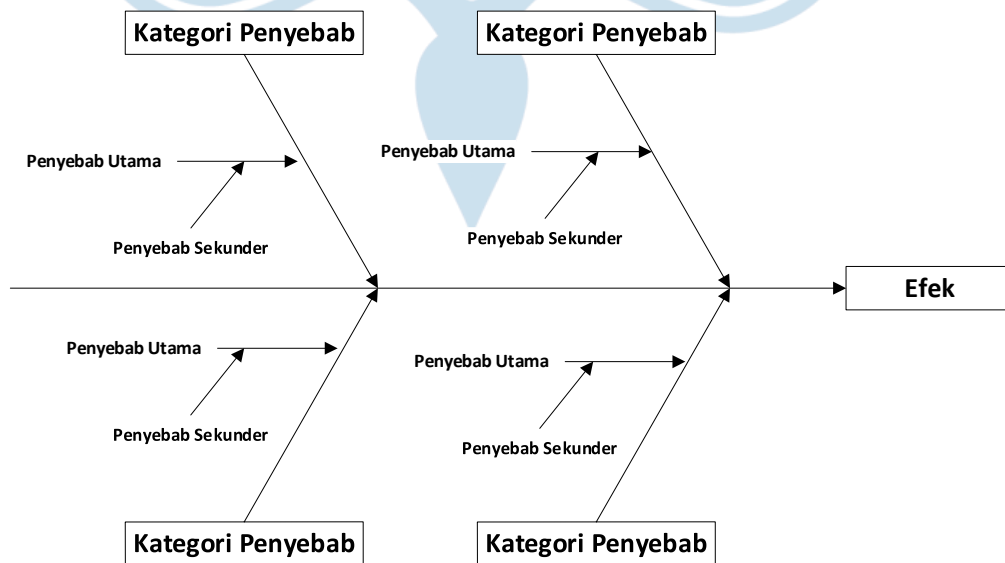
- i. Melakukan pemeriksaan kembali operasi *setup*. Hal tersebut bertujuan untuk melihat apakah terdapat aktivitas *external setup* namun diasumsikan sebagai *internal setup*.
- ii. Melakukan analisa cara-cara untuk mengonversi aktivitas *internal setup* ke *external setup*.

d. Tahap Ketiga

Tahap terakhir adalah melakukan perbaikan secara keseluruhan. Perbaikan tersebut dapat berupa penambahan tenaga kerja atau *material handling* untuk mereduksi waktu *internal setup* dan *external setup*.

2.2.3. Diagram *Fishbone*

Diagram *Fishbone* atau sebab akibat adalah diagram yang terdiri dari garis dan simbol menghubungkan antara penyebab-penyebab dan akibatnya (Besterfield, 2012). Diagram ini pertama kali diperkenalkan oleh Kaoru Ishikawa pada tahun 1943. Dalam diagram ini terdapat satu akibat dan enam kategori penyebab yaitu manusia, bahan baku, mesin, metode, pengukuran, dan lingkungan. Dari enam kategori tersebut dapat dijabarkan penyebab yang mendetail mulai dari penyebab utama, sekunder, sampai akar penyebab. Berikut Gambar 2.4. contoh diagram *Fishbone*.



Gambar 2.4. Contoh Diagram *Fishbone*

2.2.4. *Time Study* (Studi Waktu)

Time study atau studi waktu merupakan teknik pengukuran kerja untuk mencatat waktu sebuah aktivitas kerja atau elemen-elemen yang dikerjakan dalam kondisi tertentu (Kanawaty, 1992). Selain itu, *time study* digunakan untuk analisis data sehingga didapatkan waktu yang diperlukan operator melakukan pekerjaannya pada tingkat kinerja yang ditentukan. Alat pendukung metode *time study* terdiri dari *stopwatch*, *study board*, dan *time study forms*.

Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu pada saat melakukan observasi. Terdapat dua tipe *stopwatch* yaitu elektronik dan mekanikal. *Study board* merupakan papan datar yang digunakan untuk meletakkan *study forms*. Dimensi dari *study board* lebih baik menyesuaikan dengan panjang tangan sehingga penggunaannya tidak menyulitkan pemakai. *Time Study Forms* digunakan untuk mencatat data waktu dan deskripsi aktivitas. Umumnya, *form* ini berisi deskripsi elemen, pengukuran, dan durasi pengerjaan elemen. Optimalnya, isi dari *time study forms* dapat memuat data yang dibutuhkan oleh peneliti.

Kanawaty (1992) menjabarkan 8 langkah proses pembuatan *time study* sebagai berikut:

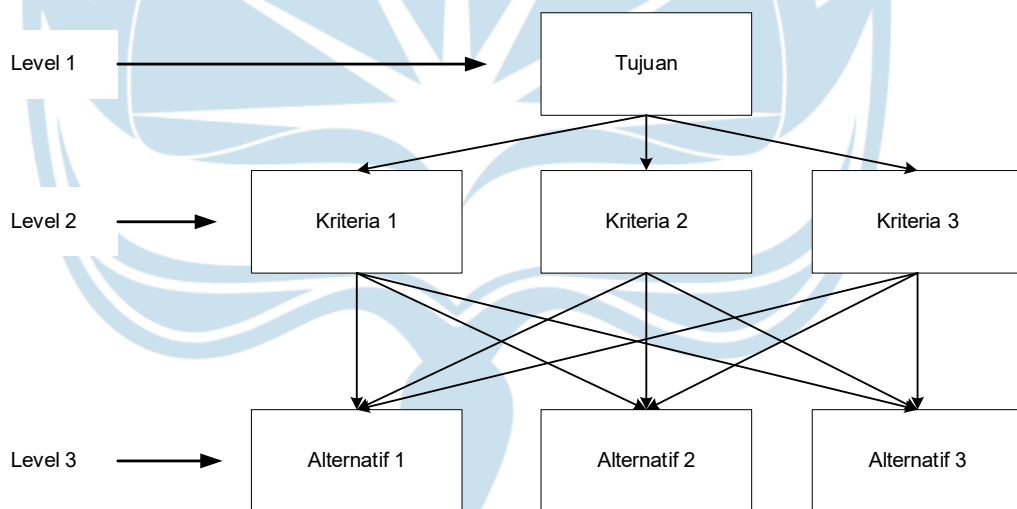
- a. Mengobservasi dan mencatat seluruh informasi mengenai pekerjaan yang dipilih dan kondisi sekitar lokasi kerja yang mungkin memengaruhi aktivitas kerja.
- b. Mencatat deskripsi lengkap aktivitas kerja dan memecah aktivitas menjadi beberapa elemen aktivitas.
- c. Melakukan pengecekan rincian elemen dan memastikan bahwa metode yang digunakan efektif. Setelah itu, menentukan ukuran *sample*.
- d. Mengukur menggunakan alat ukur waktu (*stopwatch*) dan mencatat waktu yang dibutuhkan oleh operator dalam mengeksekusi setiap elemen aktivitas.
- e. Bersamaan dengan aktivitas mengukur dan mencatat waktu, lakukan penilaian kecepatan yang efektif berdasarkan konsep pengamat terhadap penilaian standar.
- f. Melakukan perhitungan waktu yang telah diamati menjadi waktu baku.
- g. Menentukan kelonggaran untuk operator yang bekerja.
- h. Menentukan standar waktu untuk operasi atau pekerjaan yang dipilih.

2.2.5. Analytic Hierarchy Process

Analytic hierarchy process (AHP) merupakan pendekatan dasar dalam pengambilan keputusan yang bersifat rasional dan intuitif, untuk memilih alternatif terbaik hasil dari evaluasi dengan beberapa kriteria (Saaty & Vargas, 2012). Dalam pendekatan AHP, pengambil keputusan menilai perbandingan berpasangan. Selanjutnya, hasil penilaian digunakan untuk menentukan prioritas dan peringkat alternatif. Bentuk sederhana dalam penyusunan keputusan terdiri dari tiga level yaitu tujuan dari keputusan sebagai level teratas, kriteria keputusan sebagai level kedua, dan alternatif sebagai level ketiga yang nantinya akan dipilih.

Menurut Mubarak dan Munthafa (2017), tahapan metode *analytic hierarchy process* sebagai berikut:

- Menentukan tujuan (level 1), kriteria-kriteria tujuan (level 2), dan alternatif-alternatif (level 3).
- Membuat struktur hirarki berdasarkan level yang telah ditentukan. Berikut contoh struktur hirarki AHP.



Gambar 2.5. Contoh Struktur Hirarki AHP

- Membuat matriks perbandingan berpasangan atau *Pairwise Comparison*. Perbandingan berpasangan digunakan untuk membandingkan antar-kriteria. Berikut contoh matriks 3 x 3.

Tabel 2.1. Pairwise Comparison Matriks 3x3

	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3
Kriteria 1	1	K12	K13
Kriteria 2	K21	1	K23
Kriteria 3	K31	K32	1

- d. Membuat skala penilaian untuk mendefinisikan perbandingan antar-kriteria. Berikut contoh skala penilaian antar-kriteria.

Tabel 2.2. Skala Penilaian AHP

Nilai Kepentingan	Keterangan
1	Kedua kriteria sama pengaruhnya
3	Kriteria yang satu sedikit lebih berpengaruh dibandingkan dengan kriteria lainnya
5	Kriteria yang satu lebih berpengaruh dibandingkan dengan kriteria lainnya
7	Kriteria yang satu sangat berpengaruh dibandingkan dengan kriteria lainnya
9	Kriteria yang satu mutlak lebih berpengaruh dibandingkan dengan kriteria lainnya
2,4,6,8	Nilai antara kedua nilai kriteria berdekatan
Kebalikan	Jika salah satu kriteria mendapat nilai maka kriteria lainnya akan memiliki nilai berkebalikan dari kriteria pertama

- e. Menghitung nilai normalisasi dan menghitung *local weight*. Tujuan menghitung nilai normalisasi agar setiap elemen dan matriks memiliki nilai yang seragam. Berikut rumus perhitungan matriks normalisasi.

$$A_i = \frac{w_{ij}}{\sum w_j} \quad (2.7)$$

Keterangan:

- i = Baris ke-i (1, 2, 3, ..., n)
- j = Kolom ke-j (1, 2, 3, ..., n)
- A_i = Nilai normalisasi ke ij
- w_{ij} = Bobot ke ij
- $\sum w_j$ = Jumlah nilai j

Setelah menghitung normalisasi, langkah selanjutnya adalah menghitung *local weight* dengan cara merata-rata setiap baris matriks.

- f. Menghitung *Global priority* untuk menentukan prioritas kriteria dan alternatif terpilih. Berikut rumus perhitungan *Global priority*.

$$GP_i = \sum_{i=1} (LW_{ai,j} \times LW_{ki,j}) \quad (2.8)$$

Keterangan:

GP_i = *Global priority* ke-i

$LW_{ai,j}$ = *Local weight* alternatif ke-ij

$LW_{ki,j}$ = *Local weight* kriteria ke-ij

g. Menghitung menghitung vektor bobot. Berikut rumus perhitungan vektor bobot.

$$t = \frac{1}{n} \sum_{i=1} (W_i \times LW_{i,j}) \quad (2.9)$$

Keterangan:

t = Nilai konsistensi vektor bobot

n = Ukuran matriks

h. Menghitung *consistency index*. Berikut rumus perhitungan *consistency index*.

$$CI = \frac{t-n}{n-1} \quad (2.10)$$

Keterangan:

CI = *Consistency Index* (%)

i. Menghitung *consistency ratio*. Sebelum menghitung *consistency ratio*, langkah pertama adalah mencari nilai *Random Index*. Nilai *Random Index* didapatkan pada Tabel 2.3. *Random Index* (RI).

Tabel 2.3. *Random Index* (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Setelah mendapatkan nilai *Random Index* berdasarkan ukuran matriks, langkah terakhir adalah menghitung *consistency ratio*. Berikut rumus perhitungan *consistency ratio*.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.11)$$

Keterangan:

CR = *Consistency Ratio*

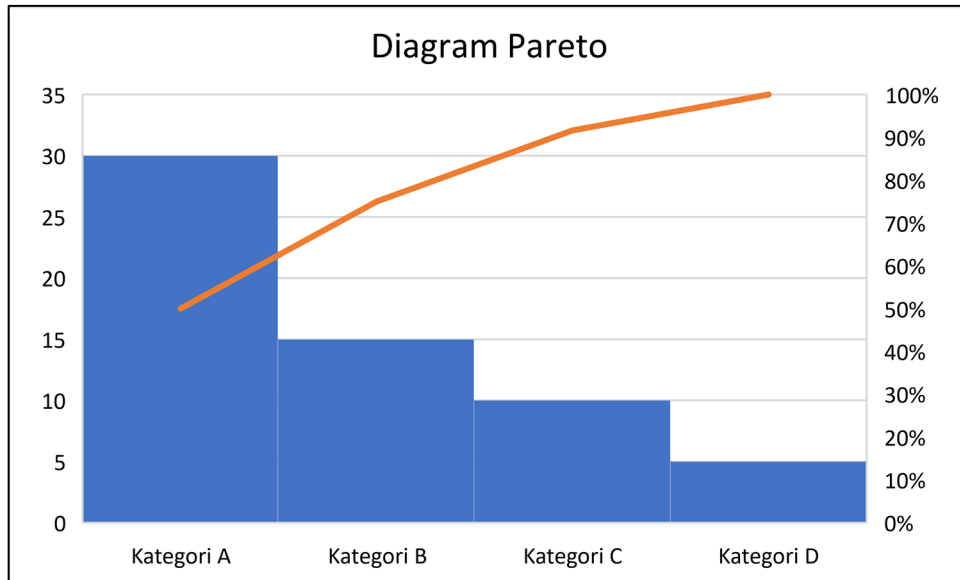
Jika nilai *consistency index* adalah 0, maka hirarki AHP sudah konsisten. Jika nilai *consistency ratio* di bawah 0,1, maka hirarki sudah cukup konsisten. Jika nilai *consistency ratio* di atas 0,1, maka hirarki tidak konsisten. Apabila hirarki tidak

konsisten, maka diperlukan pengambilan data ulang. Jika hirarki sudah konsisten, nilai *Global priority* alternatif tertinggi merupakan yang terpilih.

2.2.6. Diagram Pareto

Diagram pareto, merupakan suatu grafik urutan klasifikasi data mulai dari terbesar sampai terkecil, dapat mengidentifikasi permasalahan penting (Besterfield, 2012). Permasalahan penting dapat diidentifikasi berdasarkan urutan dan persentase dari total permasalahan yang ada. Pyzdek (2003) menjelaskan langkah-langkah untuk melakukan analisis Pareto sebagai berikut:

- a. Tentukan kategori Pareto untuk diagram yang akan dibuat. Penentuan kategori dapat dibuat berdasarkan *check sheets* dan *log sheets*.
- b. Pilih jangka waktu untuk analisis. Jangka waktu analisis harus cukup lama agar sebagai perwakilan dari kategori-kategori yang telah ditentukan.
- c. Identifikasi kejadian keseluruhan untuk setiap kategori dan menghitung total kejadiannya. Apabila terdapat kejadian di luar kategori yang telah ditentukan, kejadian tersebut dapat dimasukkan ke dalam kategori "lain-lain".
- d. Hitung persentase setiap kategori dengan membagi jumlah kejadian di setiap kategori dengan jumlah kejadian seluruhnya.
- e. Urutkan kategori mulai dari total kejadian terbanyak ke terkecil.
- f. Hitung persentase kumulatif dengan menambahkan persentase untuk setiap kategori dengan kategori sebelumnya.
- g. Buat diagram dengan ketentuan skala sumbu vertikal kiri dari nilai 0 sampai setidaknya nilai total kejadian keseluruhan dan skala sumbu vertikal kanan dari nilai 0 persen sampai 100 persen. Sumbu 100 persen sejajar dengan sumbu nilai total kejadian keseluruhan.
- h. Beri nama sumbu horizontal dengan nama setiap kategori. Penamaan kategori dari kiri merupakan kategori yang memiliki nilai kejadian terbanyak dan seterusnya.
- i. Gambar bentuk diagram batang mewakili jumlah kejadian setiap kategori. Tinggi dari diagram batang ditentukan oleh sumbu vertikal kiri.
- j. Gambar garis menunjukkan persentase kumulatif yang sudah dibuat pada kolom perhitungan tabel analisis Pareto.



Gambar 2.6. Diagram Pareto

2.2.7. Standard Operating Procedure dan Work Instruction

Menurut United States Environmental Protection Agency (2007), *Standard Operating Procedure* (SOP) merupakan suatu perangkat instruksi tertulis hasil dari dokumentasi aktivitas berulang atau rutin yang dijalankan oleh suatu organisasi. SOP memberikan informasi kepada setiap individu organisasi untuk melakukan pekerjaan yang benar. Pada umumnya, SOP dikelola oleh bagian penjaminan kualitas atau *Quality Assurance* (QA) suatu organisasi. Bagian penjaminan kualitas melakukan dokumentasi cara benar dari suatu kegiatan yang dilakukan. Hal tersebut dilakukan agar terdapat kesesuaian yang konsisten terhadap suatu syarat teknis sistem.

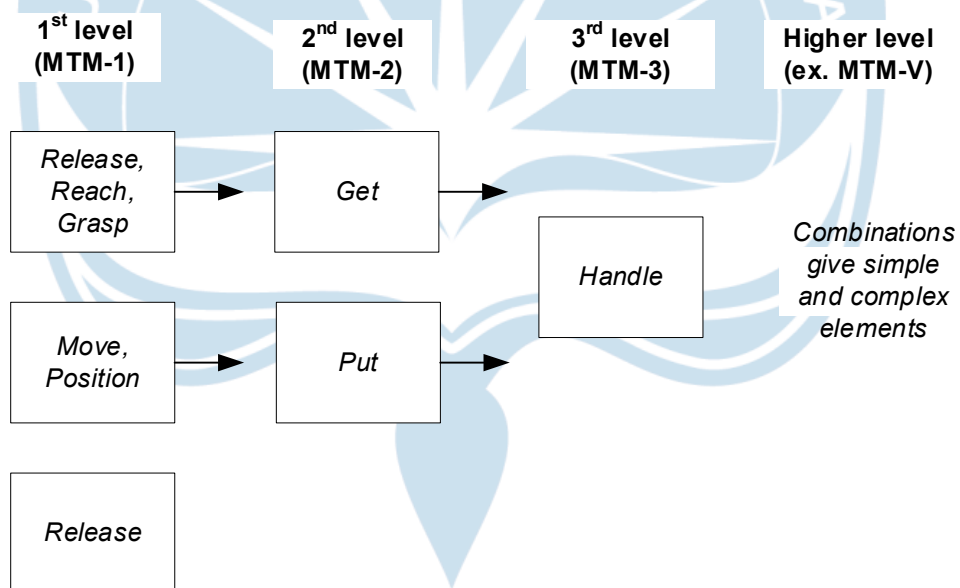
Menurut BPM Universitas Al Azhar Indonesia (2019), *work instruction* atau intruksi kerja adalah kumpulan langkah pekerjaan yang dilakukan oleh seseorang untuk menyelesaikan pekerjaan dengan aman dan menyeluruh. Instruksi kerja dibuat sebagai pendamping dari SOP untuk menjelaskan langkah instruksional secara rinci dan hanya melibatkan satu unit kerja saja. BPM UAI menjelaskan isi dokumen instruksi kerja meliputi lembar pengesahan, riwayat perubahan dokumen, dan komponen instruksi kerja.

Lembar pengesahan berisi nama sekaligus jabatan orang yang membuat, memeriksa, dan mengesahkan dokumen instruksi kerja. Riwayat perubahan dokumen berisi riwayat perubahan yang telah dilakukan, dilengkapi oleh tanda

tangan pihak yang mengesahkan. Komponen instruksi kerja berisi penjelasan ruang lingkup, definisi, dan pelaksana urutan intruksi kerja.

2.2.8. *Predetermined Time Standards*

Predetermined Time Standards (PTS) adalah teknik pengukuran berdasarkan gerakan manusia untuk menentukan waktu aktivitas pada tingkat kinerja yang ditentukan (Kanawaty, 1992). Komponen dasar PTS adalah gerakan dasar antara lain *reach* (menjangkau), *grasp* (memegang objek dengan jari), *move* (memindahkan objek), *position* (memosisikan objek), *release* (melepas objek), *body motions* (pergerakan kaki dan badan). Dalam sejarahnya, banyak variasi sistem PTS yang muncul seiring dan setelah perang dunia kedua. Dari banyaknya variasi, *Methods-Time Measurement* (MTM) merupakan metode yang paling banyak digunakan. MTM pertama kali dikembangkan oleh H. B. Maynard, G. J. Stegemerten, dan J. L. Schwab. Perkembangan MTM dibagi menjadi beberapa level seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Data Level PTS: Gerakan Dasar

(sumber: Kanawaty, 1992)

PTS level 2 (MTM-2) merupakan level terpopuler. Dalam penerapan MTM, satuan yang digunakan bukan sekon, menit, atau jam melainkan *Time Measurement Unit* (TMU). 1 TMU setara dengan 0,0006 menit atau 0,036 detik. Pada MTM-2, terdapat kategori gerakan dengan notasi atau kode dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Kategori Gerakan MTM-2

Kategori	Kode
<i>GET</i>	GA
	GB
	GC
<i>PUT</i>	PA
	PB
	PC
<i>REGRASP</i>	R
<i>APPLY PRESSURE</i>	A
<i>EYE ACTION</i>	E
<i>FOOT MOTION</i>	F
<i>STEP</i>	S
<i>BEND AND ARISE</i>	B
<i>WEIGHT FACTORS</i>	GW
	PW
<i>CRANK</i>	C

Penjelasan setiap kategori dan kode gerakan MTM-2 sebagai berikut:

a. *Get*

Get merupakan aksi menjangkau, mencengkeram, dan kemudian melepas objek dengan tangan atau jari. Terdapat 3 kode yaitu GA, GB, dan GC. GA merupakan kode gerakan menjangkau tanpa mencengkeram. GB merupakan kode gerakan menjangkau dan mencengkeram dengan tangan atau jari tertutup. Terakhir, GC merupakan gerakan menjangkau, mencengkeram, namun tangan atau jari tidak bisa tertutup.

b. *Put*

Put merupakan aksi memindahkan objek dari tujuan awal ke tujuan yang diinginkan dengan tangan atau jari. Terdapat 3 kode yaitu PA, PB, PC. PA merupakan kode gerakan memindahkan tanpa beraturan. PB merupakan kode gerakan memindahkan beraturan seperti meletakkan bola berdiameter 12cm ke lubang berdiameter 15cm. PC merupakan kode gerakan memindahkan barang secara presisi seperti memasukkan kunci ke lubang gembok.

c. *Regrasp*

Regrasp merupakan aksi mengganti gengaman atau cengkraman seperti memindahkan objek dari tangan kiri ke tangan kanan. Contoh lainnya adalah memindahkan posisi cengkraman seperti mencengkram menggunakan dua jari menjadi mencengkeram menggunakan seluruh jari.

d. *Apply Pressure*

Apply pressure merupakan aksi mengerahkan otot kepada objek. Contoh *apply pressure* adalah menekan tombol.

e. *Eye Action*

Eye action merupakan aksi mengenali objek yang mudah dibedakan atau mengubah pandangan.

f. *Foot Motion*

Foot motion merupakan aksi memindahkan kaki namun tidak mengubah posisi badan secara keseluruhan.

g. *Step*

Step merupakan aksi memindahkan kaki untuk memindahkan badan atau perpindahan kaki lebih dari 30cm.

h. *Bend and Arise*

Bend merupakan aksi untuk membungkukkan badan yang diikuti dengan *arise*. *Arise* merupakan aksi untuk mengangkat kembali badan ke posisi normal.

i. *Weight Factors*

Weight factors merupakan beban yang dipertimbangkan untuk gerakan *Get* dan *Put*. Faktor beban dibagi menjadi GW dan PW. GW (*get weight*) merupakan aksi yang diperlukan oleh otot lengan dan tangan untuk mengangkat beban. PW (*put weight*) merupakan aksi yang sama dengan GW namun digunakan untuk memindahkan objek yang memiliki beban.

j. *Crank*

Crank merupakan gerakan memindahkan objek dalam arah melingkar lebih dari setengah revolusi dari tangan atau jari.

Tabel nilai TMU untuk setiap kode gerakan yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Nilai TMU Setiap Kode Gerakan

Kode	Waktu dalam satuan TMU					
	GA	GB	GC	PA	PB	PC
-5	3	7	14	3	10	21
-15	6	10	19	6	15	26
-30	9	14	23	11	19	30
-45	13	18	27	15	24	36
-80	17	23	32	20	30	41
GW	1 per 1kg					
PW	1 per 5kg					
A	14					
R	6					
E	7					
C	15					
S	18					
F	9					
B	61					

Kode kategori *Get* dan *Put* memiliki skoring nilai TMU berdasarkan jarak jangkauan. Berikut Tabel 2.6 menunjukkan jarak jangkauan.

Tabel 2.6. Jarak Jangkauan *Get* dan *Put*

Jangkauan (cm)	Kode
0>x>5	-5
5>x>15	-15
15>x>30	-30
30>x>45	-45
x>45	-80

Contoh dari penggunaan kode MTM-2 sebagai berikut:

- Gerakan menjangkau pulpen dengan jarak 16cm dari badan dan mencengkeram dengan jari atau tangan tertutup ditulis kode GB30. Nilai TMU GB30 adalah 14 TMU atau setara dengan 0,504 detik waktu yang diperlukan.
- Gerakan memindahkan tabung besi berukuran diameter 12mm dan berat 5kg ke dalam lubang penyimpanan berukuran diameter 15mm sejauh 35cm ditulis dengan kode PC30 PW1. Nilai TMU dari kode tersebut adalah 31 TMU atau setara dengan 1,116 detik waktu yang diperlukan.

Kanawaty (1992) menjelaskan langkah-langkah menggunakan sistem MTM-2 dimulai dari memilih aktivitas operasi, mencatat informasi terkait pekerjaan yang dilakukan, menjabarkan aktivitas dalam elemen, dan menghitung nilai TMU.

Berikut contoh lembar estimasi MTM menggunakan deskripsi tangan kiri dan tangan kanan.

Lembar Estimasi Waktu MTM					
Aktivitas :					
Pemeta :					
Uraian Tangan Kiri	Kode	TMU	TMU	Kode	Uraian Tangan Kanan
Total TMU					0 (Menjumlah TMU terbesar disetiap baris)
Total Waktu (detik)					0,00 (TMU x 0,036)

Gambar 2.8. Contoh Lembar Estimasi Waktu MTM

