

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Kegiatan Peremukan Batugamping

Peremukan batugamping dimaksudkan untuk memperkecil ukuran material hasil penambangan yang masih berbentuk bongkah menjadi ukuran yang diharapkan pada proses selanjutnya. Kegiatan peremukan ini memerlukan beberapa peralatan, yaitu *hopper*, pengumpan (*feeder*), mesin peremuk (*crusher*), sabuk berjalan (*belt conveyor*), dan peralatan tambahan lain dimana saling berkaitan pada sistem kerjanya.

Proses peremukan batugamping di **PT Semen Indonesia (Persero), Tbk** unit Tuban-1 dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap awal setelah proses peledakan, batugamping hasil pembeaian yang berukuran maksimal 120 cm diangkut dengan *dump truck*. Material kemudian ditumpahkan ke *hopper*. Batugamping yang ditumpahkan ke *hopper* langsung masuk ke *wobbler feeder*.

Selanjutnya *wobbler feeder* ini mengumpankan material batugamping yang berukuran lebih besar dari 5 cm masuk ke *hammer mill* untuk dihancurkan menjadi material yang lebih halus ukurannya. Untuk material yang berukuran lebih kecil dari 5 cm akan diloloskan disela-sela *wobbler feeder*. Pada proses selanjutnya material hasil dari *hammer mill* dan material yang lolos dari *wobbler feeder* akan tertampung pada *belt conveyor* yang kemudian dialirkan menuju ke penampungan (*storage*). Pada *storage*, material yang ditampung dipisah menjadi 3 bagian. *Pile* yang menampung material batugamping *mix* akan dibagi kedalam 2 *pile*. Untuk material batugamping *correction* memiliki *pile* terpisah dari material *mix*.

3.2. Peralatan Pabrik Peremukan Batugamping

Proses produksi pada alat peremukan adalah merupakan kegiatan saling terkait dari beberapa peralatan, sehingga akan diperoleh ukuran yang dikehendaki oleh pabrik pengolahan berikutnya. Peralatan-peralatan yang digunakan pada unit alat peremuk, antara lain: *hopper*, pengumpan (*feeder*), alat peremuk (*crusher*), dan sabuk berjalan (*belt conveyor*).

3.2.1 Hopper

Hopper merupakan salah satu bagian dari instalasi peremuk batugamping. *Hopper* berfungsi sebagai tempat penampungan sementara dari material umpan, yang selanjutnya material tersebut diumpangkan ke alat peremuk oleh alat pengumpan (*wobbler feeder*). *Hopper* ini terbuat dari beton yang dilapisi oleh lembaran baja pada dinding-dindingnya dengan tujuan agar terhindar dari keausan akibat gesekan dan benturan dinding dengan batugamping. Kapasitas *hopper* dihitung berdasarkan volume trapesium yang terpancung, yaitu :

$$V_h = \frac{1}{3} t (L \text{ atas} + L \text{ bawah} + \sqrt{L \text{ atas} \times L \text{ bawah}}) \dots\dots\dots(1)$$

Setelah volume *hopper* diketahui, maka kapasitas *hopper* tersebut adalah :

$$K = V_h \times B_i \dots\dots\dots(2)$$

Di mana :

K = Kapasitas hopper (ton)

V_h = Volume hopper (m^3)

B_i = Bobot isi material berai (ton/m^3)

3.2.2 Pengumpan (*Feeder*)

1. Jenis Pengumpan

Pengumpan terletak pada dasar dari *hopper* yang merupakan tempat jatuhnya material umpan. Kegunaan pengumpan yaitu untuk membawa dan mengumpankan material dari *hopper* menuju ke alat peremuk (*crusher*). Alat ini dijalankan oleh operator dari ruang panel kontrol dengan tujuan memantau pemasukan umpan ke peremuk.

Feeder sebagai alat pengumpan material dari *hopper* ataupun dari ROM ke unit peremuk atau ke atas *belt conveyor* dengan kecepatan konstan. Penggunaan alat pengumpan bertujuan agar proses pengumpanan dari *hopper* menuju ke alat peremuk dapat berlangsung dengan laju yang konstan, tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil, sehingga dapat mencegah terjadinya penumpukan batubara atau tidak ada umpan di dalam *hopper* ataupun pada alat peremuk. Bentuk-bentuk pengumpan (*feeder*) yang sering digunakan dalam industri pertambangan antara lain Beberapa macam bentuk pengumpan :

- a. *Apron Feeder*, pengumpan yang berupa lembaran baja, masing-masing dihubungkan oleh *roller chain* (rantai berputar), *feeder* ini dirancang untuk memindahkan material yang berat dan besar dari *hooper* menuju ban berjalan atau ke unit peremuk.
- b. *Vibrating Feeder*, merupakan tipe pengumpan yang didesain untuk memisahkan batubara dari debu-debu halus hasil penambangan. Pengumpan tipe ini terdiri dari lembaran baja bergelombang dengan jarak tertentu. Cara kerjanya adalah berdasarkan getaran yang ditimbulkan oleh motor penggerak.
- c. *Belt Feeder*, merupakan pengumpan yang terdiri dari *belt* (sabuk) karet yang dihubungkan dengan *pulley* seperti pada *belt conveyor*.

- d. *Reciprocating Feeder*, merupakan tipe *pengumpan* yang cara kerjanya adalah mendorong material yang ada di dalam *hopper* dengan kecepatan teratur, pengumpan tipe ini terdiri dari alat pendorong yang terletak pada rel (jalur) yang dapat bergerak maju mundur secara teratur. Pengumpan ini biasanya dipakai pada alat peremuk sekunder.
- e. *Chain Curtain Feeder/Ross Feeder* adalah pengumpan yang menggunakan rantai yang menjulur di bawah *hopper* yang ditahan oleh lembaran baja, fungsinya adalah mengontrol pengumpanan pada alat peremuk primer dengan efek berat dari rantai tersebut.
- f. *Grizzly Feeder*, pengumpan yang dirancang untuk memindahkan material yang cara kerjanya lebih selektif, dimana material yang lolos (*undersize*) langsung masuk dan berjalan sedangkan yang tidak lolos (*oversize*) akan masuk ke alat peremuk.
- g. *Chain and Flight Feeder*, adalah pengumpan yang terdiri dari rangkaian *flight* (batangan baja) dengan ketebalan tertentu dan jarak tertentu yang berfungsi sebagai pendorong material menuju alat peremuk. *Flight* (batangan baja) tersebut dihubungkan dengan rangkaian rantai (*chain*) serta lantai yang berupa lembaran baja sebagai penahan material (*plate*).

Pabrik unit seksi operasi *crusher* Tuban-1 PT Semen Indonesia (Persero), Tbk pengumpan (*feeder*) yang digunakan adalah *wobbler feeder*.

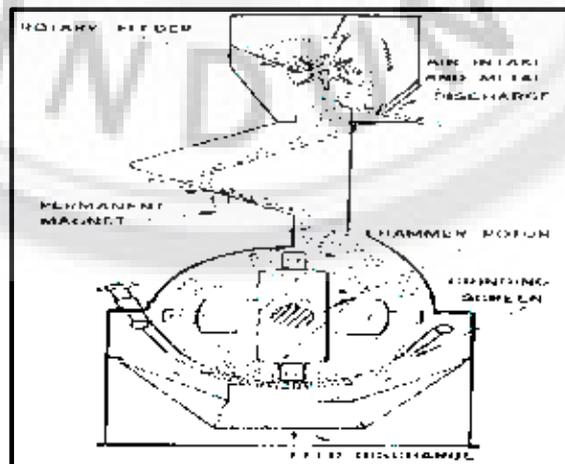
3.2.3 Mesin Peremuk (*Crusher*)

Mesin peremuk batugamping yang digunakan adalah berjenis *hammer mill* (Lampiran L). Kapasitas desain *hammer crusher* tersebut sebesar 700 ton/jam. *Hammer Mill* adalah sebuah alat penggiling yang mempunyai rotor yang dapat

berputar dan mempunyai alat pemecah berbentuk palu dimana palu-palu tersebut digantung pada suatu piringan/silinder yang dapat berputar dengan cepat.

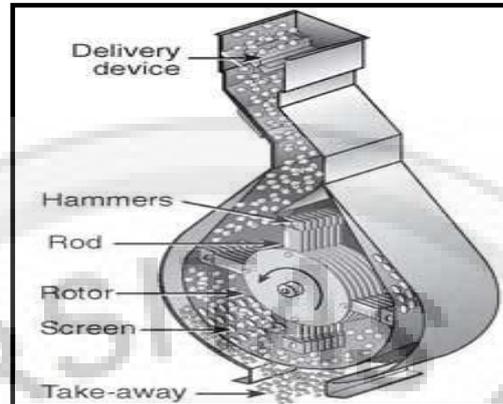
Alat ini juga dilengkapi dengan kisi-kisi/ ayakan yang juga berfungsi sebagai penutup lubang tempat keluarnya produk. Pemeriksaan dan perawatan baling-baling palu sangat penting karena berhubungan dengan mengubah baling-baling yang mempercepat tingkat putaran dan bergantung ada keras lunaknya obyek yang akan di giling. Adapun prinsip kerja *Hammer mill* :

- *Hammer Mill* bekerja dengan prinsip material yang masuk akan dihancurkan dengan digiling.
- Alatnya terdiri dari sejumlah pemukul yang terletak pada poros dan plate pemecah. Jika *feed* masuk melalui atas, maka material tersebut akan dipecah oleh palu-palu yang berputar dengan kecepatan tinggi ditekan terhadap *plate* pemecah.
- kemudian palu-palu pemukul akan memukul material berkali-kali yang di tahan terhadap plate pemecah, sehingga bahan tersebut hancur menjadi kecil-kecil sedangkan bagian bawah sudah disediakan ayakan untuk menyaring produk yang sudah hancur.



Gambar 3.1
Aliran Umpan

Kapasitas produksi dipengaruhi oleh jumlah *feed* per jam, berat jenis *feed* dan besarnya *setting* alat.



Gambar 3.2
Komponen Hammer Mill

1. Cara Kerja Mesin Peremuk

Peremukan batugamping merupakan tahap awal proses pengolahan dalam industri semen yang bertujuan mereduksi ukuran material sebagai umpan proses selanjutnya. Pada *hammer mill* tersebut memiliki satu buah *rotor* dengan sejumlah *hammer* yang berputar (lihat gambar 3.2). Prinsip kerja dari *hammer mill* adalah penghancuran batuan akibat adanya benturan yang ditimbulkan oleh batang-batang *hammer*. Bagian-bagian penting dari *hammer crusher* dalam proses peremukan adalah :

- a. *Rotor* : Peremukan material dimulai pada unit *rotor*, pada unit ini material langsung terpukul oleh *hammer bar*. Di mana *hammer* yang terpasang terdiri atas beberapa buah dan tersusun dalam beberapa baris. *Hammer* dalam satu baris dipasang pada sebuah *hammer bolt* yang diikat ujung-ujungnya dengan menggunakan *snap ring*. Sebuah *hammer bar* terpasang diantara *center disc* dan *end disc* pada sisi terluar tempat mengikat *snap ring*. Keseluruhan rangkaian dari bagian rotor dirakit menjadi satu pada sebuah

rotor shaft yang dapat berputar karena dihubungkan dengan *drive* unit pada salah satu ujungnya.

- b. *Hammer* berfungsi sebagai alat pemecah material dengan cara berputar dan memukul material. Terdapat beberapa buah *hammer* yang terpasang pada tiga buah pasak dan tersusun berderet pada *rotor* dan *hammer* tersebut digerakkan oleh mesin.
- c. *Breaker plate* merupakan lempengan baja yang berfungsi sebagai bidang tumpuan material yang akan dilancarkan oleh putaran *hammer mill*. Arah gerakannya berlawanan dengan *hammer mill*. Bagian ini juga digerakkan oleh mesin.
- d. *Cleaning Bar* merupakan dinding pemisah yang berbentuk lempengan baja dan lebih tipis dari *breaker plate*. Bagian ini dapat digerakkan searah dengan putaran *hammer crusher*, dipasang tegak di belakang *hammer* agar debu atau material tidak menempel pada dinding bagian belakang *hammer crusher*, disamping itu juga untuk mencegah agar pecahan material tidak terumpan jauh ke belakang.

2. Kapasitas Mesin Peremuk (*Hammer Crusher*)

Untuk menentukan kapasitas teoritis dari mesin peremuk (*hammer mill*) didasarkan pada perhitungan dengan rumus :

$$TA = T \times C \times M \times F \times G \dots \dots \dots (3)$$

Di mana :

TA : Kapasitas teoritis *hammer crusher* (ton/jam)

T : Kapasitas *hammer crusher* yang diberikan pada katalog (ton/jam)

C : Faktor untuk jenis batuan (lihat tabel 3.1)

M : Faktor untuk kandungan air dari material hubungannya dengan ukuran bukaan *crusher* (lihat tabel 3.2)

F : Faktor untuk distribusi ukuran butir material (lihat tabel 3.3)

G : Faktor untuk densitas (1 untuk 1,6 ton/m³)

Tabel 3.1
Faktor C Untuk Jenis Batuan

Karakteristik	Material	Pedoman Untuk Kuat Tekan	Faktor C
Batuan Keras	Kerikil keras, basalt,dll	2,500~4,000 kg/cm ²	0.8~0.9
Batuan Sedang	Andesite, granite,dll	1,000~2,500 kg/cm ²	1
Batuan Halus	Batugamping, marmar,dll	1,000 kg/cm ² maks.	1.1~1.2

Tabel 3.2
Faktor M Untuk Kandungan Air dari Material Hubungannya Dengan Ukuran Bukaannya Crusher

Ukuran Bukaannya (mm)	Faktor M
OSS > 100	1.0
OSS ≤ 100	0.9 ~ 0.95 (Jika kandungan air < 5 %)
OSS ≤ 100	0.8 ~ 0.9 (Jika kandungan air > 5%)

Tabel 3.3
Faktor F Untuk Distribusi Ukuran Butir Material

	Distribusi Ukuran Butir Material	Faktor F
Kuari	Material dihasilkan dengan peledakan, masih terdapat lumpur kering dan material lain.	1.1
Kuari (Bersih)	Material dihasilkan dari peledakan, tidak mengandung lumpur dan material lain	1.0
Kuari	Material dihasilkan dengan peledakan, dimana butiran yang lebih kecil dari ukuran bukaan crusher telah disaring dan dipindahkan sebelumnya	0.8
Bongkah-besar	Material mengandung bongkah-bongkah besar ukurannya kira-kira 50~80% dari umpan bukaan crusher	0.7 ~ 0.65

a. Perhitungan produksi unit peremuk berdasarkan waktu produktif

➤ Perhitungan target produksi unit peremuk perhari

$$\text{Target produksi perhari} = \frac{\text{target produksi perbulan}}{\text{hari kerja produktif 1 bulan}}$$

- Perhitungan nyata perjam

$$\text{Produksi nyata perjam} = \frac{\text{produksi rata-rata perhari}}{\text{waktu kerja nyata}}$$

3.2.4. Sabuk Berjalan (*Belt Conveyor*)

1. Sistem Kerja Sabuk Berjalan

Sabuk berjalan digerakkan oleh motor penggerak yang dipasang pada *head pulley*. Sabuk akan kembali ke tempat semula karena dibelokkan oleh *pulley* awal dan *pulley* akhir. Material yang didistribusikan melalui pengumpan akan dibawa oleh sabuk berjalan dan berakhir pada *head pulley*. Pada saat proses kerja diunit peremuk dimulai sabuk berjalan harus bergerak terlebih dahulu sebelum alat peremuk bekerja. Hal ini bertujuan mencegah terjadinya kelebihan muatan pada sabuk.

Sabuk berjalan sebagai salah satu bagian dari alat transportasi untuk mengangkut material produk akhir dari proses peremukan ke tempat pengolahan selanjutnya. Pada semen Indonesia di unit Tuban-1 terdiri dari 7 unit *belt conveyor* (Lampiran N). Pemakaian sabuk berjalan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu : sifat fisik, keadaan material, jarak pengangkutan, dan produksi.

a. Sifat Fisik dan Kondisi Material

Kemampuan sabuk berjalan dalam mengangkut material sangat berhubungan dengan material yang diangkutnya. Kondisi material tersebut antara lain :

- 1) Ukuran dan bentuk material

Sabuk berjalan dapat digunakan untuk mengangkut material yang mempunyai ukuran tidak terlalu besar. Hal ini disesuaikan dengan bentuk sabuk berjalan yang mempunyai penampang melintang yang

kecil. Untuk ukuran material yang kecil akan memudahkan dalam pengangkutan dan tidak mudah tumpah keluar dari sabuk. Agar memenuhi persyaratan tersebut maka batugamping hasil penambangan perlu diperkecil ukurannya.

Bentuk material dapat mempengaruhi kemampuan sabuk berjalan. Material dengan ukuran yang besar serta bentuknya yang menyudut akan lebih stabil kedudukannya pada sabuk berjalan bila dibandingkan dengan yang berbentuk bulat. Ukuran dan bentuk material berhubungan dengan ukuran yang besar serta bentuk yang menyudut akan meningkatkan *angle of surcharge*. *Angle of surcharge* yang tinggi akan menambah luas penampang material yang diangkut sehingga untuk kecepatan yang sama produksi sabuk berjalan akan meningkat.

2) Kandungan air

Kandungan air pada material dapat mempengaruhi kondisi sabuk berjalan. Material dengan kandungan air tinggi tidak dapat diangkut dengan sabuk berjalan yang memiliki kemiringan besar. Sebaliknya bila kandungan air terlalu sedikit, maka material yang terlalu kecil akan beterbangan.

Agar kandungan air tetap tidak bertambah yang diakibatkan oleh adanya air hujan, maka sabuk berjalan harus dilengkapi dengan penutup, sehingga dengan demikian kandungan air tetap.

3) Komposisi material

Material yang masuk ke alat peremuk batugamping berasal dari kuari. Material batugamping yang berada di kuari tidak hanya berupa batugamping saja tetapi juga tersisipi oleh tanah (*soil*). Pada saat kandungan air pada material batugamping besar, tanah akan menjadi

lengket. Apabila kondisi demikian maka dapat menyebabkan material lengket atau menempel pada *return idler*, sehingga jalannya sabuk akan bergelombang dan daya motor akan semakin bertambah besar.

b. Keadaan Topografi

Kondisi lapangan dapat mempengaruhi penggunaan sabuk berjalan. Untuk daerah dengan keadaan berbukit-bukit dimana kemiringan pada daerah tersebut cukup besar, maka dibandingkan dengan lori atau *truck* dalam mengangkut material, sabuk berjalan lebih memungkinkan untuk digunakan karena dalam mengatasi kemiringan kemampuan sabuk berjalan lebih besar, yaitu dapat mencapai 30%-35%. Hal ini dapat digunakan sebagai alternatif dalam pemilihan suatu alat angkut.

c. Jarak Pengangkutan

Sabuk berjalan dapat digunakan untuk mengangkut material jarak dekat maupun jarak jauh. Untuk pengangkutan jarak jauh sabuk berjalan dibuat dalam beberapa unit. Sehubungan dengan jarak pengangkutan, maka sabuk berjalan lebih memungkinkan digunakan daripada truk, untuk mengangkut material dari unit peremuk ke penimbunan.

d. Produksi

Hasil kerja pengangkutan material dengan sabuk berjalan berlangsung berkesinambungan, sehingga dengan demikian dapat menghasilkan produksi sabuk berjalan yang besar. Tetapi jika pada suatu saat sabuk berjalan mengalami kerusakan, maka produksi akan menjadi sangat menurun atau bahkan tidak bisa memproduksi sama sekali. Dengan demikian pertimbangan terhadap kemungkinan ini perlu dilakukan dalam penggunaan sabuk berjalan.

2. Bagian-bagian Sabuk Berjalan

Sabuk berjalan adalah alat angkut material secara berkesinambungan, baik dalam posisi mendatar maupun miring. Sabuk berjalan terdiri dari ban yang mengelilingi roda gerak awal dan roda gerak ujung yang menghampar di atas *roll*. Bagian-bagian terpenting dari sabuk berjalan dapat dibagi kedalam dua kelompok bagian, yaitu :

a. Bagian-bagian yang bergerak

- 1) *Pulley* adalah suatu *roll* atau silinder yang berputar pada sumbunya dan terletak pada ujung dari rangka sabuk berjalan.
- 2) Sabuk atau Ban, berfungsi untuk membawa material yang diangkut dari suatu tempat ke tempat lain. Sabuk tersebut terbuat dari campuran karet dan beberapa lapis tenunan benang kapas (*ply*) yang membentuk suatu carcass agar kuat serta tahan terhadap tegangan-tegangan dalam sabuk berjalan. Lapisan anyaman tenunan-tenunan benang tertutup perekat sehingga merupakan suatu kesatuan yang kokoh. Jenis khusus sabuk adalah dengan benang-benang rayon, nylon ataupun kabel-kabel baja atau kawat baja agar diperoleh kekuatan ban yang lebih besar.
- 3) *Idler*, berfungsi untuk menahan dan menyangga sabuk. Pemilihan terhadap diameter dan ukuran *bearing* dan *shaft* mendasarkan pada : perawatan, kondisi operasi, muatan , dan kecepatan ban.
- 4) Motor Penggerak (*Drive Unit*), berfungsi menggerakkan *drive pulley* dan biasanya dilengkapi dengan sistem perpindahan roda gigi.

b. Bagian-bagian Yang Tetap

- 1) Kerangka (*frame*), berfungsi untuk menyangga rangkaian sabuk sehingga muatan dapat diangkut dengan aman.

- 2) Penegang (*Take-Up*), berfungsi untuk membentuk sabuk sehingga muatan diatas *idler* dapat berjalan dengan baik serta untuk menghindari terjadinya selip antara ban dengan *pulley* penggerak
- 3) *Centering device*, berfungsi untuk mencegah agar sbuk tidak meleset dari *roller* sehingga sabuk tetap berjalan pada alur alur dengan baik.
- 4) *Loading Skirt*, digunakan untuk mencegah muatan jangan sampai tercecer pada *loading point*.
- 5) *Belt Cleaner* atau *Scraper*, untuk membersihkan material lengket yang digunakan yang menempel pada sabuk dan dipasangkan pada permukaan sabuk setelah *head pulley*.
- 6) *Chute* atau Corong, adalah alat yang digunakan untuk menumpahkan material dan megarahkan ke tempat tertentu.

3. Kapasitas Sabuk Berjalan

Untuk mengetahui kapasitas nyata dilakukan pengamatan pengangkutan beban oleh *belt* pada sensor timbangan yang dipasang pada *belt* dihitung dengan menggunakan persamaan

$$Q_o = \frac{60 \times q \times V}{1000 \times L} \dots\dots\dots(4)$$

Di mana :

Q_o : Kapasitas nyata sabuk berjalan (ton/jam)

q : Berat conto yang diambil (kg/m^2)

V : Kecepatan sabuk berjalan (m/menit)

L : Panjang pengambilan conto (m)

3.3 Ketersediaan Alat Peremuk

Ada beberapa pengertian yang dapat menunjukkan keadaan peralatan sesungguhnya dan efektifitas pengoperasiannya (Partanto, 1993), antara lain :

1. *Mechanical Availability (MA)*

Mechanical Availability adalah suatu cara untuk mengetahui kondisi peralatan yang sesungguhnya dari alat yang dipergunakan. Persamaannya adalah :

$$MA = \frac{w}{w+r} \times 100\%$$

dimana :

W = Jumlah jam kerja, yaitu waktu yang dibebankan kepada suatu alat yang dalam kondisi yang dapat dioperasikan, artinya tidak rusak. Waktu ini meliputi pula tiap hambatan (*delay time*) yang ada.

R = Jumlah jam untuk perbaikan dan waktu yang hilang karena menunggu saat perbaikan termasuk juga waktu untuk penyediaan suku cadang serta waktu untuk perawatan preventif.

2. *Physical Availability (PA)*

Physical Availability adalah catatan ketersediaan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan. Persamaannya adalah :

$$PA = \frac{w+s}{w+r+s} \times 100\%$$

dimana :

S = Jumlah jam suatu alat yang tidak dapat dipergunakan, akan tetapi alat tersebut tidak dalam keadaan rusak dan siap untuk dioperasikan.

3. *Use of Availability (UA)*

Angka *Use of Availability* biasanya dapat memperlihatkan seberapa efektif suatu alat yang sedang tidak rusak untuk dapat dimanfaatkan, hal ini dapat

dijadikan suatu ukuran seberapa baik pengelolaan pemakaian peralatan.

Persamaannya adalah :

$$UA = \frac{w}{w+s} \times 100\%$$

4. *Effective Utilization* (Eut)

Effective Utilization merupakan cara untuk menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia yang dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. Persamaannya adalah :

$$Eut = \frac{w}{w+r+s} \times 100\%$$

3.4 Efisiensi kerja

Efisiensi kerja adalah perbandingan waktu kerja efektif terhadap waktu yang tersedia. Waktu efektif yang digunakan adalah waktu untuk produksi berarti ada kehilangan waktu yang disebabkan oleh adanya hambatan-hambatan selama jam kerja. Dengan menghitung hambatan, maka jam kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$We = Wt - Wh$$

Keterangan :

We = Waktu kerja efektif

Wt = Waktu kerja tersedia

Wh = Waktu hambatan

Waktu produksi efektif yang diperoleh digunakan untuk menghitung efisiensi kerja dengan persamaan :

$$\text{Efisiensi} = \frac{We}{Wt} \times 100\%$$

Keterangan :

E = Efisiensi

We = waktu kerja efektif

Wt = Waktu kerja tersedia

3.5 Metoda Statistik Untuk Menentukan Harga Rata-rata

3.5.1 Ukuran Pemusatan Data

Salah satu aspek yang paling penting untuk menggambarkan distribusi data adalah nilai pusat data pengamatan (*Central Tendency*). Setiap perhitungan data menggambarkan suatu nilai yang mewakili nilai pusat atau nilai sentral dari suatu gugus data (himpunan pengamatan) dikenal sebagai ukuran pemusatan data (tendensi sentral). Ukuran pemusatan data terdiri dari data tunggal ataupun data yang sudah dikelompokkan dalam tabel distribusi frekuensi. Terdapat tiga ukuran pemusatan data yang sering digunakan, yaitu: mean, median, modus.

1. Mean (Rata-Rata Hitung)

Rata-rata hitung atau istilah mean merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk menggambarkan ukuran tendensi sentral. Mean dihitung dengan menjumlahkan semua nilai data pengamatan kemudian dibagi dengan banyaknya data. Definisi tersebut dapat di nyatakan dengan persamaan untuk data tunggal ataupun data kelompok dari distribusi frekuensi.

a. Rata-Rata Hitung (*Mean*) Data Tunggal

Nilai rata-rata dari data yang sudah dikelompokkan bisa dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\bar{x} = \frac{f_1x_1 + f_2x_2 + \dots + f_nx_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n} = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i}$$

Keterangan:

Σ = lambang penjumlahan semua gugus data pengamatan

f_i = frekuensi data ke- i

n = banyaknya sampel data

\bar{x} = nilai rata-rata sampel

b. Mean Data Distribusi Frekuensi

Rata-rata hitung dari data yang sudah disusun dalam bentuk tabel distribusi frekuensi dapat ditentukan dengan menggunakan formula yang sama dengan formula untuk menghitung nilai rata-rata dari data yang sudah dikelompokkan, yaitu:

$$\bar{x} = \frac{\Sigma f_i x_i}{\Sigma f_i}$$

Keterangan:

Σ = lambang penjumlahan semua gugus data pengamatan

f_i = frekuensi data ke- i

\bar{x} = nilai rata-rata sampel

2. Median

Median dari n pengukuran atau pengamatan x_1, x_2, \dots, x_n adalah nilai pengamatan yang terletak ditengah gugus data setelah data tersebut diurutkan. Apabila banyaknya pengamatan (n) ganjil, median terletak tepat ditengah gugus data, sedangkan bila (n) genap, median diperoleh dengan cara interpolasi yaitu rata-rata dari dua data yang berada di tengah gugus data. Median tidak dipengaruhi oleh nilai-nilai aktual dari pengamatan melainkan pada posisi mereka. Prosedur untuk menentukan nilai median, pertama urutkan data terlebih dahulu, kemudian ikuti salah satu prosedur berikut ini:

- Banyak data ganjil → mediannya adalah nilai yang berada tepat di tengah gugus data.
- Banyak data genap → mediannya adalah rata-rata dari dua nilai data yang berada di tengah gugus data.

a. Median Data Tunggal

Untuk menentukan median dari data tunggal, terlebih dulu kita harus mengetahui letak/posisi median dengan rumus :

- 1) Jika n data ganjil

$$Me = \frac{X_{n+1}}{2}$$

- 2) Jika n data genap

$$Me = \frac{X_{1n} + X_{2N}}{2} + 1$$

Dimana, Me = Median, X_n = banyaknya data pengamatan ke-n

b. Median Dalam Distribusi Frekuensi

Rumus untuk menentukan median dari tabel distribusi frekuensi adalah sebagai berikut:

$$Me = b + p \left(\frac{\frac{1}{2}n - F}{f} \right)$$

Keterangan,

b = Batas bawah kelas median dari kelas selang yang mengandung unsur atau memuat nilai median

p = Panjang kelas median

n = Banyak data

f = Frekuensi kelas median

F = Jumlah semua frekuensi dengan tanda kelas lebih kecil dari kelas median ($\sum f_i$)

3. Modus

Modus adalah data yang paling sering muncul/terjadi. Untuk menentukan modus, pertama susun data dalam urutan meningkat atau sebaliknya, kemudian hitung frekuensinya. Nilai yang frekuensinya paling besar (sering muncul) adalah modus.

a. Modus Data Tunggal

Modus dari data yang belum dikelompokkan adalah ukuran yang memiliki frekuensi tertinggi sering muncul.

b. Modus Dalam Distribusi Frekuensi

Rumus untuk menentukan modus dari tabel distribusi frekuensi adalah sebagai berikut:

$$Mo = b + p \left(\frac{b_1}{b_1 + b_2} \right)$$

Keterangan,

Mo = modus (kelas yang memuat modus)

b = batas bawah kelas modus

p = panjang kelas modus

b_{mo} = frekuensi dari kelas yang memuat modus (yang nilainya tertinggi)

b_1 = $b_{mo} - b_{mo-1}$ = frekuensi kelas modus – frekuensi kelas sebelumnya

b_2 = $b_{mo} - b_{mo+1}$ = frekuensi kelas modus – frekuensi kelas sesudahnya

3.5.2 Distribusi Frekuensi

Salah satu cara untuk menentukan harga rata-rata dapat digunakan distribusi frekuensi. Data yang telah dikumpulkan, kemudian disusun kembali kedalam suatu tabel frekuensi. Cara membuat tabel distribusi frekuensi adalah sebagai berikut :

1. Menentukan banyaknya kelas yang diperlukan, dapat digunakan rumus sesuai dengan aturan "Sturges" yaitu :

$$K = 1 + 3,3 \log N$$

Dimana : K = Banyaknya kelas

N = Banyaknya data dari pengamatan

2. Menentukan rentang

Rentang = Data terbesar – Data terkecil

3. Menentukan panjang kelas interval

$$\text{panjang kelas interval} = \frac{\text{rentang}}{\text{banyak kelas}}$$

4. Menentukan nilai tengah

$$\text{nilai tengah} = \frac{\text{batas kelas terendah} + \text{batas kelas nilai tertinggi}}{2}$$

5. Lalu mencari harga rata-rata (*mean*)

$$\bar{x} = \frac{\sum f_i \cdot x_i}{\sum f_i}$$

Dimana : X = Harga rata-rata

$\sum F_i$ = Frekuensi

X_i = Nilai tengah

6. Menentukan perbaikan waktu hambatan

Perbaikan waktu hambatan menggunakan modus data frekuensi distribusi.

$$M_o = b + p \left(\frac{b_1}{b_1 + b_2} \right)$$