

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan *Bucket Wheel Excavator* (B.W.E.)

Menurut Feri Yuliansyah (lit.22, 2012), B.W.E. adalah alat berat yang digunakan pada *surface mining*, dengan fungsi utama sebagai mesin penggali terus menerus (*continuous digging machine*) dalam skala besar pada penambangan terbuka. Sistem pengoperasiannya paling efektif digunakan di tanah lunak yang tidak banyak mengandung batuan keras seperti halnya di tambang batubara. Komponen utama B.W.E. adalah roda berputar besar (*bucket wheel*) yang seperti piringan besar pada sebuah lengan raksasa secara vertikal dengan beberapa ember besi/baja (*bucket*) bergigi-gigi logam di bagian ujung *bucket*.



Gambar 2.1 *Bucket Wheel Excavator* (B.W.E.)

Sumber: [lit.11, 2015]]

Penggalian pada B.W.E. dilakukan oleh sebuah *arm* yang diujungnya terdapat roda besar dimana di sekelilingnya dipasang mangkuk-mangkuk (*bucket*). *Arm* beserta mangkuk-mangkuknya yang berputar pada rodanya ditekan ke arah material yang akan diangkut. Setelah mangkuk-mangkuk tersebut terisi penuh, selanjutnya ditumpahkan ke *belt conveyor* yang sudah terpasang sebagai alat angkut. Jumlah *bucket* yang banyak maka penggalian dengan B.W.E. dapat dilakukan secara terus menerus (*continuous*). Disamping itu karena hasil penggaliannya langsung dimuat ke alat angkut yang biasanya berupa rangkaian

belt conveyor atau *belt wagon*, maka B.W.E. juga berfungsi sebagai alat muat. Kelebihan B.W.E. dapat memberikan tingkat produksi yang tinggi karena kerjanya yang terus menerus dan mesin raksasa ini dioperasikan dengan sistem hidrolik. Kelemahan pada B.W.E. ialah pada harga alat yang sangat tinggi dan karakteristik mesin yang hanya cocok digunakan di tanah yang relatif lunak.

2.1.1 Bagian-Bagian *Bucket Wheel Excavator* (B.W.E.)

Bagian-bagian B.W.E terdiri dari:

1. *Bucket Wheel*

Bucket wheel digunakan sebagai pengeruk material yang terbuat dari baja dan dilengkapi gigi-gigi pada bagian depan *bucket*-nya.



Gambar 2.2 *Bucket Wheel*
Sumber:[lit. 12, 2015]

2. *Arm Depan*

Arm depan digunakan sebagai penyangga *bucket wheel* dan sebagai penyangga *belt conveyor*.



Gambar 2.3 *Arm Depan*
Sumber: [lit. 14, 2015]

3. *Belt Conveyor*

Belt conveyor digunakan sebagai penyalur material hasil galian menuju *stock pile*.



Gambar 2.4 *Belt Conveyor*
Sumber: [lit. 15, 2015]

4. *Undercarriage*

Undercarriage digunakan sebagai sistem penggerak dari *bucket wheel excavator* itu sendiri.



undercarriage

Gambar 2.5 *Undercarriage*
Sumber: [lit.20, 2015]

5. *Arm Belakang*

Arm belakang digunakan sebagai penyangga *motor crane* dan sebagai penyangga *belt conveyor*.



Gambar 2.6 *Arm Belakang*
Sumber: [lit. 14, 2015]

6. *Motor Crane*

Motor crane digunakan sebagai penyuplai tenaga guna menggerakkan *crane*.



Gambar 2.7 *Motor Crane*
Sumber: [lit.14, 2015]

7. Kabel Baja/*Sling*

Kabel baja/*sling* digunakan sebagai media penggerak *arm* naik dan turun.



Gambar 2.8 Kabel Baja/*Sling*
Sumber: [lit.16, 2015]

2.1.2 Cara kerja B.W.E.

Penggalian pada B.W.E. dilakukan oleh sebuah *arm* yang diujungnya terdapat roda besar dimana di sekelilingnya dipasang mangkuk-mangkuk (*bucket*). *Arm* beserta mangkuk-mangkuknya yang berputar pada rodanya ditekan ke arah material yang akan diangkut. Setelah mangkuk-mangkuk tersebut terisi penuh, selanjutnya ditumpahkan ke *belt conveyor* yang sudah terpasang sebagai alat angkut. Jumlah *bucket* yang banyak maka penggalian dengan B.W.E. dapat dilakukan secara terus menerus (*continuous*). Disamping itu karena hasil penggaliannya langsung dimuat ke alat angkut yang biasanya berupa rangkaian *belt conveyor* atau *belt wagon*, maka B.W.E. juga berfungsi sebagai alat muat.



Gambar 2.9 *Bucket Wheel Excavator*
Sumber: [lit.11, 2015]

Kelebihan B.W.E. dapat memberikan tingkat produksi karena kerjanya yang terus menerus dan mesin raksasa ini dioperasikan dengan sistem hidrolik. Kelemahan pada B.W.E. adalah pada harga alat yang sangat tinggi dan karakteristik mesin yang hanya cocok digunakan di tanah yang relatif lunak.

2.2 Perbandingan *Prototype* B.W.E. Sebelumnya dengan Modifikasi

Antara simulator sebelumnya dan modifikasi tentunya banyak sekali perbedaan, baik dalam spesifikasi komponen alat maupun kinerjanya. Pada bagian

ini akan dijelaskan secara khusus untuk setiap perbedaan tersebut. Perbandingan antara alat *prototype* yang lama dengan yang baru ialah sebagai berikut:

2.2.1 Perbandingan Spesifikasi

Berikut ini merupakan tabel perbandingan spesifikasi rancang bangun *prototype* B.W.E. sebelumnya dengan *prototype* setelah dimodifikasi, antara lain.

Tabel 2.1 Perbandingan Spesifikasi

No	Bagian	Prototype Sebelumnya	Prototype Modifikasi
1	Arm Depan	- Alumunium (<i>hollow</i>) - Bucket menggunakan bahan seng	- Alumunium (<i>hollow</i>) - Bucket depan menggunakan bahan <i>acrylic</i>
2	Arm Belakang	- Alumunium (<i>hollow</i>)	- Alumunium (<i>hollow</i>)
3	Undercarriage	- Aluminium (<i>Hollow</i>) dan statis	- Menggunakan penggerak model <i>crawler</i> - Bahan <i>crawler/track</i> menggunakan rantai dan <i>acrylic</i>
4	Conveyor	- Bahan dasar lapis kulit	- Karpet plastic
5	Sumber penggerak	- Motor listrik DC	- Motor listrik DC
6	Sumber penyuplai energi	- Arus listrik AC yang diubah menjadi arus DC	- Baterai kering 12 V
7	Elektronik	-Motor Servo 360° -Gearbox Motor DC -Microcontroller Atmega 8 -Transformator	- Motor power window - Motor DC gear - Microcontroller Atmega 8 - Hi – Bridge motor driver - L293D Driver Motor

2.2.2 Perbandingan Kinerja Alat

Berikut ini merupakan tabel perbandingan kinerja alat *prototype* yang lama dengan *prototype* yang baru

Tabel 2.2 Perbandingan Kinerja Alat

No	Bagian	Prototype Sebelumnya	Prototype Modifikasi
1	Arm Depan	- Mampu bergerak naik turun	- Mampu bergerak naik turun
2	Arm Belakang	- Statis	- Statis
3	Undercarriage	- Tidak memiliki <i>undercarriage, statis</i>	- Memiliki <i>undercarriage</i> - Bergerak <i>mobile</i>
4	Conveyor	- Hanya pada bagian <i>arm</i> depan	- Dari <i>arm</i> depan ke <i>arm</i> belakang
5	Elektronik	<ul style="list-style-type: none"> - Motor Servo 360° berfungsi sebagai penggerak <i>swing</i> landasan rangka - Gearbox Motor DC Sebagai pengganti motor <i>sling</i> dan pompa hidrolik yang digunakan untuk memberikan tekanan pada fluida - Microcontroller Atmega 8 Sebagai pusat Control B.W.E. - Transformator Sebagai penurun tegangan listrik pada B.W.E. 	<ul style="list-style-type: none"> - Motor power window Berfungsi untuk menggerakkan roda <i>track</i>. - Motor DC gear Berfungsi untuk menaik-turunkan lengan atau <i>arm</i>, memutar <i>bucket wheel</i>, menggerakkan <i>belt conveyor</i>, dan menggulung tali <i>sling</i> - Controller Sebagai pengendali gerak B.W.E (<i>remote</i>) - Hi – Bridge motor driver Switching (<i>ampere</i> besar) - L293D Driver Motor Switching (<i>ampere</i> kecil)

2.3 Hidrolik *Excavator*

- **Pengertian Hidrolik *Excavator***

Hidrolik *excavator* adalah suatu peralatan konstruksi berat yang berfungsi sebagai alat gali dan angkut.



2.10 *Excavator*
 umber: [lit.17, 2015]

- **Bagian-Bagian Hidrolik *Excavator***

Bagian-bagian hidrolik *excavator* terdiri dari:

- | | |
|------------------|--------------------------|
| 1. <i>Boom</i> | 4. <i>Undercarriage</i> |
| 2. <i>Bucket</i> | 5. <i>Operator Cabin</i> |
| 3. <i>Arm</i> | 6. <i>Actuator</i> |



Gambar 2.11 *Hidrolik Excavator*
 Sumber: [lit 13, 2015]

▪ Cara kerja Hidrolik *Excavator*

Hidrolik *Excavator* beroperasi dengan menggunakan sistem hidrolik untuk menggerakkan peralatan kerjanya. Hidrolik *excavator* bekerja mengeruk material dengan menggunakan sebuah *bucket*. *Bucket* tersebut terpasang pada bagian yang disebut *arm*. *Arm* merupakan bagian penghubung yang fungsinya hampir sama dengan lengan manusia. Bagian *boom* adalah bagian lengan yang terpanjang yang dapat bergerak naik dan turun. Semua pergerakan dari *boom*, *arm* dan *bucket* digerakan oleh silinder *actuator*.

Keunggulan hidrolik *excavator* adalah mampu beroperasi dalam medan yang cukup sulit dengan tingkat jangkauan gali serta gerak alat yang cukup luas. Bagian *bucket* hidrolik *excavator* juga dapat diganti dengan alat *attachment* lain sesuai dengan fungsi kerja yang variatif. Kelemahan hidrolik *excavator* sebagai alat pengeruk adalah jumlah kapasitas *bucket* yang terbatas sesuai ukuran kerjanya. Hidrolik *excavator* hanya bekerja sebagai alat keruk dan tidak diperuntukan sebagai alat pemindah material jarak jauh. Diperlukan peralatan berbeda untuk mengangkat hasil galian dari hidrolik *excavator* ke tempat lain seperti *dump truck*.



Gambar 2.12 Proses Penggalian
Sumber: [lit.18, 2015]

2.4 *Undercarriage Excavator*

- **Pengertian *Undercarriage***

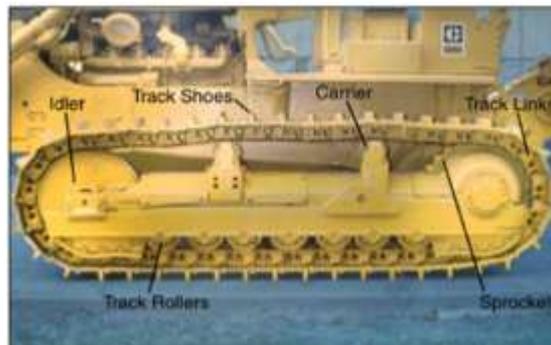
Undercarriage merupakan bagian bawah pada alat berat yang berfungsi sebagai sarana transposisi atau pemindahan posisi alat berat.



Gambar 2.13 *Undercarriage*
Sumber: [lit. 20, 2015]

- **Bagian – Bagian Pada *Undercarriage***

- | | |
|--------------------|------------------------|
| 1. <i>Carrier</i> | 4. <i>Track Shoe</i> |
| 2. <i>Idler</i> | 5. <i>Track Roller</i> |
| 3. <i>Sprocket</i> | 6. <i>Track link</i> |



Gambar 2.14 *Undercarriage*
Sumber: [lit.19, 2015]

- **Cara kerja *Undercarriage***

Undercarriage bekerja dengan memanfaatkan tenaga dan putaran dari *engine*, putaran dan tenaga dari *engine* kemudian diteruskan ke *final drive* melalui *main clutch*. *Final drive* kemudian memutar *sprocket*, *sprocket* kemudian menggerakkan *track shoe assembly*, *track shoe assembly* kemudian bergerak menuju *idler* dengan melewati *carrier roller* sebagai

penahan dan pengarah gerakan *track shoe assembly*, pergerakan *track shoe assembly* kemudian kembali menuju *sprocket* dengan melalui *track roller* yang berfungsi sebagai pembagi berat unit ke tanah agar *track shoe assembly* selalu menapak tanah dengan merata, dan begitu seterusnya berulang – ulang.

Keunggulan dari *undercarriage* adalah mampu beroperasi hampir diseluruh medan dan jenis tanah yang berbeda seperti tanah yang keras, tanah yang berbatu, bahkan rawa – rawa, hanya dengan mengganti *track shoe assembly* sesuai dengan medan dan jenis tanah tempat *undercarriage* beroperasi. Contohnya apabila unit atau *undercarriage* beroperasi di tanah yang berair atau rawa – rawa dapat menggunakan *track shoe* jenis *swamp shoe*.

Kekurangan dari *undercarriage* adalah biaya pemeliharaan *undercarriage* yang cukup tinggi serta harus melakukan perawatan yang rutin dikarenakan komponen *undercarriage* yang kompleks.

2.5 Rumus-rumus yang akan digunakan

▪ Daya Motor listrik (P)

Motor listrik berfungsi sebagai tenaga penggerak yang digunakan untuk menggerakkan *bucket*, *arm* dan *conveyor*. Penggunaan motor listrik ini disesuaikan dengan kebutuhan daya dari mesin tersebut yaitu daya yang diperlukan dalam proses pengangkatan *arm*, perputaran *bucket*, dan *conveyor*. Jika n_1 (rpm) adalah putaran dari motor listrik dan T (Nm) adalah torsi pada motor listrik, maka besarnya daya P (W) yang diperlukan untuk menggerakkan sistem adalah:

$$P = T \cdot \frac{2\pi \cdot N}{60} \dots\dots\dots(2.1, \text{ lit. 5, 2013: 12})$$

dengan

P = Daya Motor listrik (Watt)

T = Torsi motor listrik (Nm)

N = Putaran motor listrik (rpm)

Untuk menghitung daya motor lainnya yaitu sebagai berikut :

Daya motor merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor. Pengertian dari daya itu adalah besarnya kerja motor selama kurun waktu tertentu (Arends & Berenschot, 1980)

Untuk menghitung besarnya daya motor rumus:

$$P = V \cdot A \dots\dots\dots (2.2, \text{ lit. 5, hal. 12, 2013})$$

dengan:

P = Daya transmisi (Watt)

N = Tegangan Listrik (Volt)

A = Arus Listrik (Ampere)

Sedangkan untuk menghitung torsi statis dan dinamis yaitu sebagai berikut:

Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja, jadi torsi adalah suatu energi. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Apabila suatu benda berputar dan mempunyai besar gaya sentrifugal sebesar F, benda berputar pada porosnya dengan jari-jari sebesar r, maka besar torsi adalah:

$$T = F \times r \text{ (torsi statis) } \dots\dots\dots (2.3, \text{ lit.9, hal.50, 2002})$$

$$T = I \cdot \alpha \text{ (torsi dinamis) } \dots\dots\dots (2.4, \text{ lit.9, hal.49, 2002})$$

dengan:

T = torsi (N.m)

F = Gaya (N)

r = Jari-jari bucket (m)

I = Momen inersia (kg m²)

α = Percepatan sudut (rad/s²)

Karena adanya torsi inilah yang menyebabkan benda berputar terhadap porosnya dan benda akan berhenti apabila ada usaha melawan torsi dengan besar yang sama dan arah yang berlawanan.

▪ Ratio Putaran Gear Motor

Berikut ini adalah perhitungan tentang *ratio* atau *reduction gear* motor dc pada putaran *bucket*, *swing*, dan *pulley* menggunakan rumus.

$$i = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{n_2}{n_1} \dots\dots\dots (2.5, \text{ lit.6, hal.27, 2014})$$

$$n_2 = \frac{Z_1}{Z_2} \times n_1$$

dengan

Z_1 = Jumlah gigi gear penggerak (buah)

Z_2 = Jumlah gigi gear yang digerakkan (buah)

n_1 = Putaran gear penggerak (rpm)

n_2 = Putaran gear yang digerakkan (rpm)

▪ Waktu Pengeboran (T_p)

Pengeboran adalah suatu proses pengerjaan pemotongan menggunakan mata bor (*twist drill*) untuk menghasilkan lubang yang bulat pada material logam maupun non logam yang masih pejal atau material yang sudah berlubang. Proses pengeboran dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$N = \frac{1000.V_c}{\pi.d} \dots\dots\dots (2.6, \text{ lit.1, hal.91, 2012})$$

Untuk menentukan waktu pengerjaan

$$T_m = \frac{L}{S_r.N} \dots\dots\dots (2.7, \text{ lit.1, hal.91, 2012})$$

Untuk melakukan kedalaman pengeboran

$$L = t + (0,3. d) \dots\dots\dots (2.8, \text{ lit.1, hal.91, 2012})$$

dengan

N = Putaran bor (rpm)

V_c = Kecepatan potong (m/menit)

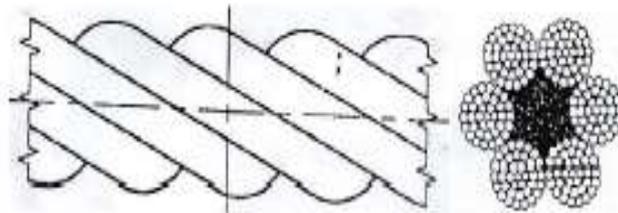
D = Diameter Bor (mm)

l = Ketebalan Plat (mm)

S_r = Ketebalan Pemakanan (mm/putaran)

▪ **Tali Baja (*Steel Wire Rope*) pada *Arm* bagian belakang**

Tali baja berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan beban serta memindahkan gerakan dan gaya. Tali baja adalah tali yang dikonstruksikan dari kumpulan jalinan serat-serat baja (*steel wire*) dengan tegangan bengkok sebesar $\sigma_b = 130-200 \text{ kg/m}^2$ beberapa serat dipintal hingga menjadi satu jalinan (*strand*), kemudian beberapa *strand* dijalin pula pada suatu inti (*core*) sehingga membentuk tali.



Gambar 2.15 Konstruksi Serat Tali Baja
Sumber : [lit. 21, 2015]

Untuk menganalisa tegangan akibat berat muatan maksimal yang akan diangkat ditentukan dengan memperhatikan beberapa faktor, seperti berat komponen *arm*, sehingga berat muatan yang diangkat dapat dibuat rumus sebagai berikut:

1. Berat muatan yang diangkat (Q_m)

$$Q = Q_0 + (10\% \cdot Q_0) \dots \dots \dots (2.9, \text{ lit.3, hal.26, 1994})$$

dengan

$$Q = \text{Massa muatan yang diangkat (kg)}$$

$$Q_0 = \text{Massa muatan yang telah ditentukan (kg)}$$

2. Tegangan maksimum dari sistem tali puli (S)

$$S = \frac{Q}{n \cdot \eta \cdot \eta_1} \dots \dots \dots (2.10, \text{ lit.3, hal.26, 1994})$$

dengan

$$S = \text{Tegangan maksimum pada tali (N/m}^2\text{)}$$

$$Q = \text{Kapasitas total yang diangkat (kg)}$$

$$n = \text{Jumlah puli yang digunakan sebagai penumpu}$$

$$\eta = \text{Efisiensi puli} = 0,96$$

η_1 = Efisiensi yang disebabkan kerugian tali akibat kekuatan ketika menggulung yang diasumsikan 0,98

▪ **Puli (*Rope Sheave*)**

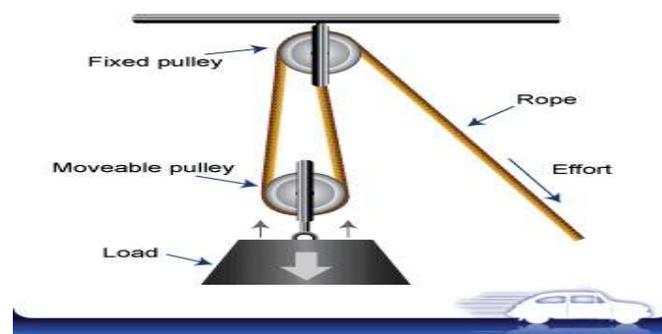
Puli (katrol) adalah cakram (*disc*) yang dilengkapi tali, yang merupakan kepingan bundar yang terbuat dari logam ataupun *non* logam. Pinggiran cakram diberi alur (*groove*) yang berfungsi sebagai laluan tali untuk memindahkan gaya dan gerak. Puli memiliki dua jenis yaitu:

1. Puli Tetap

Puli tetap terdiri dari sebuah cakram dan sebuah tali yang dilingkarkan pada alur di bagian atasnya dan pada salah satu ujungnya digantungi beban, sedangkan ujung lainnya ditarik ke bawah sehingga beban terangkat ke atas.

2. Puli Bergerak

Puli bergerak terdiri dari cakram dan poros yang bebas. Tali dilingkarkan dalam alur di bagian bawah. Salah satu ujung tali diikatkan tetap dan di ujung lainnya ditahan atau ditarik pada waktu pengangkatan, beban digantungkan pada kait yang tergantung pada poros.



Gambar 2.16 Puli

Sumber : [lit.4, hal.13, 2014]

Rumus yang digunakan dalam perancangan puli adalah untuk mencari diameter drum atau puli untuk pemakaian tali yang diizinkan.

$$D = e_1 \cdot e_2 \cdot d \dots \dots \dots (2.11, \text{lit.3, hal.41, 1994})$$

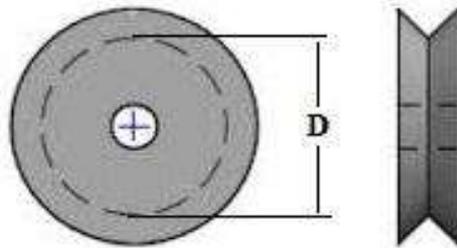
dengan

$$D = \text{Diameter puli pada dasar alurnya (mm)}$$

d = Diameter tali (mm)

e_1 = Faktor yang tergantung pada alat pengangkat dan kondisi operasinya (faktor e_1 adalah 25)

e_2 = Faktor yang tergantung pada konstruksi tali.



Gambar 2.17 Diameter Dasar Alur Puli
Sumber : [lit.4, hal.13, 2014]

▪ Hukum Kesetimbangan

Menurut Marthen Kaningan (lit.9, hal.49, 2002), Kesetimbangan adalah sebuah kondisi dimana resultan semua gaya yang bekerja pada sebuah benda adalah nol. Dengan kata lain, semua benda berada dalam kesetimbangan jika semua gaya dan momen yang dikenakan padanya setimbang. Pernyataan ini dicantumkan dalam persamaan kesetimbangan yaitu:

$$\Sigma F_x = 0; \Sigma F_y = 0; \Sigma M = 0 \dots\dots\dots (2.12, \text{lit.9, hal.49, 2002})$$

dengan

$$\Sigma F_x = \text{Jumlah gaya pada x (N)}$$

$$\Sigma F_y = \text{Jumlah gaya pada y (N)}$$

$$\Sigma M = \text{Jumlah moment yang berkerja (Nm)}$$

▪ Kapasitas Angkut *Conveyor*

Berat material yang dipindahkan oleh belt *conveyor* ditentukan dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$T = 60A.S.W \dots\dots\dots (2.13, \text{lit.21, 2015})$$

dengan

$$T = \text{Berat material yang dihitung dalam kg/jam}$$

- A = Luas area *belt* (m²)
 S = Kecepatan jalan *conveyor* (rpm)
 W = Berat jenis material (kg/m³)

▪ **Kapasitas *Bucket***

Bucket adalah bagian yang berfungsi mengeruk dan mengangkat material. Besarnya jumlah volume *bucket* merupakan kapasitas angkut *bucket*

$$V = \frac{\pi \cdot (r^2) \cdot t}{4} \dots\dots\dots (2.14, \text{ lit. 23, 2015})$$

dengan

- V = Volume (m³)
 r = Jari-jari (m²)
 T = Tinggi (m)

▪ **Koefisien Gesek *Undercarriage***

$$F = \mu \cdot N \cdot g \dots\dots\dots (2.15, \text{ lit.3, hal.55, 1994})$$

$$F = \frac{P}{V}$$

$$\mu = \frac{N \cdot g}{F}$$

dengan

- F = Gaya yang diberikan pada benda (N)
 μ = Koefisien gesek
 N = Berat total benda (Kg)
 g = Gravitasi bumi (m/s²)
 V = Kecepatan maksimum *undercarriage*
 P = Daya maksimal (*Watt*)

▪ **Perhitungan Kekuatan *Undercarriage***

Undercarriage adalah suatu sistem penggerak yang berfungsi sebagai pemindah posisi B.W.E dan juga sebagai tumpuan berat dari *arm* depan dan *arm* belakang, oleh sebab itu perlu kita perhitungkan kekuatan dari *undercarriage* tersebut.

1. Momen tahanan bengkok

$$W_b = \pi (d_1^4 - d_2^4)$$

$$= \pi (d_1^4 - d_2^4) \dots\dots\dots (2.16, \text{ lit.8, hal.13, 1983})$$

dengan

$$W_b = \text{Momen tahanan bengkok (mm}^3\text{)}$$

$$b = \text{Lebar bahan (mm)}$$

$$h = \text{Tinggi bahan (mm)}$$

2. Tegangan bengkok maksimum

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \dots\dots\dots (2.17, \text{ lit.8, hal.15, 1983})$$

dengan

$$\sigma_b = \text{Tegangan bengkok (N/mm}^2\text{)}$$

$$W_b = \text{Momen tahanan bengkok (mm}^3\text{)}$$

$$M_b = \text{Momen bengkok (Nmm)}$$

3. Momen Inersia

$$I = M_1R_1^2 + M_2R_2^2 \dots\dots\dots (2.18, \text{ lit.7, hal.20, 1983})$$

dengan

$$I = \text{Momen Inersia (kg.m}^2\text{)}$$

$$M = \text{Massa Komponen (kg)}$$

$$R = \text{Jarak ke titik (m)}$$

▪ **Rumus Dasar Perhitungan *Sprocket* dan Rantai**

Rantai dan *Sprocket* pada alat ini berfungsi untuk mentransfer putaran dan torsi dari motor *power window* ke *undercarriage*. Dimana cara kerjanya adalah rantai yang meneruskan putaran dari motor *power window* akan dihubungkan ke *gear* yang ada di poros pada *undercarriage* yang kemudian akan menggerakkan *sprocket* dan *track* tanpa adanya slip.

1. Perhitungan sprocket

A. Perhitungan kecepatan sudut *sprocket*

$$\omega = \frac{V}{r} \dots\dots\dots (2.19, \text{lit.6, hal.26, 1987})$$

dengan

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

V = Kecepatan (m/s)

r = Jari-jari (mm)

2. Rumus-rumus perhitungan dasar rantai

A. Kecepatan rantai

$$V = \frac{p \cdot n \cdot Z}{60 \times 1000} \text{ m/s} \dots\dots\dots (2.20, \text{lit.6, hal.44, 1987})$$

dengan

n = Putaran sprocket penggerak (rpm)

Z = Jumlah gigi sprocket penggerak (buah)

P = Pitch (mm)

B. Gaya yang bekerja pada rantai

$$F = \frac{T \cdot \omega}{V} \dots\dots\dots (2.21, \text{lit.6, hal.47, 1987})$$

dengan

T = Torsi (N/m)

ω = Percepatan sudut (rad/s)

V = Kecepatan rantai (m/s)

- **Pemilihan Baut dan Mur**

A. Tegangan geser yang terjadi

$$\tau_g = \frac{F_t}{A} \dots\dots\dots (2.22, \text{ lit.7, hal.19, 1983})$$

dengan

τ_g = Tegangan geser (N/mm²)

F_t = Gaya Maksimum yang terjadi (N)

A = Luas Penampang baut (mm²)

Untuk penampang pada tegangan geser :

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \dots\dots\dots (2.23, \text{ lit.7, hal.19, 1983})$$

dengan

A = Luas Penampang baut (mm²)

d = Diameter baut (mm)

B. Gaya tangensial yang terjadi

$$F_t = \frac{T}{r} \dots\dots\dots (2.24, \text{ lit.7, hal.21, 1983})$$

dengan

F_t = Gaya Tangensial

T = Torsi (Nm)

r = Jari-jari (m)

- **Simpangan Baku dan Rataan Hitung (*mean*)**

1. Simpangan Baku (S)

Simpangan baku atau deviasi dapat diartikan sebagai rata-rata jarak penyimpangan titik-titik data diukur dari nilai rata-rata data tersebut.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.25, \text{ lit.5, hal.13, 2013})$$

2. Rataan Hitung (*Mean*)

Rataan hitung adalah teknik penjelasan kelompok yang didasarkan atas nilai rata-rata dari kelompok tersebut.

$$\bar{x} = \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+x_i}{n} \dots\dots\dots (2.26, \text{ lit.5, hal.13, 2013})$$

dengan

S = Simpangan Baku

n = Banyaknya Percobaan

\bar{x} = Rataan Hitung

x_i = Hasil Percobaan ke i

▪ **Perhitungan Biaya Listrik**

$$B_1 = T_m \cdot b_1 \cdot P \dots\dots\dots (2.27, \text{ lit.2, 2013})$$

dengan

B_1 = Biaya Listrik (Rp)

T_m = Waktu Permesinan (jam)

b_1 = Biaya Pemakaian Listrik (Rp/kWh)

P = Daya Mesin (kW)

2.6 *Maintenance dan Repair*

2.6.1 *Pengertian Maintenance dan Repair*

Maintenance (perawatan) adalah suatu upaya yang dilakukan pada suatu objek untuk menjaga kondisi objek tetap dalam keadaan prima serta memperpanjang umur pakai objek tersebut. Sedangkan *repair* (perbaikan) adalah suatu upaya yang dilakukan guna mengembalikan fungsi dan guna suatu alat yang telah mengalami kerusakan.

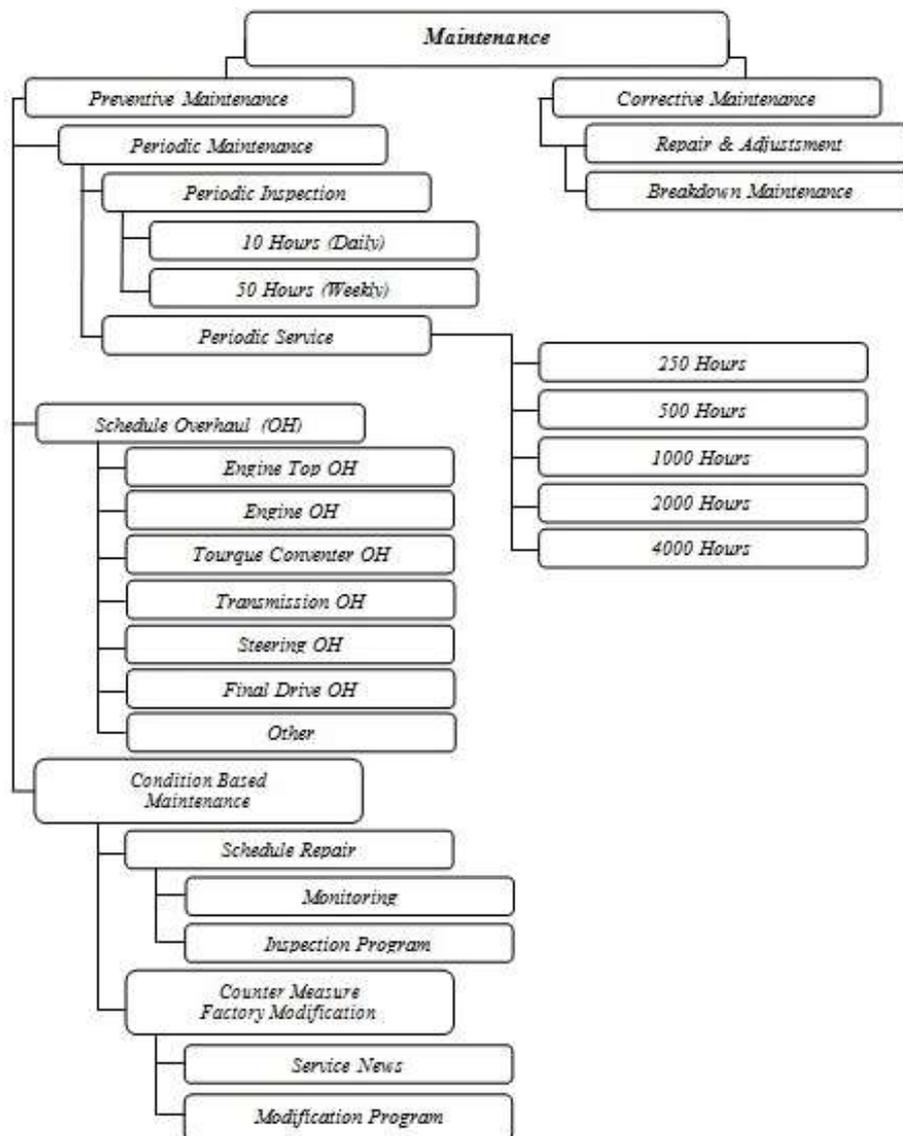
2.6.2 *Tujuan dari Maintenance dan Repair*

Tujuan dari melakukan *maintenance* dan *repair* adalah:

1. Agar suatu alat selalu dalam keadaan siap pakai (*high availability*)
2. Memiliki kemampuan mekanis yang baik (*best performance*)
3. Agar biaya perbaikan alat menjadi hemat (*reduce repair cost*)

2.6.3 Klasifikasi dari *Maintenance* dan *Repair*

Maintenance terbagi menjadi dua bagian yaitu *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. *Preventive maintenance* dilakukan untuk mencegah kerusakan pada unit atau komponen sedangkan *corrective maintenance* dilakukan setelah komponen mengalami gejala kerusakan. Berikut penjelasan tentang kedua jenis *maintenance* tersebut.



Gambar 2.18 Klasifikasi *Maintenance*
Sumber: [lit.10, hal.2, 2008]

A. *Preventive Maintenance*

Preventive maintenance adalah perawatan yang dilakukan dengan tujuan untuk mencegah kemungkinan timbulnya gangguan atau kerusakan pada alat. *Preventive maintenance* terbagi menjadi tiga bagian, yaitu:

1. *Periodic Maintenance*

Periodic maintenance adalah pelaksanaan *service* yang dilakukan setelah unit beroperasi dalam jumlah jam tertentu. *Periodic maintenance* juga terbagi menjadi dua bagian yaitu:

- a. *Periodic inspection* adalah inspeksi atau pemeriksaan harian (*daily-10 hours*) dan mingguan (*weekly-50hours*) sebelum unit beroperasi.
- b. *Periodic service* adalah suatu usaha untuk mencegah timbulnya kerusakan pada suatu alat yang dilaksanakan secara berkala (*continue*) dengan interval pelaksanaan yang telah ditentukan berdasarkan *service meter/hours meter* (HM).

2. *Schedule Overhaul*

Schedule overhaul adalah jenis perawatan yang dilakukan pada interval tertentu sesuai dengan standar *overhaul* masing-masing komponen yang ada.

3. *Conditioned Based Maintenance*

Conditioned Based Maintenance adalah jenis perawatan yang dilakukan berdasarkan kondisi unit yang diketahui melalui Program Analisa Pelumas (PAP), Program Pemeriksaan Mesin (PPM), program Pemeliharaan *Undercarriage* (P2U) atau Program Pemeriksaan Harian (P2H). *Conditioned Based Maintenance* juga dapat dilakukan berdasarkan *part and service news* (PSN) atau *modification program* yang dikeluarkan pabrik.

B. *Corrective Maintenance*

Corrective Maintenance adalah perawatan yang dilakukan untuk mengembalikan *machine* ke kondisi standar melalui pekerjaan *repair*

(perbaikan) atau *adjustment* (penyetelan). *Corrective maintenance* terbagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. *Brakedown Maintenance*

Brakedown Maintenance adalah perawatan yang dilaksanakan setelah *machine brake down* (tidak bisa digunakan).

2. *Repair and Adjustment*

Repair and Adjustment adalah perawatan yang sifatnya memperbaiki kerusakan yang belum parah atau belum mengalami *brake down* (tidak bisa digunakan).