

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Wheel Loader*

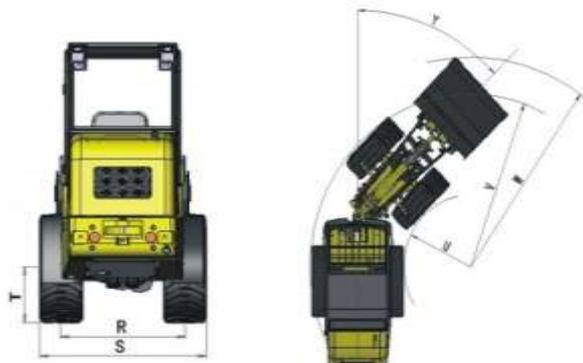
Wheel loader adalah traktor dengan roda karet yang dilengkapi *bucket*. Effisien untuk daerah kerja kering rata dan kokoh karena memiliki mobilitas yang tinggi. *Wheel Loader* juga bergerak dengan *articulated* yang memberikan ruang gerak fleksibel yang tidak bisa dilakukan oleh *crawler loader*. *Wheel loader* merupakan alat yang dipergunakan untuk pemuatan material kepada *dump truck* dan sebagainya. (Shop Manual Wheel Loader, 2000)



Gambar 2.1 *Wheel Loader*

2.1.1 Jenis-jenis *Loader*

Ada dua jenis dari *Loader* yang sering digunakan, yaitu *wheel loader* dan *crawlerloader* yang memiliki perbedaan dan juga fungsi yang berbeda juga. *Wheel loader* umumnya digunakan untuk medan yang permukaannya kokoh, keras, dan bagus karena jenis *loader* ini memiliki mobilitas yang baik. *Wheel loader* juga memiliki *articulated* yang memungkinkan alat ini dapat bergerak secara fleksibel.



Gambar 2.2 *Wheel Loader in Articulated Position*

Crawler loader menggabungkan stabilitas traktor dengan kemampuan *wheel loader*. Namun berbeda dengan *wheel loader* mobilitas dari *crawler loader* sangat lambat dan tidak memiliki *articulated* sehingga geraknya terbatas, tetapi *crawler loader* memiliki keunggulan dibandingkan dengan *wheel loader* yaitu dapat bergerak disemua medan dikarenakan *undercarriage* dapat digunakan disegala medan, mulai dari tanah liat, lumpur dan permukaan lainnya yang tidak bisa dilakukan oleh *wheel loader*.

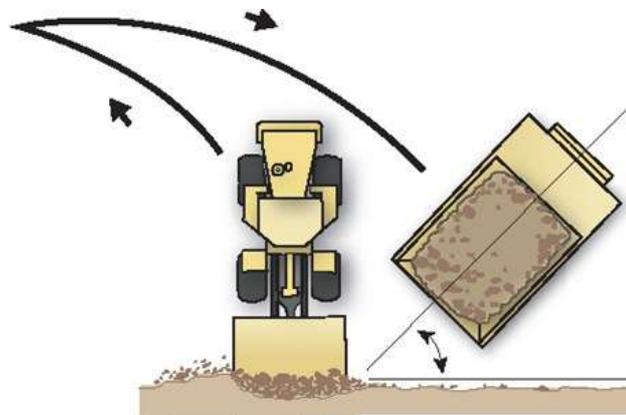


Gambar 2.3 *Crawler Loader*

2.1.2 Cara Kerja *Wheel Loader*

Wheel loader bekerja dengan gerakan dasar pada *bucket* dan gerakan *bucket* yang penting ialah menurunkan *bucket* diatas permukaan tanah, mendorong ke depan (memuat/menggusur), mengangkat *bucket*, membawa dan membuang muatan. Ada beberapa cara pemuatan yaitu:

a. *V loading*, ialah cara pemuatan dengan lintasan seperti bentuk huruf V.



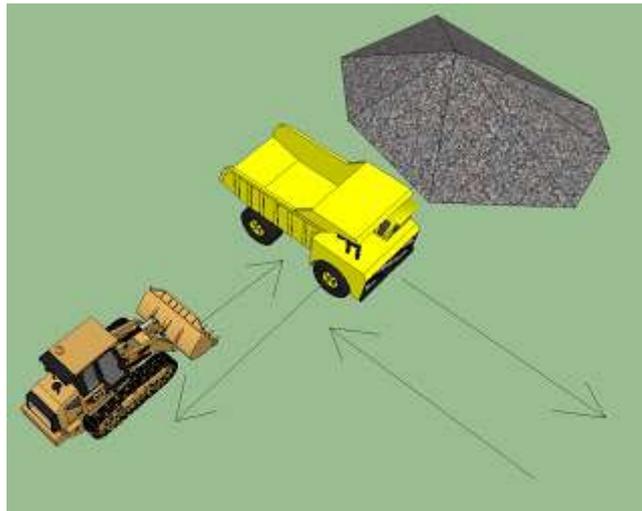
Gambar 2.4 *Wheel Loader* pada Posisi *V Loading*

b. *L loading*, truk di belakang *loader*, kemudian lintasan seperti membuat garis tegak lurus.



Gambar 2.5 *Wheel Loader* pada Posisi *L Loading*

c. *Cross loading*, cara pemuatan dengan truk juga ikut aktif.



Gambar 2.6 *Wheel Loader* pada Posisi *Cross Loading*

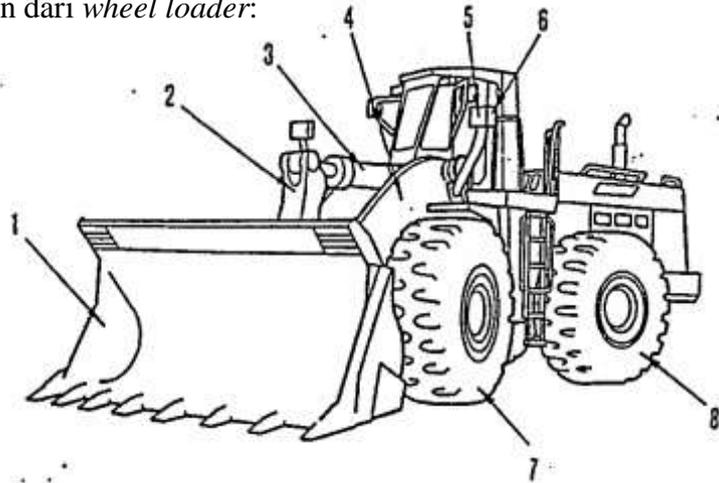
Bucket digunakan untuk memindahkan material, memuat material yang granular, mengangkatnya dan diangkut untuk kemudian dibuang (*dumping*) pada suatu ketinggian pada *dump truck* dan sebagainya. Untuk menggali, *Bucket* harus didorong pada material, jika telah penuh, *wheel loader* mundur dan *bucket* di angkat ke atas untuk selanjutnya material dibongkar atau dibuang ketempat yang sudah ditentukan. Untuk saat ini umumnya loader dibuat dengan kendali hidrolik dan dilengkapi dengan “tangan-tangan (*arms*)” yang kaku untuk mengoperasikan *bucket*. Ukuran

bucket dan *tractor* harus benar-benar proporsional agar *wheel loader* tidak terjungkal kedepan.

2.1.3 Bagian-bagian *Wheel Loader*

bagian-bagian dari *wheel loader*:

1. *Bucket*
2. *Tilt lever*
3. *Lift cylinder*
4. *Lift arm*
5. *Head lamp*
6. *Turn signal lamp*
7. *Front wheel*
8. *Rear Wheel*



Gambar 2.7 *Wheel Loader*

1. *Bucket* berfungsi untuk menggali dan memuat material.
2. *Tilt lever* berfungsi untuk menggerakkan bucket untuk melakukan gerakan bucket menampung material dan buang.
3. *Lift cylinder* berfungsi untuk menggerakkan bucket untuk melakukan gerakan menggosok material.
4. *Lift arm* berfungsi sebagai tumpuan dari bucket
5. *Head lamp* berfungsi sebagai penerangan utama saat melakukan pekerja dalam kondisi gelap
6. *Turn signal lamp* berfungsi sebagai pemberi sinyal pada unit saat akan gerakan berbelok.
7. *Front wheel* berfungsi sebagai roda penggerak pada *wheel loader*
8. *Rear Wheel* berfungsi sebagai roda penggerak pada *wheel loader*

2.1.4 Pergerakan *Arms* dan *Bucket* pada *Wheel Loader*

Ada empat pergerakan pada *arms* yaitu *hold*, *raise*, *float* dan *lower*. Pergerakan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.

a. *Hold Position*



Gambar 2.8 *Wheel Loader in Hold Position*

Unit dalam keadaan stand by pada posisi ini unit siap untuk digunakan

b. *Raise Position*



Gambar 2.9 *Wheel Loader in Raise Position*

Posisi unit pada saat mengangkat material, pada posisi ini unit dalam keadaan memindahkan material ke dalam unit pengangkut.

c. *Float Position*



Gambar 2.10 *Wheel Loader in Float Position*

Posisi unit memindahkan material, pada posisi ini unit dalam keadaan memindahkan material dengan jarak tertentu

d. Lower Position



Gambar 2.11 *Wheel Loader in Lower Position*

Posisi unit dalam keadaan selesai memindahkan material Begitu pula dengan pergerakan *bucket* memiliki tiga pergerakan yaitu *dump, hold, tilt*.

a. Tilt Position



Gambar 2.12 *Bucket in tilt Position*

Posisi *Bucket* pada saat mengangkat material.

b. Dump Position



Gambar 2.13 *Bucket in Dump Position*

Posisi Bucket pada saat menumpahkan atau membuang material

c. Hold Position



Gambar 2.14 *Bucket in Hold Position*

Posisi *Bucket* setelah selesai melakukan pekerjaan

2.2 Karakteristik Pemilihan Bahan

Dalam setiap perencanaan, pemilihan komponen mesin merupakan faktor utama yang harus diperhatikan. Karena sebelum merencanakan terlebih dahulu diperhatikan dan diketahui jenis dan sifat bahan yang akan digunakan . misalnya tahan terhadap korosi, tahan terhadap keausan, keuletan dan lain – lain.

2.2.1 Sifat-Sifat Aluminium

Sifat teknik bahan aluminium murni dan aluminium paduan dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan perlakuan yang diberikan terhadap bahan tersebut. Aluminium terkenal sebagai bahan yang tahan terhadap korosi. Hal ini disebabkan oleh fenomena pasivasi, yaitu proses pembentukan lapisan aluminium oksida di permukaan logam aluminium segera setelah logamterpapar oleh udara bebas. Lapisan aluminium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Namun, pasivasi dapat terjadi lebih lambat jika dipadukan dengan logam yang bersifat lebih katodik, karena dapat mencegah oksidasi aluminium.

Sifat-sifatAluminiumitusendiriterbagimenjadi 2 yaitu :

1. SifatMekanis
2. SifatFisik

2.2.1.1 Sifat Mekanis Aluminium

Adapun sifat-sifat mekanik dari aluminium adalah sebagai berikut:

1. Kekuatantensil

Kekuatan tensil adalah besar tegangan yang didapatkan ketika dilakukan pengujian tensil. Kekuatan tensil ditunjukkan oleh nilai tertinggi dari tegangan pada kurva tegangan-regangan hasil pengujian, dan biasanya terjadi ketika terjadinya necking. Kekuatan tensil bukanlah ukuran kekuatan yang sebenarnya dapat terjadi di lapangan, namun dapat dijadikan sebagai suatu acuan terhadap kekuatan bahan. Kekuatan tensil pada aluminium murni pada berbagai perlakuan umumnya sangat rendah, yaitu sekitar 90 MPa, sehingga untuk penggunaan yang memerlukan kekuatan tensil yang tinggi, aluminium perlu dipadukan. Dengan dipadukan dengan logam lain, ditambah dengan berbagai perlakuan termal,

2. Kekerasan

Kekerasan gabungan dari berbagai sifat yang terdapat dalam suatu bahan yang mencegah terjadinya suatu deformasi terhadap bahan tersebut ketika diaplikasikan suatu gaya. Kekerasan suatu bahan dipengaruhi oleh elastisitas, plastisitas, viskoelastisitas, kekuatan tensil, *ductility*, dan sebagainya. Kekerasan dapat diuji dan diukur dengan berbagai metode. Yang paling umum adalah metode Brinell, Vickers, Mohs, dan Rockwell. Kekerasan bahan aluminium murni sangatlah kecil, yaitu sekitar 65 skala Brinell, sehingga dengan sedikit gaya saja dapat mengubah bentuk logam. Untuk kebutuhan aplikasi yang membutuhkan kekerasan, aluminium perlu dipadukan dengan logam lain dan/atau diberi perlakuan termal atau fisik. Aluminium dengan 4,4% Cu dan diperlakukan *quenching*, lalu disimpan pada temperatur tinggi dapat memiliki tingkat kekerasan Brinell sebesar 135.

3. *Ductility*

Ductility didefinisikan sebagai sifat mekanis dari suatu bahan untuk menerangkan seberapa jauh bahan dapat diubah bentuknya secara plastis

tanpa terjadinya retakan. Dalam suatu pengujian tensil, *ductility* ditunjukkan dengan bentuk *necking*-nya; material dengan *ductility* yang tinggi akan mengalami *necking* yang sangat sempit, sedangkan bahan yang memiliki *ductility* rendah, hampir tidak mengalami *necking*. Sedangkan dalam hasil pengujian tensil, *ductility* diukur dengan skala yang disebut elongasi. Elongasi adalah seberapa besar pertambahan panjang suatu bahan ketika dilakukan uji kekuatan tensil. Elongasi ditulis dalam persentase pertambahan panjang per panjang awal bahan yang diujikan. Aluminium murni memiliki *ductility* yang tinggi. Aluminium paduan memiliki *ductility* yang bervariasi, tergantung konsentrasinya, namun pada umumnya memiliki *ductility* yang lebih rendah dari pada aluminium murni, karena *ductility* berbanding terbalik dengan kekuatan tensil, serta hampir semua aluminium paduan memiliki kekuatan tensil yang lebih tinggi dari pada aluminium murni.

4. Modulus Elastisitas

Aluminium memiliki modulus elastisitas yang lebih rendah bila dibandingkan dengan baja maupun besi, tetapi dari sisi strength to weight ratio, aluminium lebih baik. Aluminium yang elastis memiliki titik lebur yang lebih rendah dan kepadatan. Dalam kondisi yang dicairkan dapat diproses dalam berbagai cara. Hal ini yang memungkinkan produk-produk dari aluminium yang akan dibentuk pada dasarnya dekat dengan akhir dari desain produk.

5. Recyclability (dayauntukdaurulang)

Aluminium adalah 100% bahan yang didaur ulang tanpa downgrading dari kualitas. Yang kembali dari aluminium, peleburannya memerlukan sedikit energy, hanya sekitar 5% dari energy yang diperlukan untuk memproduksi logam utama yang pada awalnya diperlukan dalam proses daur ulang.

6. Reflectivity (dayapemantulan)

Aluminium adalah reflektor yang terlihat cahaya serta panas, dan yang bersama-sama dengan berat rendah, membuatnya ideal untuk bahan reflektor misalnya perabotan ringan.

2.2.1.2 Sifat Fisik Aluminium

Aluminium memiliki beberapa sifat fisik. Hal ini berpengaruh kepada keunggulan aluminium untuk dapat dipakai pada berbagai kegunaan. Sifat fisik dari aluminium dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Nama, Simbol, dan Nomor	Aluminium, Al, 13
Sifat Fisik	
Wujud	Padat
Massa jenis	2,70 gram/cm ³
Massa jenis pada wujud cair	2,375 gram/cm ³
Titik lebur	933,47 K, 660,32 °C, 1220,58 °F
Titik didih	2792 K, 2519 °C, 4566 °F
Kalor jenis (25 °C)	24,2 J/mol K
Resistansi listrik (20 °C)	28.2 nΩ m
Konduktivitas termal (300 K)	237 W/m K
Pemuaian termal (25 °C)	23.1 μm/m K
Modulus Young	70 Gpa
Modulus geser	26 Gpa
Poisson ratio	0,35
Kekerasan skala Mohs	2,75
Kekerasan skala Vickers	167 Mpa
Kekerasan skala Brinnel	245 Mpa

Gambar 2.15. Tabelsifat Fisik Aluminium

(<http://gorrybeud.blogspot.com/2013/05/sifat-sifat-teknis-aluminium.htm>)

2.2.1.3 Pengujian Kekerasan (*Hardness Test*)

Pengujian kekerasan Brinnel merupakan pengujian standar skala industri, tetapi karena penekannya terbuat dari bola baja yang berukuran besar dan beban besarnya makabahan yang sangat lunak atau sangat keras tidak dapat diukur kekerasannya. Di dalam aplikasi manufaktur, material diuji untuk dua pertimbangan, sebagai riset karakteristik suatu material

barudanjugasebagaisuatu analisis mutu untuk memastikan bahwa contoh material tersebut menghasilkan spesifikasi kualitas tertentu.

Pengujian yang paling banyak dipakai adalah dengan menekan alat penekan tertentu kepada benda uji dengan beban tertentu dan dengan mengukur ukuran bekas penekanan yang terbentuk di atasnya, cara ini dinamakan cara kekerasan dengan penekanan (*brinell*).

Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*Frictional force*), dalam hal ini bidang keilmuan yang berperan penting mempelajarinya adalah Ilmu Bahan Teknik (*Engineering Materials*). Kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan).

Di dunia teknik, umumnya pengujian kekerasan menggunakan 4 macam metode pengujian kekerasan, yakni :

- *Brinell* (HB/BHN)
- *Rockwell* (HR/RHN)
- *Vickers* (HV/VHN)
- *Micro Hardness* (Namun jarang sekali dipakai-red)

Pemilihan masing-masing skala (metode pengujian) tergantung pada :

- Permukaan material
- Jenis dan dimensi material
- Jenis data yang diinginkan
- Ketersediaan alat uji

2.2.1.4 Metode *Brinell*

Pengujian kekerasan dengan metode *Brinell* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk dayatahan material terhadap bola baja (*identor*) yang ditekan pada permukaan material uji tersebut (*speciment*). Idealnya, pengujian *Brinell* diperuntukan bagi material yang memiliki kekerasan *Brinell* sampai 400 HB, jika lebih dari nilai tersebut maka disarankan menggunakan metode pengujian *Ro*

ckwell ataupun *Vickers*. Angka Kekerasan *Brinell* (HB) didefinisikan sebagai hasil bagi (Koefisien) dari beban uji (F) dalam *Newton* yang dikalikan dengan angka faktor 0,102 dan luas permukaan bekas lukatekan (injakan) bola baja (A) dalam milimeter persegi.

Rumus perhitungan *Brinell Hardness Number* :

$$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Dimana:

P = beban penekan (Kg)

D = diameter bola penekan (mm)

d = diameter lekukan (mm)

2.2.1.5 Metode *Vickers*

Pengujian kekerasan dengan metode *Vickers*

bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk dayatahan material terhadap intan berbentuk piramida dengan sudut puncak 136 Derajat yang ditekan pada permukaan material uji tersebut. Angka kekerasan *Vickers* (HV) didefinisikan sebagai hasil bagi (koefisien) dari beban uji (F) dalam *Newton* yang dikalikan dengan angka faktor 0,102 dan luas permukaan bekas lukatekan (injakan) bola baja (A) dalam milimeter persegi.

2.2.1.6 Metode *Rockwell*

Skala yang umum dipakai dalam pengujian *Rockwell* adalah :

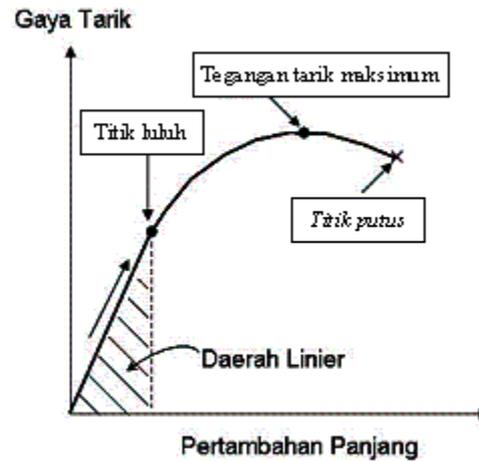
- HRa (Untuk material yang lunak).
- HRb (Untuk material yang kekerasan sedang).
- HRc (Untuk material yang sangat keras).

2.2.1.7 Metode *Micro Hardness*

Pada pengujian ini indentornya menggunakan intan kasar yang di bentuk menjadi piramida. Bentuk lekukan intan tersebut adalah perbandingan diagonal panjang dan pendek dengan skala 7:1. Pengujian ini untuk menguji suatu material adalah dengan menggunakan beban statis. Bentuk identor yang khusus berupa knoop memberikan kemungkinan membuat kekuatan yang lebih rapat di bandingkan dengan lekukan Vickers. Hal ini sangat berguna khususnya bila mengukur kekerasan lapisan tipis atau mengukur kekerasan bahan getas dimana kecenderungan menjadi patah sebanding dengan volume bahan yang ditegangkan.

2.2.1.8 Pengujian Tarik

Pada uji tarik, kedua ujung benda uji dijepit, salah satu ujung dihubungkan dengan perangkat pengukur beban dari mesin uji dan ujung lainnya dihubungkan ke perangkat peregang. Regangan diterpakan melalui kepala-silang yang diregangkan motor dan elongasi benda uji di tunjukkan dengan peregangan relatif dari benda uji. Beban yang diperlukan untuk menghasilkan regangan tersebut ditentukan dari defleksi elastis suatu balok atau *poiving ring*, yang diukur dengan menggunakan metode hidrolik, optik, atau elektromekanik. Banyak hal yang dapat kita pelajari dari hasil uji tarik. Bila kita terus menarik suatu bahan sampai putus, kita akan mendapatkan profil tarikan yang lengkap berupa kurva seperti digambarkan pada gambar 2.15. Kurva ini menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang.

Gambar 2.15 Kurva F vs Δl

Perubahan panjang dalam kurva disebut sebagai regangan teknik (eng.), yang didefinisikan sebagai perubahan panjang yang terjadi akibat perubahan statik (ΔL) terhadap panjang batang mula-mula (L_0). Tegangan yang dihasilkan pada proses ini disebut dengan tegangan teknik (σ_{eng}), dimana didefinisikan sebagai nilai pembebanan yang terjadi (F) pada suatu luas penampang awal (A_0). Tegangan normal tersebut akibat gaya tarik dapat ditentukan berdasarkan persamaan (2.2).

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Dimana:

σ = Tegangan tarik (MPa)

F = Gaya tarik (N)

A_0 = Luas penampang spesimen mula-mula (mm²)

Regangan akibat beban tekan statik dapat ditentukan berdasarkan persamaan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

Dimana: $L-L_0 = \Delta L$

Keterangan:

ϵ = Regangan akibat gaya tarik

L = Perubahan panjang spesimen akibat beban tekan (mm)

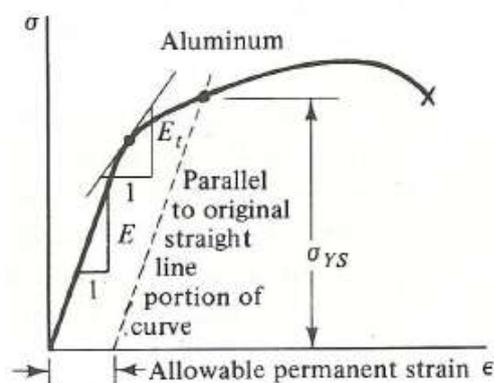
L_0 = Panjang spesimen mula-mula (mm)

Pada prakteknya nilai hasil pengukuran tegangan pada suatu pengujian tarik pada umumnya merupakan nilai teknik. Regangan akibat gaya tarik yang terjadi, panjang akan menjadi bertambah dan diameter pada spesimen akan menjadi kecil, maka ini akan terjadi deformasi plastis. Hubungan antara stress dan strain dirumuskan pada persamaan.

$$E = \sigma / \epsilon$$

E = adalah gradien kurva dalam daerah linier, di mana perbandingan tegangan (σ) dan regangan (ϵ) selalu tetap. E diberi nama “*Modulus Elastisitas*” atau “*Young Modulus*”.

Kurva yang menyatakan hubungan antara *strain* dan *stress* seperti ini kerap disingkat kurva SS (*SS curve*). Kurva ini ditunjukkan oleh gambar 2.16



Gambar 2.16 Kurva Tegangan-Regangan

Umumnya, limit elastis bukan merupakan definisi tegangan yang jelas, tetapi pada besi tidak murni dan baja karbon rendah, titik awal terjadinya deformasi plastis ditandai dengan penurunan beban secara tiba-tiba yang menunjukkan adanya titik luluh atas dan titik luluh bawah. Perilaku luluh ini merupakan karakteristik berbagai jenis logam, khususnya yang memiliki struktur bcc dan mengandung sejumlah kecil elemen terlarut. Untuk material yang tidak memiliki titik luluh yang jelas, berlaku definisi konvensional mengenai titik awal deformasi plastis, yaitu tegangan uji 0,1 atau 0,2 %. Di sini ditarik garis sejajar dengan bagian elastis kurva tegangan-regangan dari titik dengan regangan 0,2 %.

Adapun tujuan pemilihan bahan adalah agar bahan yang digunakan untuk pembuatan komponen dapat ditekan seefisien mungkin didalam penggunaannya dan selalu berdasarkan pada dasar kekuatan dan sumber pengadaanya. supaya bahan dapat memenuhi kriteria yang diharapkan , juga perlu diperhiitungkan adanya beban yang terjadi pada alat tersebut.

Hal – hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan komponen adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi Bahan

Dengan memegang prinsip ekonomi dan berdasarkan pada perhitungan – perhitungan yang memadai, maka diharapkan biaya produksi pada tiap – tiap unit sekecil mungkin. Hal ini dimaksudkan agar hasil – hasil produksi dapat bersaing dipasaran terhadap produk – produk lain dengan spesifikasi sama.

2. Bahan mudah didapat.

Dalam perencanaan suatu produk , apakah bahan yang digunakan mudah didapat atau tidak. Walaupun bahan yang direncanakan sudah cukup baik tetapi tidak didukung oleh persediaan di pasaran, maka perencanaan akan mengalami kesulitan atau masalah di kemudian hari karena hambatan bahan baku tersebut.

Untuk itu harus terlebih dahulu mengetahui apakah bahan yang akan digunakan itu mempunyai komponen pengganti dan tersedia di pasaran.

3. Spesifikasikan bahan yang dipilih

Pada bagian ini penempatan bahan harus sesuai dengan fungsi dan kegunaannya sehingga tidak terjadi beban yang berlebihan pada beban yang tidak mampu menerima beban tersebut. Dengan demikian perencanaan yang akan digunakan harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan suatu perencanaan. Bahan penunjang dari mesin yang akan dibuat memiliki fungsi yang berbeda-beda antara bagian satu dengan bagian yang lain, dimana fungsi dan masing-masing bagian tersebut saling mempengaruhi antara bagian satu dengan bagian yang lainnya.

Dalam suatu mesin biasanya terdapat dua bagian yaitu bagian *primer* dan bagian *sekunder*, dimana kedua bagian tersebut berbeda daya tahanannya terhadap pembebanan. Sehingga bagian utama harus diprioritaskan dengan menempatkan bagian *sekunder* terhadap bagian *primer*.

4. Pertimbangan khusus

Dalam pemilihan bahan ini adalah yang tidak boleh diabaikan mengenai komponen – komponen yang menunjang pembuatan mesin itu sendiri. Komponen – komponen alattersebut dari dua jenis, yaitu komponen yang dapat dibuat sendiri dan komponen yang telah tersedia di pasaran dan telah distandarkan.

Jika komponen penyusun tersebut lebih menguntungkan untuk dibuat, maka lebih baik dibuat sendiri.

Apabila komponen tersebut sulit untuk dibuat tetapi terdapat di pasaran sesuai dengan standar, lebih baik dibeli karena menghemat waktu pengerjaan.

2.2.2 Motor listrik

Motor listrik berfungsi sebagai tenaga penggerak yang digunakan untuk menggerakkan sistem. Penggunaan dari motor listrik ini disesuaikan dengan kebutuhan daya dari mesin tersebut. Adapun motor listrik yang digunakan pada alat ini yaitu motorservo. Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo.

Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang terdapat di pasaran, yaitu motor *servo rotation 180⁰* dan *servo rotation continuous*.

1. Motor servo standard (*servo rotation 180⁰*) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya 90⁰ kearah kanan dan 90⁰ kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180⁰.
2. Motor servo rotation continuous merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo standard, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.



Gambar 2.17 (<http://trikueni-desain-sistem.blogspot.com/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>)

Daya adalah usaha yang dilakukan oleh sebuah sistem dalam setiap satuan waktu, atau : (Modul Elemen Mesin II,1)

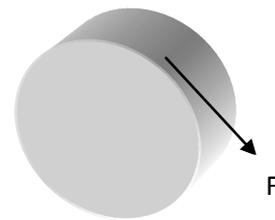
$$\text{Daya} = \frac{\text{usaha}}{\text{waktu}} = \frac{\text{gaya} \times \text{jarak}}{\text{waktu}} = \text{gaya} \frac{\text{jarak}}{\text{waktu}} = \text{gaya} \times \text{kecepatan} \quad (P = F \cdot v)$$

Torsi adalah momen gaya yang menyebabkan sebuah benda berputar, atau :

$$\text{Torsi} = \text{Gaya} \times \text{jari - jari} \quad (T = F \cdot r) \dots\dots\dots 2.1$$

Misalnya sebuah gaya F bekerja pada tepi/ pinggir sebuah cakram dengan jari - jari r meter (seperti pada gambar).

Bila benda berputar sebanyak 1 kali putaran , maka jarak yang ditempuh oleh gaya F adalah $2\pi r$, sehingga usaha yang dilakukan gaya adalah $F \cdot 2\pi r$. Jika 1 putaran tersebut ditempuh dalam waktu 1 detik, maka daya yang dikeluarkan oleh gaya F adalah:



$$P = F \cdot 2\pi r = 2\pi \cdot Fr = 2\pi T \dots\dots\dots 2.2$$

Bila benda berputar sebanyak n rpm, maka daya yang dikeluarkan oleh gaya F adalah:

$$P = T \times \frac{2\pi \times N}{60} = 0,105 T \cdot n \quad \text{atau} \quad T = 9,55 \frac{P}{n} \dots\dots\dots 2.3$$

Sehingga besarnya Daya P (kW) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus

$$P = T \times \frac{2\pi \times N}{60} \dots\dots\dots 2.4$$

dengan

P = Daya Motor Listrik(Watt)

T = Torsi motor listrik (Nm)

N = Putaran motor listrik (rpm)

2.2.3 Gear Box

Gearbox atau transmisi adalah salah satu komponen utama motor yang disebut sebagai sistem pemindah tenaga, transmisi berfungsi untuk memindahkan dan mengubah tenaga dari motor yang berputar, yang digunakan untuk memutar spindel mesin maupun melakukan gerakan feeding. Transmisi juga berfungsi untuk mengatur kecepatan gerak dan torsi serta berbalik putaran, sehingga dapat bergerak maju dan mundur.

Ratio gear atau perbandingan gigi atau juga Gigi Ratio adalah angka yang menunjukkan tingkat ukuran besar kecilnya antara gigi- gigi pada transmisi. Ratio gear ini akan menentukan percepatan yang dihasilkan dari kombinasi gigi - gigi pada transmisi.

sebetulnya menghitung Ratio gear itu mudah rumusnya dihitung dari jumlah mata gigi, adalah berikut ini.

(<http://www.mechaniconlines.com/2014/08/rumus-hitung-gigi-ratio-gearbox-motor.html>)

kombinasi 2 gigi , rumus : ratio gear = B : A

Contoh :

Jika pada gigi A ada 20 mata gigi, dan pada gigi B ada 40 mata gigi. Maka rasio perbandingan giginya adalah: B : A = 40 : 20 = 2

Penjelasan: Rationya adalah 2 yang berarti bila gigi A berputar 2 kali maka gigi B berputar 1 kali.

2.2.4 Accu/Aki

Baterai atau aki, atau bisa juga accu adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud

dengan proses elektrokimia reversibel, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel.

Jumlah tenaga listrik yang disimpan dalam baterai dapat digunakan sebagai sumber tenaga listrik tergantung pada kapasitas baterai dalam satuan amper jam (AH). Jika pada kotak baterai tertulis 12 volt 60 AH, berarti baterai tersebut mempunyai tegangan 12 volt dimana jika baterai tersebut digunakan selama 1 jam dengan arus pemakaian 60 amper, maka kapasitas baterai tersebut setelah 1 jam akan kosong (habis). Kapasitas baterai tersebut juga dapat menjadi kosong setelah 2 jam jika arus pemakaian hanya 30 amper. Disini terlihat bahwa lamanya pengosongan baterai ditentukan oleh besarnya pemakaian arus listrik dari baterai tersebut. Semakin besar arus yang digunakan, maka akan semakin cepat terjadi pengosongan baterai, dan sebaliknya, semakin kecil arus yang digunakan, maka akan semakin lama pula baterai mengalami pengosongan. Besarnya kapasitas baterai sangat ditentukan oleh luas permukaan plat atau banyaknya plat baterai.

(<http://ki-tapunya.blogspot.com/2013/12/pengertian-dan-fungsi-baterai-aki.html>)



Gambar 2.18 Baterai UPS (*Uninterruptible Power Supply*)

2.2.4 Remote Control

Remote Controller atau yang biasa disebut Pengendali jarak jauh merupakan sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mengoperasikan sebuah mesin dari jarak jauh. Istilah remote control juga sering disingkat menjadi remot saja. Pada umumnya, pengendali jarak jauh digunakan untuk memberikan perintah dari kejauhan seperti mobil-mobilan, televisi atau barang-barang elektronik lainnya seperti system stereo dan pemutar DVD.



Gambar 2.19 Remote Control

Sistem R/C sebelumnya memang ditujukan untuk keperluan militer, yakni untuk mengendalikan peluru kendali yang tidak berawak yang dilepaskan dari pesawat terbang untuk menghancurkan daerah lawan. Saat ini R/C sudah banyak digunakan orang untuk mengendalikan berbagai sistem, baik untuk keperluan riset, industri, rekreasi maupun keperluan rumah tangga. Berbagai jenis pesawat terbang model, Perahu, mobil-mobilan bahkan robot mainan saat ini sudah banyak tersedia di toko-toko dengan dilengkapi radio control.

Secara umum sistem R/C terdiri dari sebuah Pemancar atau Transmitter, sebuah atau lebih Penerima atau Receiver dan beberapa buah Servo sebagai penggerak. Baterai sebagai sumber daya diperlukan oleh bagian Pemancar maupun bagian Penerima. Pemancar atau Transmitter bertugas menerima perintah kendali dari orang yang mengendalikan dan

merubahnya menjadi kode-kode elektronik dan mengirimkannya melalui gelombang radio ke udara. Bagian Penerima atau Receiver bertugas menerima informasi gelombang radio, menerjemahkan kode-kode elektroniknya menjadi perintah gerak yang dikirimkan ke servo. Selanjutnya Servo bertugas melaksanakan perintah gerak elektronik menjadi gerakan mekanik ke posisi tertentu yang diinginkan. (<http://ki-tapunya.blogspot.com/2013/12/pengertian-dan-fungsi-remote-control.html>)

2.3 Rumus yang digunakan

2.3.1 Hukum Keseimbangan

Keseimbangan adalah sebuah kondisi dimana resultan semua gaya yang bekerja pada sebuah benda adalah nol. Dengan kata lain, semua benda berada dalam keseimbangan jika semua gaya dan momen yang dikenakan padanya setimbang. Pernyataan ini dicantumkan dalam persamaan keseimbangan, yaitu: (Modul Elemen Mesin II, 4)

$$\Sigma F_x = 0 \dots\dots\dots 2.5$$

$$\Sigma F_y = 0 \dots\dots\dots 2.6$$

$$\Sigma M = 0 \dots\dots\dots 2.7$$

dengan:

ΣF_x = Jumlah gaya pada x (N)

ΣF_y = Jumlah gaya pada y (N)

ΣM = Jumlah moment yang berkerja (Nm)

2.3.2 Perhitungan Poros

1. Momen Bengkok dan Tegangan Bengkok

Moment bengkok adalah sebuah moment (gaya x jarak) yang dapat mengakibatkan suatu komponen/ poros akan mengalami bengkok. Akibat bengkok maka serat pada salah satu sisi akan tertarik dan serat pada sisi yang lain akan tertekan. Jadi sebenarnya tegangan bengkok tidak lain adalah tegangan tarik atau tegangan tekan yang terjadi pada serat yang berlawanan.

Bila sebuah poros mendapat moment bengkok sebesar M, maka tegangan

bengkok yang terjadi pada serat terluar (σ) adalah : (Modul Elemen Mesin II, 10)

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I} \quad \sigma = \text{tegangan bengkok (N/mm}^2\text{)}$$

M = moment bengkok (Nmm)

I = moment inersia luasan linier (mm⁴)

Y = jarak antara titik pusat penampang ke serat terluar(mm)

Untuk penampang bulat pejal dengan diameter d, maka $I = \frac{\pi}{64} d^4$ dan

$Y = \frac{1}{2} d$, sehingga tegangan bengkok dapat di rumuskan :

$$\sigma = \frac{32}{\pi d^3} M \dots\dots\dots 2.8$$

Untuk poros yang berpenampang bulat berlubang dengan diameter luar d_o

dan diameter dalam d_i , maka $I = \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4)$, sehingga tegangan

bengkoknya dapat dirumuskan:

$$\sigma = \frac{32d_o}{\pi(d_o^4 - d_i^4)} M \dots\dots\dots 2.9$$

2.3.3 Pemilihan Baut dan Mur

Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting. Untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin, maka pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai.

Adapun kerusakan yang dapat ditimbulkan pada baut antara lain tegangan geser dan permukaan. Rumus dasar perhitungan tegangan geser dan permukaan pada baut sama juga dengan dasar perhitungan tegangan komponen lainnya.

Tegangan geser yang terjadi (τ_g):

$$\tau_g = \frac{F}{A} \dots\dots\dots 2.10$$

Untuk penampang pada tegangan geser :

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \dots\dots\dots 2.11$$

Dimana :

F = Gaya maksimum yang terjadi (kg)

A = Luas penampang baut (mm^2)

d = Diameter baut (mm)

Tegangan permukaan yang terjadi (τ_p) :

$$\tau_p = \frac{F}{A} \dots\dots\dots 2.12$$

Untuk penampang pada tegangan permukaan :

$$A = d \cdot l \dots\dots\dots 2.13$$

Dimana : d = diameter baut (mm)

l = Panjang baut (mm)

Tabel A. Bilangan kekuatan baut/skrup mesin dan mur.

Baut/ sekrup mesin (JIS B 1051)	Bilangan kekuatan		3,6	4,6	4,8	5,6	5,8	6,6	6,8	6,9	8,8	10,9	12,9	14,9
	σ_B (kg/mm ²)	Kekuatan tarik	Minimum	34	40		50		60			80	100	120
		Maksimum	49	55		70		80			100	120	140	160
σ_Y (kg/mm ²)	Batas mulur	Minimum	20	24	32	30	40	36	48	54	64	90	108	126
Mur (JIS B 1052)	Bilangan kekuatan		4		5		6			8	10	12	14	
	Tegangan beban yang dijamin (kg/mm ²)		40		50		60			80	100	120	140	

Gambar 2.21 TabelBautdan Mur

(<https://www.google.com/search?q=tabel+baut+dan+mur+ukuran+3mm&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=NEZnVY6aDtCauQSc64G4Cw&ved=0CEYQsAQ&biw=1366&bih=673#imgrc=>)

2.4 Proses Permesinan

2.4.1 Proses Pemotongan

Proses

pemotongan *plate Aluminium* dilakukan dengan menggunakan mesin pemotong *plate* jenis *shearing*, dimana alat ini bekerja secara manual karena pada saat pengerjaan harus menginjak pedal pemotong *plate*. Proses pemotongan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

2.4.2 Proses Pengeboran

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 dan berdasarkan Tabel VC (kecepatan potong) yang dianjurkan sebagai berikut.

$$N = \frac{200 \times V_c}{\pi \times d} \dots\dots\dots 2.14$$

dengan N = putaran bor (rpm)

V_c = kecepatan potong (m/menit)

d = diameter bor (mm)

a) Untuk menentukan waktu pengerjaan

$$T_m = \frac{L}{S_r \times N} \dots\dots\dots 2.15$$

b) Untuk melakukan kedalaman pengeboran

$$L = t + (0,3 \times d) \dots\dots\dots 2.16$$

TABEL KECEPATAN POTONG			
MATERIAL	CUTTING SPEED (Vc) (M/MENIT)		
	BAJA PERKARAS	HSS	CARBIDA
st. 34	20 - 30	20 - 35	150 - 250
st. 42	20 - 30	20 - 35	150 - 250
st. 50	11 - 17	16 - 26	120 - 200
st. 60	9 - 11	14 - 21	100 - 160
st. 70	9 - 11	14 - 20	80 - 140
st. 85	9 - 11	14 - 20	60 - 110
Besi Tuang	8 - 14	18 - 20	60 - 90
Alumunium	-	200 - 300	600 - 800
Bronze	-	20 - 45	150 - 250

Gambar 2.22 Tabel VC (KecepatanPotong)

(<https://www.google.com/search?q=tabel+perhitungan+putaran+mesin&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=MVBnVZXVMZGVuATan4P4Bg&ved=0CBsQsAQ&biw=1366&bih=673>)

2.4.3 Proses Finishing dengan Gerinda

Kecepatan putar roda gerinda secara teoritis dihitung menggunakan rumus:

$$N = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d} \dots\dots\dots 2.17$$

dengan N = kecepatan putar (rpm)

Vc = kecepatan potong (m/menit)

d = diameter roda gerinda (mm)

2.5 Maintenance

2.5.1 Pengertian Maintenance

Maintenance atau perawatan adalah suatu usaha atau tindakan reparasi yang dilakukan agar kondisi dan *performance* dari mesin tetap terjaga, namun dengan biaya perawatan yang serendah-rendahnya atau suatu kegiatan servis untuk mencegah timbulnya kerusakan tidak normal sehingga umur alat dapat mencapai atau sesuai umur yang di rekomendasikan oleh pabrik. Kegiatan servis meliputi pengontrolan, penggantian, penyetelan, perbaikan dan pengetesan.

2.5.2 Tujuan dari *Maintenance*

Tujuan dari melakukan *maintenance* ialah:

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

2.5.3 Klasifikasi dari *Maintenance*

Maintenance terbagi menjadi dua bagian yaitu *Preventive Maintenance* dan juga *Corrective Maintenance* dapat lebih jelas nyabisadilihat pada gambar 2.15 *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.

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

- a. *Periodic Inspection* adalah inspeksi atau pemeriksaan harian (*daily-10hours*) 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 servicenews* (PSN) atau *modification program* yang dikeluarkan pabrik.

II. *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 brakedown* (tidak bisa digunakan).

2. *Repair and Adjustment*

Repair and Adjustment adalah perawatan yang sifatnya memperbaiki kerusakan yang belum parah atau *machine* belum *brakedown* (tidak bisa digunakan).