

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Excavator Secara Umum

2.1.1 Definisi *Excavator*

Excavator adalah alat berat yang dipergunakan untuk menggali dan mengangkut (loading and unloading) suatu material (tanah, batubara, pasir dan lain-lainnya). Berdasarkan sistem penggerakannya, *excavator* dibedakan menjadi dua yaitu : (<http://library.binus.ac.id/eColls/eThesisdoc/Bab2/2012-2-00273-TI%20Bab2001/>).

1. Sistem Tali, pada saat sekarang jarang digunakan karena kurang efisien dalam operasionalnya.
2. Sistem Hidrolik dengan media utama fluida, banyak digunakan dan terus mengalami perkembangan yang disebabkan efisiensi yang lebih baik, operasional yang lebih mudah dan perawatan yang sederhana. Untuk selanjutnya *excavator* yang dimaksud oleh penulis adalah *excavator* dengan sistem penggerak hidrolik (*hydraulic excavator*).



Gambar 2.1 *Excavator*.

2.1.2 Fungsi *Excavator*

Fungsi dari *Excavator* secara umum adalah:

1. Mengerjakan kegiatan pertambangan.
2. Pembukaan lahan hutan untuk lahan pertanian.
3. Pembuatan jalan perintis.
4. Pembuatan parit dan saluran irigasi.
5. Mengerjakan kegiatan kehutanan.

2.1.3 Sistem Penggerak *Excavator*

Pada dasarnya tenaga penggerak *Excavator* ada dua yaitu *Engine Type (Diesel)* dan *Battery Type (Motor Listrik)*. Secara umum tenaga penggerak utama *Hydraulic Excavator* adalah mesin diesel yang merubah energi mekanik menjadi energi hidraulik melalui tekanan pompa yang kemudian didistribusikan ke silinder hidraulik untuk menghasilkan gerakan. Sedangkan motor listrik untuk menstarter dan menyuplai energi komponen-komponen elektrik seperti dinamo, lampu, alat-alat ukur operator dan sebagainya.

2.1.4 Bagian Utama *Excavator*

Secara umum konstruksi *Excavator* terdiri dari *attachment* dan *Base Machine* yang masing-masing meliputi:

1. *Attachment* terdiri dari:
 - a. *Boom* adalah *attachment* yang menghubungkan base frame ke arm dengan panjang tertentu untuk menjangkau jarak *loading/unloading*.
 - b. *Arm* adalah *attachment* yang menghubungkan boom ke Bucket.
 - c. *Bucket* adalah *attachment* yang berhubungan langsung dengan material pada saat loading.
 - d. *Grapple* adalah *attachment* yang berhubungan langsung dengan material pada saat loading kayu / log (*optional*).
2. *Base Machine* terdiri dari:
 - a. *Base Frame* adalah bagian yang terdiri dari cabin (untuk pusat operasional operator), mesin, *counter weight* dan komponen lainnya diatas *frame*.

- b. *Track Frame* adalah komponen yang terdiri dari center frame dan crawler frame yang menjadi tumpuan operasional *Excavator*.
- c. *Track Shoe* adalah komponen yang berfungsi seperti roda pada kendaraan, untuk menggerakkan *Excavator*. Untuk memperjelas konstruksi *Excavator* beserta bagian-bagiannya dapat dilihat pada berikut:



Gambar 2.2 Bagian-bagian dari *Excavator*.

2.1.5 Mekanisme Kerja

Mekanisme kerja pada *Excavator* yang digerakkan secara hidraulik adalah:

- a. Mesin Diesel memutar pompa yang kemudian mengalirkan fluida hidraulik dari tangki ke dalam sistem dan kembali lagi ke tangki.
- b. Komponen-komponen yang mendapat distribusi fluida hidraulik dan pompa adalah *Bucket Cylinder*, *Arm Cylinder*, *Boom Cylinder*, *Swing Motor* dan *Travel Motor* untuk menghasilkan suatu kondisi kerja tertentu. Kondisi kerja *Excavator* di bagi menjadi enam, yaitu:

1. *Swing.*

Pergerakan pada saat *Body dan Attachment Excavator* berputar sampai 360°. Sistem gerakan ini adalah dengan menggerakkan lever yang membuka katup pada *Control Valves* yang berisi *fluida hydraulic* agar mengalir ke *Swing Motor* sehingga *Excavator* akan berputar dengan putaran tertentu.

2. *Traveling Left Shoe.*

Pergerakan ini dibagi menjadi dua gerakan yaitu gerakan maju dan gerakan mundur yang digerakkan oleh katup yang ada di *Control Valves*. Energi hidraulik dari pompa akan diubah lagi menjadi energi mekanis melalui *Travel Motor*. *Travel Motor* memutar *Sprocket* selanjutnya menggerakkan *Track Shoe* sehingga menghasilkan gerakan pada *Excavator*. *Traveling Left Shoe* merupakan gerakan track shoe yang sebelah kiri.

3. *Traveling Right Shoe*

Pergerakan ini dibagi menjadi dua gerakan yaitu gerakan maju dan gerakan mundur yang digerakkan oleh katup yang ada di *Control Valves*. Energi hidraulik dari pompa akan diubah lagi menjadi energi mekanis melalui *Travel Motor*. *Travel Motor* memutar *Sprocket* selanjutnya menggerakkan *Track Shoe* sehingga menghasilkan gerakan pada *Excavator*. *Traveling Right Shoe* merupakan gerakan track shoe yang sebelah kanan.

4. *Boom (Raise-Down)*

Pergerakan *Boom* dilakukan oleh *Boom Cylinder*. Sistem gerakan ini dilakukan dengan menggerakkan lever di ruang operator sehingga katup *Boom Raise* dan katup *Boom Down* pada *Control Valve* yang berhubungan dengan *Boom Cylinder* akan membuka. *Boom* akan melakukan gerakan mengangkat jika katup *Boom Raise* terbuka sedangkan katup *Boom Down* tertutup. Fluida akan mengalir dari katup *Boom Raise* dan menekan piston dari *Cylinder Boom* sedangkan untuk gerakan arm.

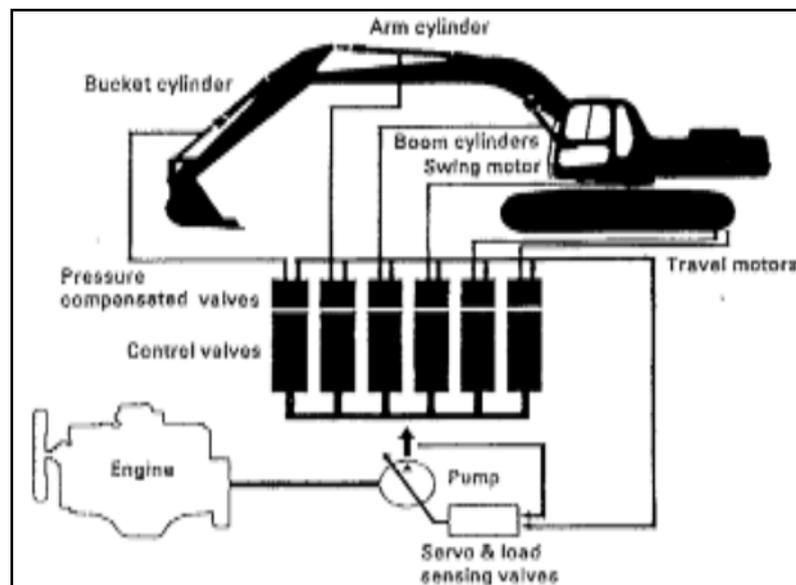
5. *Arm (In-Out)*

Pergerakan *Arm* dilakukan oleh *Arm Cylinder*. Sistem gerakan ini diatur oleh katup *Arm In* dan katup *Arm Out*. *Arm* akan melakukan gerakan mengangkat jika katup *Arm out* terbuka sedangkan katup *Arm In* tertutup. Fluida akan mengalir dari katup *Arm Out* dan menekan piston *Arm Cylinder*. Sedangkan untuk gerakan *Arm* turun, kondisi katup *arm in* dan *arm out* berlaku sebaliknya.

6. *Bucket (Crawl-Dump)*

Pergerakan *Bucket* dilakukan oleh *Bucket Cylinder*. Sistem gerakan ini diatur oleh pergerakan katup *Bucket Crawl* dan katup *Bucket Dump*. *Bucket* akan melakukan gerakan mengangkat (*dump*) jika katup *Bucket dump* terbuka sedangkan katup *Bucket Crawl* tertutup. Pada saat itu, fluida akan mengalir dari katup *Bucket dump* dan menekan piston *Bucket Cylinder*. Sedangkan gerakan *Bucket* menekuk (*crawl*) kondisi katup *bucket crawl* dan katup *bucket dump* adalah sebaliknya.

(<http://excavatormechanic.blogspot.com/2012/11/pengertian-excavator.html>)



Gambar 1.3 *Diagram sistem Hydraulic Excavator.*

(Sumber : [http://library.binus.ac.id/eColls/eThesisdoc/Bab2/2012-2-00273-](http://library.binus.ac.id/eColls/eThesisdoc/Bab2/2012-2-00273-TI%20Bab2001/)

[TI%20Bab2001/](http://library.binus.ac.id/eColls/eThesisdoc/Bab2/2012-2-00273-TI%20Bab2001/))

2.2 Mekanika

2.2.1 Dasar – Dasar Sistem Mekanika

Mekatronika (*Mechatronics*) berasal dari kata *mechanics* dan *electronics*. Mekatronika adalah sebuah sistem yang terdiri dari bagian mekanik dan elektrik, dilengkapi dengan sensor yang mendapatkan informasi, dengan mikroprosesor yang memproses dan menganalisa informasi ini, dan akhirnya logika yang bereaksi atas informasi, yang bergabung menjadi satu menjadi sebuah sistem mekatronika. Contohnya pada beberapa produk cerdas yang digunakan sebagai barang konsumen biasa dalam kehidupan kita sehari-hari, seperti kamera, perekam video, CD, mesin fotokopi atau mesin cuci, semua yang menggabungkan sensor, mikroprosesor berbasis control dan aktuator yang membuat mereka lebih fleksibel dan mudah digunakan. Mesin otomatis yang digunakan dalam kedokteran, pertanian, pertambangan, perbankan, atau manufaktur yang dapat merasakan, melihat, mempunyai akal, memutuskan dan bertindak juga bisa disebut dengan sistem mekatronika. Ini sangat membantu menciptakan mesin atau alat yang pintar, praktis dan mudah digunakan. Sehingga sumber daya pada manusia seperti waktu dan otak dapat dipakai untuk pekerjaan yang lain.

(<http://galihagung.uui.ac.id/2013/03/14/dasar-dasar-sistem-mekatronika/>).



Gambar 2.4 Mekatronika dan Analoginya.

2.2.2 Struktur dan Elemen Mekatronik

Di dunia elektronika terdapat beberapa elemen mekatronika yaitu: Sensor, Kontroler, Jalur Data, Aktuator (*Pneumatic*) dan Sumber Energi.

2.2.3 Mekanisme Mesin/Unit

Mekanisme mesin adalah elemen penyusun pertama pada sistem mekatronika yang harus ada. Semua kebutuhan yang kita inginkan harus dituangkan dulu dalam bentuk mekanisme suatu sistem, hal ini adalah syarat untuk membuat sebuah sistem kontrol.

Contohnya bisa berupa alat berat itu sendiri, fuel sistem, transmission sistem dan lain sebagainya.



Gambar 2.5 Analogi mekanisme mesin dengan manusia.

A. Sensor

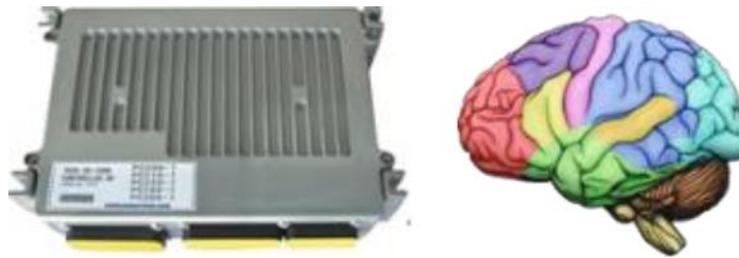
Sensor adalah elemen yang bertugas memonitor keadaan objek yang dicontrol. Sensor dilengkapi dengan rangkaian pengkondisi yang berfungsi memproses sebuah informasi menjadi sinyal listrik.



Gambar 2.6 Analogi sebuah sensor terhadap panca indera manusia.

B. Kontroler

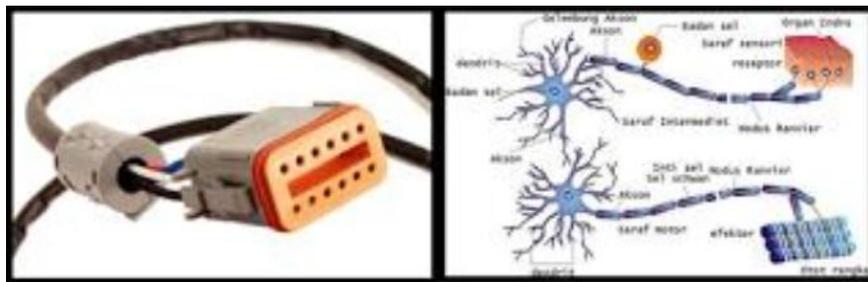
Kontroler Pengendali (*Controller*) adalah elemen yang mengambil keputusan apakah keadaan objek yang dikontrol telah sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan, dan kemudian memproses informasi dari komponen input untuk menetapkan apa yang harus dilakukan untuk merevisi keadaan objek tersebut.



Gambar 2.7 Analogi sebuah *controller* dengan otak manusia.

C. Jalur data

Jalur data berfungsi menyalurkan sinyal perintah dari kontroler dan menyampaikannya ke aktuator ataupun sebaliknya sesuai dengan perintah dari *controller*. Contoh umumnya adalah *wire* dan *connector*.



Gambar 2.8 Analogi jalur data dengan syaraf manusia.

D. Selenoid Actuator

Aktuator adalah elemen yang berfungsi mengkonversi energi listrik ke energi mekanik atau energi yang terlihat. Bentuk konkrit aktuator ini misalnya: motor listrik, *pneumatic*, selenoid, dll.



Gambar 2.9 Analogi selenoid actuator dengan sistem otot pada manusia.

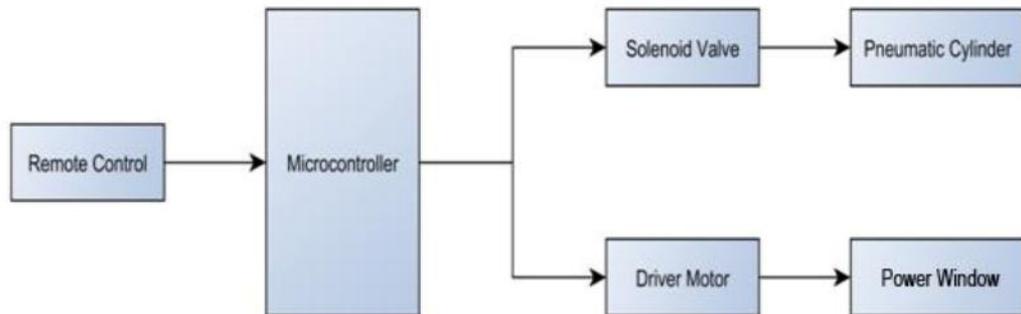
E. Sumber Energi.

Sumber energi adalah elemen yang memberikan *supply* energi listrik ke semua elemen yang membutuhkannya. Salah satu bentuk sumber energi adalah *battery* untuk sistem yang bergerak atau *moveable*, atau adaptor AC-DC untuk sistem yang stasioner (diam/tetap). Namun pada alat berat atau otomotif, *battery* akan tergantikan dengan alternator pada saat *engine* sudah *running*.



Gambar 2.10 Analogi sumber *battery* dengan sumber makanan manusia.

2.3 Diagram Sistem Pada Simulator Excavator



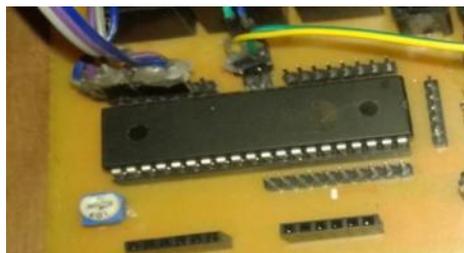
Gambar 2.11 Diagram Sistem Elektrikal *Excavator*

- 1) *Remote Control* : *Remote Controller* adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mengoperasikan sebuah mesin dari jarak jauh. Pada umumnya, pengendali jarak jauh digunakan untuk memberikan perintah dari kejauhan kepada televisi atau barang-barang elektronik lainnya.



Gambar 2.12 *Remote Control*

- 2) *Microcontroller* : Mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus. Cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data.



Gambar 2.13 *Microcontroller*

3) *Solenoid Valve* : merupakan katup yang dikendalikan dengan arus listrik baik AC maupun DC melalui kumparan / selenoida. Solenoid valve ini merupakan elemen kontrol yang paling sering digunakan dalam sistem fluida. Seperti pada sistem pneumatik, sistem hidrolik ataupun pada sistem kontrol mesin yang membutuhkan elemen kontrol otomatis. Contohnya pada sistem pneumatik, solenoid valve bertugas untuk mengontrol saluran udara yang bertekanan menuju aktuator pneumatik (cylinder).



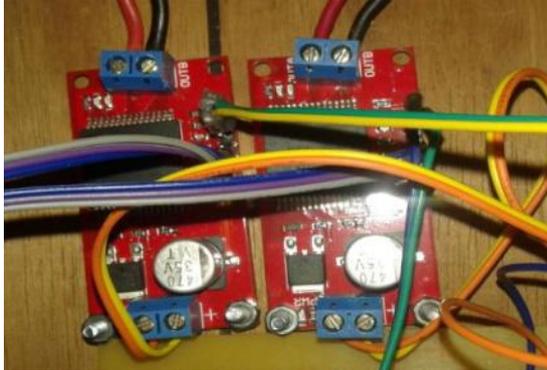
Gambar 2.14 *Solenoid Valve*

4) *Pneumatic Cylinder* : Tabung Aktuator untuk mengangkat / menggerakkan komponen *Arm*, *Boom*, dan *Bucket* yang dimana sumber tenaganya berupa angin.



Gambar 2.15 *Pneumatic Cylinder*

5) *Driver Motor* : Berupa motor penghasil daya yang menggerakkan motor DC.



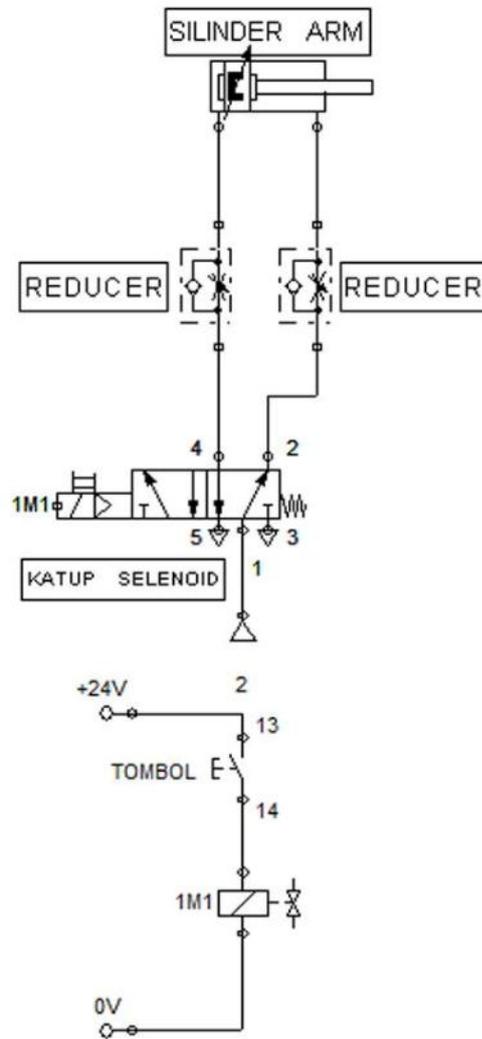
Gambar 2.16 *Driver Motor*

6) Motor DC : Jenis motor listrik yang bekerja menggunakan sumber tegangan DC. Motor DC atau motor arus searah sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung dan tidak langsung/direct-unidirectional. *Motor DC* digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan torque yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.



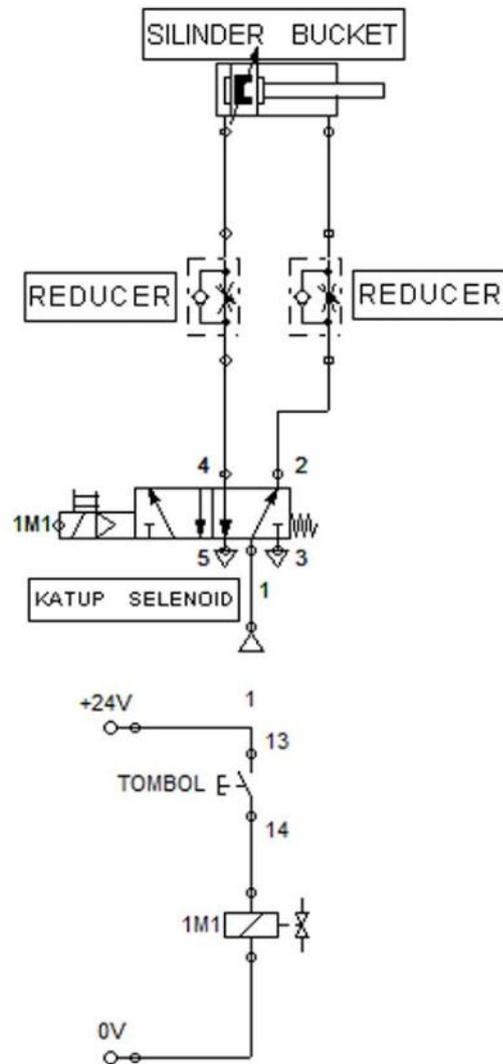
Gambar 2.17 *power window*.

2. Sirkuit Perancangan Silinder Arm



Gambar 2.19 Diagram Skema Perancangan pneumatic silinder arm menggunakan *software* FESTO fluidSIM

3. Sirkuit Perancangan Silinder Bucket



Gambar 2.20 Diagram Skema Perancangan pneumatic silinder bucket menggunakan *software* FESTO fluidSIM

2.5 Pemilihan Bahan

Pada tahapan pemilihan bahan, bahan-bahan yang akan digunakan selama proses perancangan alat diklasifikasi terlebih dahulu jenis dan peruntukannya. Hal ini dimaksudkan supaya dalam proses pembelian atau pemesanan dapat ditentukan *tool* atau penyedia material mana yang menyediakan bahan yang diinginkan.

Adapun sifat-sifat yang diperlukan dalam pemilihan bahan adalah sebagai berikut:

1. Proses Permesinan yang Ekonomis

Kemudahan dalam proses permesinan akan membantu sekali dalam proses pembuatan desain *excavator*, hal ini mengurangi biaya produksi.

2. Desain akan digunakan dalam rentan waktu yang lama dan bahan harus mampu bertahan dalam waktu yang lama.

3. Tahan Korosi

Bahan yang digunakan dalam pembuatan desain agar bertahan lama harus menggunakan bahan yang tahan terhadap korosi yaitu *Acrylic* dan Aluminium.

4. Mudah didapat dipasaran

Bahan yang digunakan dalam membuat desain haruslah mudah dicari dipasaran dan mudah dijangkau sehingga pada saat proses pembuatan konstruksi lebih mudah.

2.6 Dasar-dasar Perhitungan Utama Simulator *Excavator*

Perancangan konstruksi sangat memperhatikan kekuatan rangka yang kuat untuk menopang beban yang akan diterima, gaya angkat silinder pneumatik yang mampu untuk mengangkat rangka *Boom*, *Arm*, dan *Bucket* saat bekerja, dan kebutuhan daya motor yang diperlukan untuk mengerakkan laju *excavator*.

Perumusan dasar yang digunakan pada rancang bangun ialah :

2.6.1 Mencari Gaya Angkat Tiap Silinder Pneumatik yang Diizinkan

Karena silinder pneumatik pada *excavator* berfungsi untuk mengangkat maka silinder pneumatik harus mempunyai kekuatan tersendiri agar mampu mengangkat *boom*, *arm*, dan *bucket* yang akan dihitung dengan menggunakan rumus :

$$F_{pn} = P \cdot A$$

Dimana : F_{pn} = Gaya Tekanan Pneumatik (Kg)
 P = Tekanan Angin Pneumatik (N/m)
 A = Luas Penampang Batang Silinder (m)

Untuk mencari diameter silinder digunakan rumus tersendiri, yaitu :

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

Dimana : A = Luas Penampang Batang Silinder
 π = 3,14
 d^2 = Diameter Batang Silinder Pneumatik (m)

2.6.2 Perhitungan Gaya Angkat Silinder yang Diizinkan Pada *Bucket*

Untuk dapat mengangkat atau menggerakkan *Bucket*, tekanan angin yang dihasilkan dari silinder pneumatik haruslah sanggup dan tidak melebihi batas maksimum yang diizinkan, untuk mencarinya diperlukan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$M_A = 0$$
$$F_p \cdot a = (wb + bb) \cdot b$$
$$F_p = \frac{b}{a} (wb + bb)$$

Dimana : $M_A = \text{Momen di titik A}$
 $F_p = \text{Tekanan Angin Pneumatik Bucket (kg)}$
 $w_b = \text{Berat Bucket (kg)}$
 $bb = \text{Berat Material yang di angkut bucket (kg)}$
 $a = \text{Jarak Bucket (mm}^2\text{)}$
 $b = \text{Jarak Bucket (mm}^2\text{)}$

$$F_p = \dots \leq \overline{F_{pn}}$$

Hasil tekanan angin silinder pneumatik *bucket* (F_p) yang diperlukan untuk dapat mengangkat *bucket* haruslah lebih kecil dari tekanan angin silinder yang diizinkan (F_{pn}).

2.6.3 Perhitungan Gaya Angkat Silinder yang Diizinkan Pada *Arm*

Untuk dapat mengangkat atau menggerakkan *Arm*, tekanan angin yang dihasilkan dari silinder pneumatik haruslah sanggup dan tidak melebihi batas maksimum yang diizinkan, untuk mencarinya juga diperlukan rumus perhitungan yang sama sebagai berikut :

$$M_B = 0$$

$$F_p = \frac{w_a \cdot b + (w_b + bb) (b + c)}{a}$$

Dimana : $F_p = \text{Tekanan Angin Pneumatik Bucket (kg)}$
 $w_a = \text{Berat Beban Arm (kg)}$
 $w_b = \text{Berat Material yang diangkut bucket (kg)}$
 $a = \text{Jarak Arm (mm}^2\text{)}$
 $b = \text{Jarak Arm (mm}^2\text{)}$
 $c = \text{Jarak Arm (mm}^2\text{)}$

$$F_p = \dots \leq \overline{F_{pn}}$$

Hasil tekanan angin silinder pneumatik *arm* (F_p) yang diperlukan untuk dapat mengangkat *bucket* haruslah lebih kecil dari tekanan angin silinder yang diizinkan (F_{pn}).

2.6.4 Perhitungan Gaya Angkat Silinder yang Diizinkan Pada *Boom*

Untuk dapat mengangkat atau menggerakkan *Boom*, tekanan angin yang dihasilkan dari dua silinder pneumatik pada bagian *Boom* haruslah sanggup dan tidak melebihi batas maksimum yang diizinkan, untuk mencarinya juga diperlukan rumus perhitungan yang sama sebagai berikut :

$$2 \cdot F_p \cdot a = wb \cdot (b + c) + Wt \cdot (a + b + c)$$

Dimana : $F_p = \text{Tekanan Angin Pneumatik Boom (kg)}$

$wb = \text{Berat Beban Boom (kg)}$

$wt = \text{Berat Total Arm dan Bucket (kg)}$

$a = \text{Jarak Boom (mm}^2\text{)}$

$b = \text{Jarak Boom (mm}^2\text{)}$

$c = \text{Jarak Boom (mm}^2\text{)}$

$F_p = \dots \leq \overline{F_{pn}}$

Hasil tekanan angin silinder pneumatik *boom* (F_p) yang diperlukan untuk dapat mengangkat *bucket* haruslah lebih kecil dari tekanan angin silinder yang diizinkan (F_{pn}).

2.6.5 Menentukan Tegangan Geser Bahan

Tegangan geser adalah tegangan yang disebabkan oleh gaya yang bekerja sejajar terhadap luas bidang. Untuk mencegah rangka rusak, sangat diperlukan mengetahui dan menghitung tegangan geser pada rangka *boom*, *arm* dan *bucket* dengan menggunakan rumus :

$$\tau g = \frac{Fp}{A} \leq \overline{\tau g}$$

Dimana : $\tau g = \text{Tegangan Geser (N/mm}^2\text{)}$
 $Fp = \text{Beban (N)}$
 $A = \text{Luas Penampang (mm}^2\text{)}$

Hasil tegangan geser yang di dapat (τg) haruslah lebih kecil dari tegangan geser yang diizinkan ($\overline{\tau g}$).

2.6.6 Menentukan Tegangan Bengkok Bahan

Tegangan bengkok adalah tegangan yang terjadi karena adanya momen yang menyebabkan benda mengalami lentur atau bengkok. Untuk mencegah rangka apakah bengkok atau tidak saat diberi momen pada *boom*, *arm*, dan *bucket* digunakan rumus :

$$\tau b = \frac{Mb}{Wb} \leq \overline{\tau b}$$

Dimana : $\tau b = \text{Tegangan Bengkok (N/mm}^2\text{)}$
 $Mb = \text{Momen Bengkok (N)}$
 $Wb = \text{Luas Penampang Rangka (mm}^2\text{)}$

Hasil tegangan bengkok yang di dapat (τb) haruslah lebih kecil dari tegangan bengkok yang diizinkan ($\overline{\tau b}$).

2.6.7 Perhitungan Beban Agar *Excavator* Seimbang

Dengan mengetahui beban yang diterima dari *boom*, *arm*, dan *bucket*, tentunya harus mengetahui berat kabin belakang agar *excavator* seimbang dan tidak menyebabkan terjungkit kedepan. Maka diperlukan perhitungan sebagai berikut :

$$\sum MA0 = 0$$

$$W = \frac{W_{boom} \cdot q + W_{arm} (q + r) + (W_{bucket} + beban) \cdot (q + r + s)}{p}$$

Dimana : W_{boom} = Berat boom (kg)

W_{arm} = berat arm (kg)

W_{bucket} = Berat bucket (kg)

Bb = Beban (kg)

P, q, r, s = Jarak (m)

2.7 Perawatan

Perawatan dibutuhkan pada setiap alat atau unit yang bergerak. Perawatan dilakukan guna menjaga suatu alat atau unit tetap dalam kondisi seperti semula dan memperpanjang usia unit sehingga mencapai kinerja alat yang maksimal.

2.7.1 Pengertian Perawatan

Perawatan atau *Maintenance* 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 direkomendasikan oleh pabrik. Kegiatan servis meliputi pengontrolan, penggantian, penyetelan, perbaikan dan pengetesan.

2.7.2 Tujuan Perawatan

Adapun tujuan perawatan sebagai berikut :

1. Untuk memperpanjang usia unit.
2. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan peralatan.
3. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan.

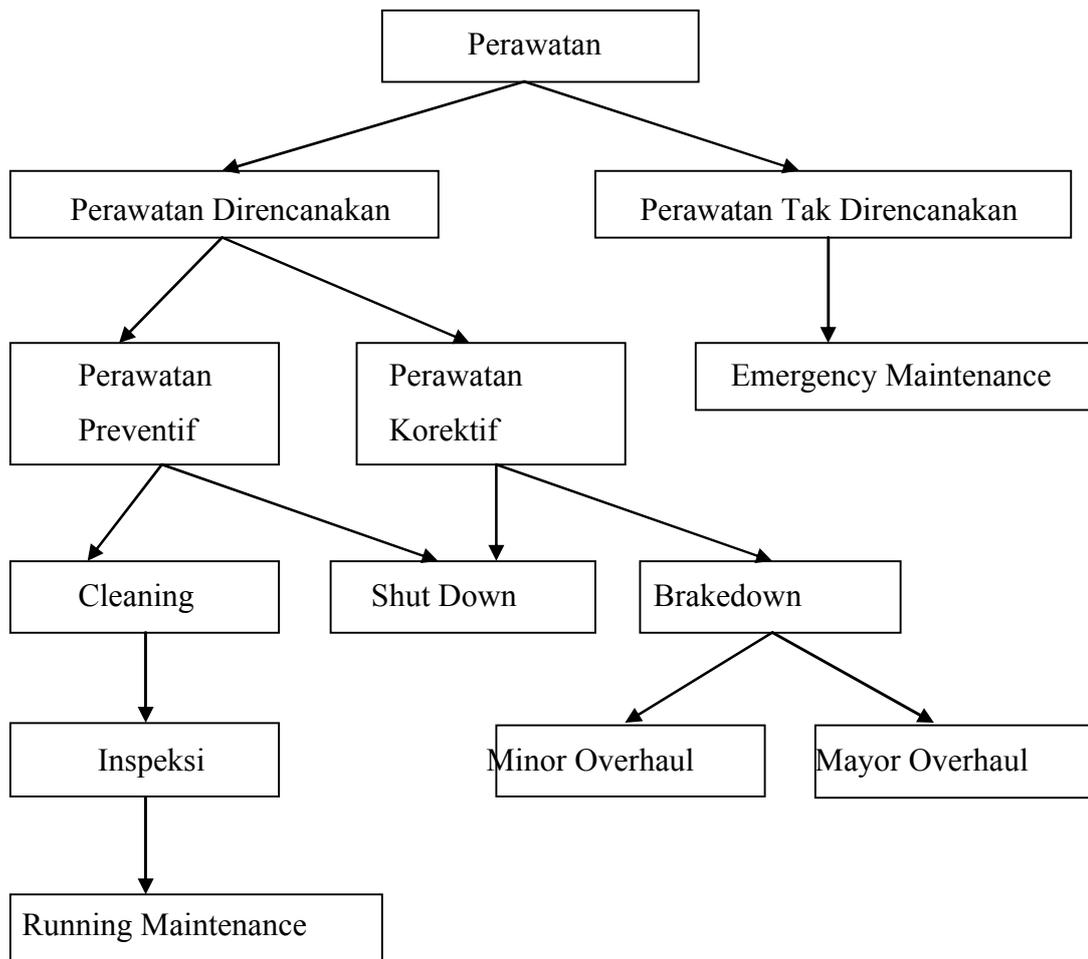
2.7.3 Keuntungan-keuntungan Melakukan Perawatan

Berikut ini adalah beberapa keuntungan penting bila melakukan perawatan yang dilakukan dengan baik.

1. Waktu terhentinya produksi menjadi berkurang.
2. Berkurangnya pembayaran kerja lembur bagi tenaga perawatan.
3. Berkurangnya waktu untuk menunggu peralatan yang dibutuhkan.
4. Berkurangnya pengeluaran biaya untuk perbaikan.

2.7.4 Klasifikasi Perawatan

Secara garis besar kegiatan perawatan dapat diklasifikasikan dalam dua macam yaitu : Perawatan Terencana (*Planned Maintenance*) dan perawatan tidak terencana (*Unplanned Maintenance*). Untuk lebih jelasnya mengenai pembagian strategi perawatan dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.21 Klasifikasi *Maintenance*

1. Perawatan Terencana (*Planned Maintenance*)

Dalam perawatan terencana suatu peralatan akan mendapat giliran perbaikan sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan sedemikian rupa sehingga kerusakan besar dapat dihindari. Perawatan terencana (*planned maintenance*) terbagi menjadi *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*.

2. Perawatan Tidak Terencana (*Unplanned Maintenance*)

Perawatan tidak terencana ini membahas mengenai perawatan darurat dimana perawatan ini merupakan salah satu perawatan yang tidak direncanakan sebelumnya sehingga hal ini dilakukan saat mesin atau unit tersebut mengalami kegagalan atau kerusakan yang tidak terduga dan harus di perbaiki untuk mencegah akibat yang lebih serius lagi. Salah satu contoh perawatan tidak terencana adalah *emergency maintenance*. *Emergency maintenance* adalah pekerjaan perbaikan yang harus segera dilakukan karena terjadi kemacetan atau kerusakan yang tidak terduga.