

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian *Excavator*



Gambar 2.1 *Excavator PC PC750SE-6*
(Sumber:Lit. 14)

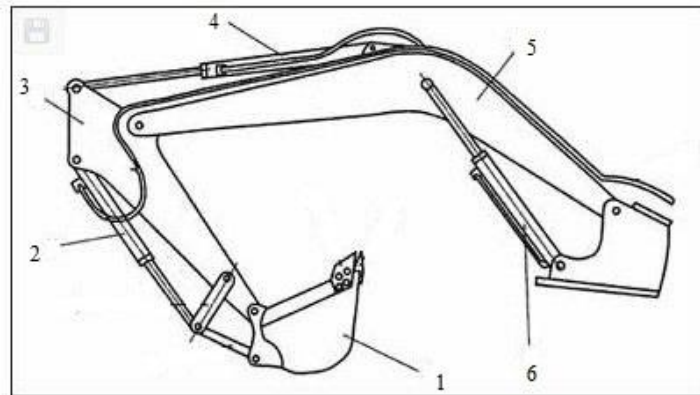
Lydianingias dan Suharianto (2018:2) mengatakan bahwa “*Excavator* adalah alat berat yang berfungsi sebagai penggali, maupun pemuat tanah tanpa harus banyak berpindah tempat dengan menggunakan tenaga power take off dari mesin yang dimilikinya.”

2.2 Pengertian *Miniature Excavator*

Miniature dapat diartikan sebagai tiruan sesuatu dalam skala yang diperkecil atau sesuatu yang kecil.

Miniature Excavator adalah tiruan excavator dalam skala yang diperkecil dari ukuran aslinya, karena untuk harga aslinya lebih mahal dari harga miniature nya.

2.3 Bagian-bagian Lengan *Excavator*



Gambar 2.2 Bagian-bagian Lengan *Excavator*

(Sumber: *Lit.6*)

Keterangan gambar sebagai berikut :

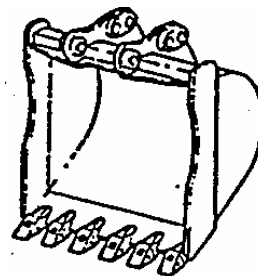
1. *Bucket*
2. *Bucket cylinder*
3. *Arm*
4. *Arm cylinder*
5. *Boom*
6. *Boom cylinder*

2.3.1 *Bucket*

Bucket adalah keranjang yang berfungsi untuk menunjang fungsi utama *excavator* untuk mengeruk. Bentuk *bucket* ini seperti keranjang dengan ujung *bucket* terdapat beberapa jari-jari. Fungsi jari-jari ini seperti garpu yang mempermudah proses pengerukan.

2.3.1.1 Jenis-jenis *Bucket*

1. *Large Bucket*



Gambar 2.3 *Large Bucket*

(Sumber: *Lit. 14*)

Large Bucket adalah jenis *bucket* yang cocok untuk dioperasikan di pekerjaan ringan.

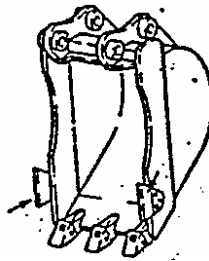
2. *Narrow Bucket*



Gambar 2.4 *Narrow Bucket*
(Sumber:Lit. 14)

Berbeda dengan *large bucket*, *bucket* yang satu ini cocok untuk operasi pekerjaan berat.

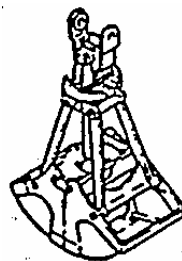
3. *Side Cutters*



Gambar 2.5 *Side Cutter*
(Sumber:Lit. 14)

Bucket Side Cutters adalah jenis *bucket* yang mempunyai fungsi untuk pemotongan tanah.

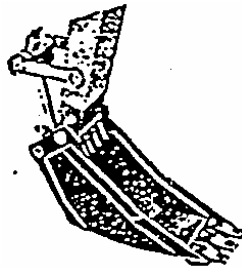
4. *Clamshell Bucket*



Gambar 2.6 *Clamshell Bucket*
(Sumber:Lit. 14)

Clamshell Bucket adalah jenis *bucket* yang mempunyai fungsi untuk penggalian dengan arah tegak lurus.

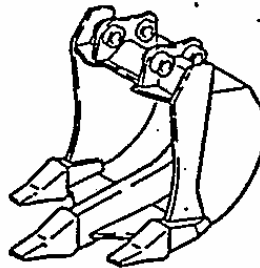
5. *Ejector bucket*



Gambar 2.7 Ejector Bucket
(Sumber:Lit. 14)

Ejector Bucket adalah jenis *bucket* yang mempunyai fungsi untuk penggalian tanah yang lunak.

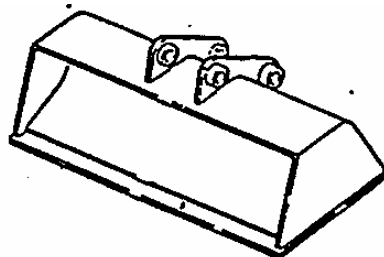
6. *Ripper Bucket*



Gambar 2.8 Ripper Bucket
(Sumber:Lit. 14)

Ripper bucket sangat cocok digunakan untuk bekerja di daerah bebatuan atau tanah liat, dimana *bucket* biasa tidak mampu bekerja secara optimal. Pekerjaan *loading* juga dapat menggunakan *bucket* seperti ini.

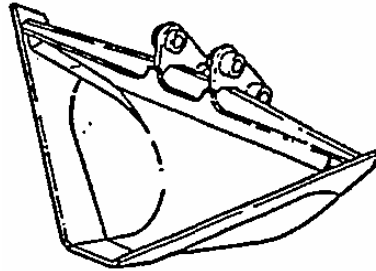
7. *Slope Finishing Bucket*



Gambar 2.9 Slope Finishing Bucket
(Sumber:Lit. 14)

Dengan konstruksi *bucket* yang sedemikian rupa, *bucket* ini cocok sekali digunakan untuk pembuatan slope saluran kanal irigasi atau sungai.

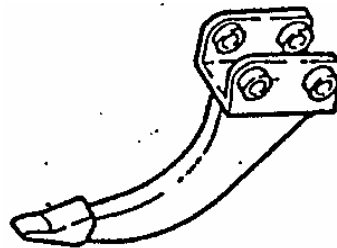
8. *Trapezoidal-Bucket*



Gambar 2.10 *Trapezoidal Bucket*
(Sumber:Lit. 14)

Trapezoidal bucket sangat baik digunakan untuk pembuatan saluran air (drainase) atau kanal irigasi.

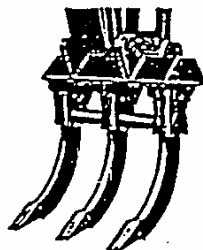
9. *Single-Shank Ripper*



Gambar 2.11 *Singel Shank Bucket*
(Sumber:Lit. 14)

Single-shank ripper ini digunakan untuk mencabut batu. Juga efektif digunakan untuk mencabut akar pohon.

10. *Three-Shank Ripper*



Gambar 2.12 *Three-Shank Ripper*
(Sumber:Lit. 14)

Three-shank rippers sangat efektif digunakan untuk mencabut batu pada slope, menggali, menghancurkan permukaan beton dan mencabut akar pohon.

2.3.2 *Bucket Silinder*

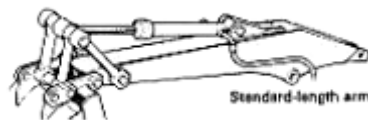
Bucket cylinder merupakan aktuator sistem hidrolik yang berbentuk silinder, lokasinya ada pada arm atau lengan excavator. Fungsi *bucket cylinder*, adalah untuk menggerakkan bucket agar bisa bergerak mengayun.

2.3.3 *Arm*

Arm atau *lengan excavator* berfungsi untuk mengayunkan *bucket* lebih jauh, berkat adanya lengan ini jarak ayunan bucket bisa lebih jauh sehingga mampu menunjang fungsi lebih luas. Selain sebagai pengayun, *arm* ini juga dijadikan tempat peletakan *bucket cylinder*.

2.3.3.1 Jenis-jenis *Arm*

1. *Standard Length Arm*

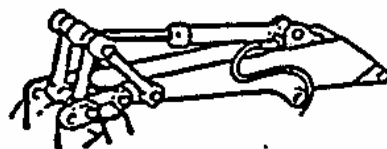


Gambar 2.13 *Standard Leight Arm*

(Sumber:Lit. 14)

Standard length arm merupakan *arm* panjang standard yang digunakan pada *excavator*.

2. *Short Arm*

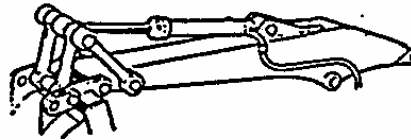


Gambar 2.14 *Short Arm*

(Sumber:Lit. 14)

Short arm pada *excavator* digunakan untuk pekerjaan jangkauan area yang terbatas.

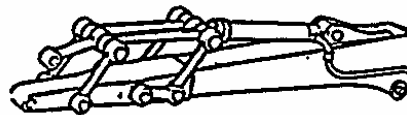
3. *Long Arm & Super-Long Front*



Gambar 2.15 Long Arm & Super-Long Front
(Sumber:Lit. 14)

Long Arm & Super-Long Front untuk menambah *working range* dan kedalaman *digging*.

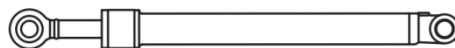
4. *Extension Arm*



Gambar 2.16 Extension Arm
(Sumber:Lit. 14)

Extension Arm dipasangkan pada arm standard untuk jangkauan yang lebih panjang.

2.3.4 *Arm Cylinder*



Gambar 2.17 Arm Cylinder
(Sumber:Lit. 14)

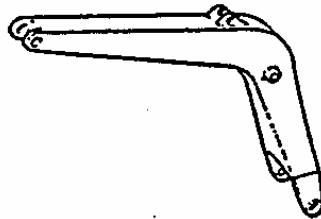
Arm cylinder adalah aktuator hidrolik berbentuk tabung yang terletak pada boom *excavator*, fungsinya untuk menggerakkan *arm* agar dapat mengayun.

2.3.5 Boom

Boom adalah lengan besar yang terhubung langsung ke *excavator*, fungsi *boom* ini adalah untuk mengayunkan *arm* lebih jauh lagi sehingga jangkauan gerak *bucket* bisa lebih jauh.

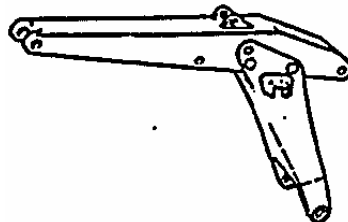
2.3.5.1 Jenis jenis *Boom*

1. *One-Piece Boom*



Gambar 2.18 One Piece Boom
(Sumber:Lit. 14)

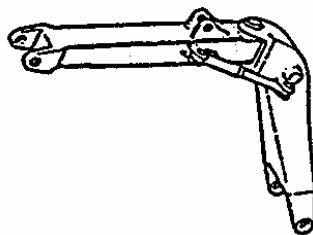
2. *Two-Piece Boom*



Gambar 2.19 Two Piece Boom
(Sumber:Lit. 14)

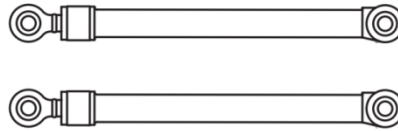
Two piece boom digunakan untuk memperluas medan kerja, dimana jika menggunakan standard arm kurang efisien.

3. *Offset Boom*



Gambar 2.20 Offset
(Sumber:Lit. 14)

2.3.6 Boom Cylinder



Gambar 2.21 Boom Cylinder
(Sumber: Lit. 14)

Boom cylinder merupakan aktuator hidrolis yang terdapat pada boom, fungsinya untuk menggerakkan boom naik turun. Silinder ini sama seperti *arm cylinder* dan *bucket cylinder*. Namun dalam sebuah *excavator* umumnya memiliki dua *boom cylinder*, mengingat beban angkat *boom cylinder* paling berat dibandingkan silinder lain.

2.4 Gerakan Dasar Lengan Excavator

Pada dasarnya, lengan *excavator* mempunyai gerakan dasar yang fungsinya agar *excavator* dapat melakukan penggalian tanah atau material, adapun gerakan dasar pada *lengan excavator* itu adalah sebagai berikut :

1. Boom (Raise-Down)

Gerakan ini adalah gerakan untuk mengayunkan *arm* agar lebih jauh lagi sehingga jangkauan gerak bucket bisa lebih jauh. 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* sehingga 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* sehingga boom melakukan pergerakan *raise-down*.

2. Arm (In-Out)

Gerakan *arm (in-out)* adalah gerakan yang bertujuan untuk mengayunkan bucket lebih jauh, berkat adanya gerakan pada lengan ini jarak ayunan bucket bisa lebih jauh sehingga mampu menunjang fungsi lebih luas. Selain sebagai pengayun, arm ini juga dijadikan tempat peletakan *bucket cylinder*. Pergerakan



Arm dilakukan oleh *Arm Cylinder*. *Sistem gerakan* ini diatur oleh katup *Arm In* dan katup *Arm Out*. *Arm* akan melakukan gerakan rnengangkat 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.

3. Bucket (Crawl-Dump)

Gerakan ini adalah gerakan yang dilakukan untuk melakukan penggalian *material*, selain melakukan pengalihan gerakan ini juga melakukan pergerakan untuk melakukan pembuangan hasil penggalian material tersebut. 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.

2.5 Dasar Pemilihan Bahan

Didalam merancang suatu alat perlu sekali memperhitungkan dan memilih bahan-bahan yang akan digunakan, apakah bahan tersebut sudah sesuai dengan *kebutuhan baik secara ukuran* ataupun *secara sifat fisik* dan *karakteristik bahan* yang akan digunakan. Berdasarkan pemilihan bahan yang sesuai maka akan sangat menunjang keberhasilan dalam perencanaan tersebut, adapun hal-hal perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan yaitu sebagai berikut :

1. Fungsi dari komponen

Dalam perencanaan ini, komponen-komponen yang direncanakan mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Yang dimaksud dengan *fungsinya* adalah bagian-bagian utama dari perencanaan atau bahan yang akan dibuat dan dibeli harus sesuai dengan fungsi dan keuangan dari bagian-bagian bahan masing-masing. Namun pada bagian-bagian tertentu atau bagian bahan yang mendapat beban yang lebih besar, bahan yang yang perlu dipakai tentunya lebih kuat. *Oleh*



karena itu, penulis memperhatikan jenis bahan yang digunakan sangat perlu untuk diperhatikan.

a. Sifat Mekanis Bahan

Dalam perencanaan perlu diketahui sifat mekanis dari bahan, hal ini *bertujuan untuk* meningkatkan efisiensi dalam penggunaan bahan. Dengan diketahuinya sifat mekanis dari bahan maka akan diketahui pula kekuatan dari bahan tersebut. *Sifat-sifat mekanis* bahan yang dimaksud berupa kekuatan tarik, tegangan geser, modulus elastisitas, kekerasan, kekakuan dan sebagainya.

b. Sifat Kimia Bahan

Sifat kimia bahan juga perlu diketahui untuk menentukan bahan apa yang akan digunakan. Sifat kimia yang dimaksud disini seperti : ketahanan terhadap korosi, tahan terhadap air, tahan terhadap panas dan lain sebagainya.

c. Sifat Teknologi

Sifat *teknologi* dari bahan ini perlu diketahui sebab, dari sifat inilah bahan bisa dibentuk atau dilakukan pemotongan dengan mudah serta apakah bahan dapat dilakukan penyambungan menggunakan paku, penyambungan skrup atau bahkan menggunakan lem.

2. Bahan mudah didapat

Bahan-bahan yang akan digunakan untuk komponen suatu mesin yang akan direncanakan hendaknya diusahakan agar mudah didapat dipasaran, karena apabila nanti terjadi kerusakan akan mudah dalam pengantiannya. Meskipun bahan yang akan direncanakan telah diperhitungkan dengan baik, akan tetapi jika tidak didukung oleh persediaan bahan yang ada dipasaran, maka pembuatan suatu alat tidak akan dapat terlaksana dengan baik, karena terhambat oleh pengadaan bahan yang sulit. Oleh karena itu, perencanaan harus mengetahui bahan-bahan yang ada dan banyak dipasaran.

3. Harga relatif murah

Untuk membuat komponen-komponen yang direncanakan maka diusahakan bahan-bahan yang akan digunakan harganya harus murah mungkin dengan tanpa mengurangi karakteristik dan kualitas bahan tersebut. Dengan demikian dapat mengurangi biaya produksi dari komponen yang direncanakan.

2.6 Bahan-Bahan dan Komponen yang Digunakan

2.6.1 Motor DC 12 Volt

Menurut Kadir (2016) Motor DC adalah jenis motor yang menggunakan tegangan searah (DC) yang secara otomatis akan berputar terus menerus selama motor ini mendapatkan pasokan tegangan.



Gambar 2.22 Motor DC

(Sumber: Lit. 12)

Tegangan yang digunakan untuk menggerakkan motor DC bervariasi. Sebagai contoh, terdapat motor DC yang dapat digerakkan dengan baterai 3V, tetapi ada pula yang memerlukan tegangan yang lebih tinggi.

Fungsi Motor DC :

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, fungsi motor DC sangat beragam mulai dari penggerak mainan, robot dan masih banyak lagi yang lainnya. Aplikasi DC Motor ini jauh lebih luas, banyak industri listrik dan elektronik menggunakan motor, dan ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang setiap hari, aplikasi dan jumlahnya meningkat dengan cepat, karena memiliki beberapa kelebihan motor ini banyak digunakan. Namun motor DC ini juga banyak memiliki kekurangan.

Berikut beberapa kelebihan dan kekurangan dari motor DC :

- a. Kelebihan motor DC
 - Daya yang dihasilkan sebanding dengan berat atau ukuran motor
 - Penggunaan arus listrik sebanding dengan beban
 - Tidak bergetar saat digunakan
 - Tidak mengeluarkan suara berisik saat dalam kecepatan tinggi
 - Kontrolnya relatif lebih murah dan sederhana
- b. Kekurangan motor DC
 - Tidak cocok digunakan pada kondisi lingkungan yang cepat berdebu
 - Bentuk cukup besar bila dipasangan satu paket

2.6.2 *Gearbox*

Transmisi manual atau lebih dikenal dengan sebutan *gearbox* 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.

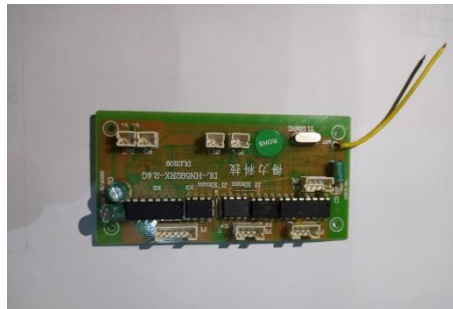


Gambar 2.23 GearBox

(Sumber Dokumen Pribadi)

2.6.3 *Micro Controller*

Wardhana dan Makidian (2010:144) *Microcontroller* adalah suatu terobosan dari teknologi microprocessor, seperti halnya microprocessor, yang berfungsi sebagai “otak” pada computer, *microcontroller* juga berfungsi sebagai otak untuk alat-alat *elektronik*. Bedanya dengan menggunakan *microcontroller* maka sistem *elektronis* yang dibuat akan lebih sederhana, ukuran maupun bentuknya dan tidak membutuhkan biaya yang besar seperti halnya sistem *computer* PC, harganya pun jauh lebih murah daripada microprocessor pada *computer*. Karena kemudahannya dalam merancang sistem *elektronis*, maka *microcontroller* dapat dijadikan pilihan bagi perancang sistem *elektronis*.



Gambar 2.24 *Microcontroller*

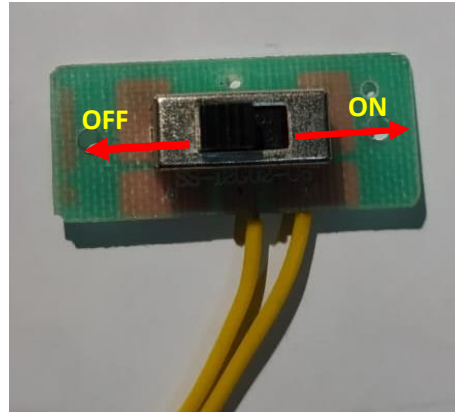
(Sumber Dokumen Pribadi)

Microcontroller ini tempat terbungunya semua sistem yang ada pada sistem *electronic* pada alat ini yang mana dari motor langsung terhubung menuju *micro controller* melalui kabel dan *micro controller* memiliki antenna yang mana berfungsi menangkap sinyal dari remote control yang dapat mengatur gerakan alat.

2.6.4 *Switch On-Off*

Switch On-Off (Saklar hidup dan mati) adalah perangkat / saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik dengan sistem kerja *unlock* (tidak mengunci). Sistem kerja *unlock* disini berarti saklar akan bekerja sebagai *device* penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat

tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal.



Gambar 2.25 Switch On-Off

(Sumber Dokumen Pribadi)

Sebagai *device* penghubung atau pemutus, saklar hanya memiliki 2 kondisi, yaitu *On* dan *Off* (1 dan 0). Istilah *On* dan *Off* ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi *On* dan *Off*.

Karena sistem kerjanya yang *unlock* dan langsung berhubungan dengan operator, *switch on-off* menjadi *device* paling utama yang biasa digunakan untuk memulai dan mengakhiri kerja sistem di sebuah perangkat. Secanggih apapun sebuah sistem bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah saklar seperti *switch on-off* atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian *On* dan *Off*.

2.6.5 Charger



Gambar 2.26 Charger

(Sumber Dokumen Pribadi)

Charger adalah elektronik yang umumnya bersifat sebagai *converter* AC ke DC yang tegangan outputnya relatif kecil, yang mana charger sendiri berfungsi menggunakan tegangan konstan untuk mengisi daya pada baterai. *Charger* banyak digunakan di banyak piranti seperti handphone, camera dan di banyak peralatan elektronik lainnya.

2.6.6 Baterai

Baterai (*Battery*) adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi Listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat Elektronik. Hampir semua perangkat elektronik yang portabel seperti *Handphone*, Laptop, Senter, ataupun Remote Control menggunakan Baterai sebagai sumber listriknya.



Gambar 2.27 Baterai

(Sumber Dokumen Pribadi)

Dengan adanya Baterai, tidak perlu menyambungkan kabel listrik untuk dapat mengaktifkan perangkat elektronik sehingga dapat dengan mudah dibawa kemana-mana. Dalam kehidupan sehari-hari, ada dua jenis baterai yang sering dijumpai yaitu Baterai yang hanya dapat dipakai sekali saja (Single Use) dan Baterai yang dapat di isi ulang (Rechargeable). dalam hal ini penulis menggunakan baterai yang dapat diisi ulang.

2.6.7 ABS Plastik (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*)

ABS atau Akrilonitril butadiena stiren adalah polimer organik pembentuk plastik yang cukup mempunyai kekuatan. Bahan ini banyak digunakan dalam pembuatan lego, instrument, peralatan olahraga dan lainnya. ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) juga banyak digunakan dalam bidang teknik, seperti misalnya untuk kebutuhan elektronik, otomotif dan lain-lain.



Gambar 2.28 ABS Plastik (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*)

(Sumber: Lit. 3)

Salah satu bahan yang sering digunakan dalam dunia teknik dan industri pastinya bahan ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Dimana kelebihan dan kekurangan pada suatu material merupakan hal yang wajar. Mengetahui kelebihan dan kekurangan material adalah perlu, sehingga saat menggunakan material ini dapat diketahui bagaimana cara memanfaatkannya dengan baik. Berikut ini ada beberapa kelebihan dan kekurangan dari bahan ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) ini sendiri yaitu sebagai berikut :



a. Kelebihan

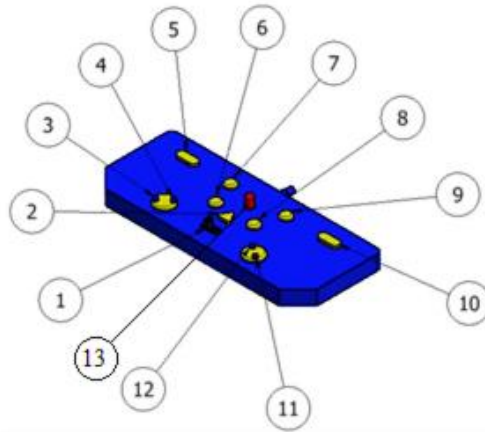
- Terbuat dari bahan plastic yang mana penggunaanya sangat praktis. Jenis plastic ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) ini sangat mudah dibentuk menjadi berbagai macam keinginan menyesuaikan dengan selera yang diinginkan. Pembentukanya bahkan jauh lebih lebih mudah dari jenis plastic yang lainnya.
- Dari segi kekuatan, ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) sendiri memiliki ketahan yang tinggi terhadap penyusutan. Oleh karena itu, bentuk dan ukuranya tidak akan mudah berubah-ubah.
- Dalam penggunaanya ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) sendiri memiliki beberapa varian pilihan berdasarkan ukuran serta ketebalanya. Maka dari itu, material ini sangat mudah untuk diaplikasikan pada berbagai tujuan.
- Bahan ini memiliki daya tahan yang tinggi terhadap perubahan cuaca ekstrim.
- ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) memiliki sifat tahan air, yang mana bahan ini tidak akan rusak atau rapuh bila sering terkena air ataupun embun.

b. Kekurangan

- Bahan ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) sendiri memiliki kekurangan yang mana bahan ini mudah terbakar.
- Pembuatan komponen menggunakan bahan ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) ini haruslah dilakukan dipermesinan.

2.7 Prinsip Kerja Alat

Agar memperjelas dan mempermudah menjalankan miniature dan memahami cara kerja dari alat maka perlulah dibuatnya prinsip kerja, prinsip kerja dari alat ini sebagai berikut :



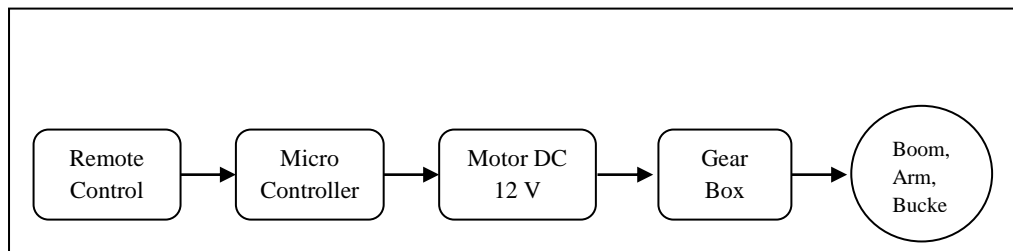
Gambar 2.29 Remote Control

(Sumber Dokumen Pribadi)

1. Hidupkan tombol (1) *on off* pada *remote* dan miniature *EXCAVATOR*, kemudian lampu (*led*) pada *EXCAVATOR* dan *remote* (13) akan menyala dengan sendirinya.
2. Tekan tombol (10) *workbench rotates left* untuk *swing* ke kiri.
3. Tekan tombol (5) *workbench rotates right* untuk *swing* ke kanan.
4. Tekan tombol *bucket rise and falls* untuk menaikkan (3) dan menurunkan (4) *bucket*.
5. Tekan *middle arm* untuk mengangkat (12) dan menurunkan (11) *arm*.
6. Tekan tombol (8) *control boom falls* untuk menurunkan *boom*.
7. Tekan tombol (9) *control boom rises* untuk menurunkan *boom*.
8. Tekan tombol (2) *automated presentation* Untuk menggerakkan miniature *EXCAVATOR*
9. Tekan tombol (7) *Programming key* untuk mengatur ulang pergerakan otomatis yang telah dilakukan setelah menekan tombol (2) *automated presentation*.

2.8 Sistem Kendali

Sistem kendali atau sistem kontrol (Control system) adalah suatu alat (kumpulan alat) untuk mengendalikan, memerintah dan mengatur keadaan dari suatu sistem.



Gambar 2.30 Sistem Kendali

(Sumber Dokumen Pribadi)

Keterangan :

1. Sistem kendali sepenuhnya dipegang atau control melalui remote control
2. Dari remote control dihubungkan melalui sistem trasmitter reciver module atau sistem menggunakan antenna yang mana remote control memancarkan sinyal atau gelombang yang akan ditangkap oleh micro controller
3. Microcontroller komponen yang menjadi pusat penghubung dari sistem tersebut yang mana dari motor DC dihubungkan langsung ke *microcontroller* melalui kabel
4. Dari motor untuk menuju komponon yang akan digerakkan (*Boom, Arm* dan *Bucket*) itu terdapat *gearbox* sebagai penghubung antara motor DC ke komponen yang akan digerakkan.
5. Pada saat motor DC diperintahkan untuk berputar maka motor akan berputar dan mengakibatkan *gearbox* ikut berputar dan komponen yang ingin digerakkan akan bergerak sesuai perintah.



2.9 Perawatan

2.9.1 Pengertian Perawatan

(Assuari,Sofyan.2008) Pewartawatan adalah suatu kegiatan yang tujuan untuk menjaga peralatan atau mesin agar dapat berfungsi seperti yang direncanakan. Adapun cara menjaga alat adalah dengan merawat alat tersebut secara berlanjut atau secara periodic yang teratur, sesuai waktu yang dijadwalkan.

2.9.2 Jenis Perawatan

Pada umumnya kegiatan perawatan dibagi menjadi dua yaitu perawatan terencana (*planned maintenance*) dan perawatan tidak terencana (*unplanned maintenance*). Perawatan terencana merupakan kegiatan perawatan yang pada dasarnya memiliki perencanaan dalam hal ini perawatan yang dilakukan dengan pertimbangan untuk jangka panjang, terkontrol dan tercatat. Sedangkan perawatan tidak terencana merupakan kegiatan perawatan yang dilaksanakan secara tiba-tiba atau tanpa diduga sebelumnya.

1. Perawatan Terencana (*Planned Maintenance*)

Planned Maintenance (Perawatan Terencana) adalah perawatan yang diorganisasi dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan,pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya.

a. Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Preventive Maintenance adalah perawatan yang dilakukan pada selang waktu yang diuraikan dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan bagian-bagian lain tidak memnuhi kondisi yang bisa diterima. Ruang lingkup pekerjaan *preventive* termasuk inpeksi,perbaikan kecil,pelumasan dan penyetelan,sehingga peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan. Secara umum tujuan dari *preventive maintenance* adalah sebagai berikut :

- Meminumkan *downtime* serta meningkatkan efektifitas mesin atau peralatan dan menjaga agar mesin dapat berfungsi tanpa ada gangguan.
- Meningkatkan efesiensi dan untuk ekenomis mesin atau peralatan.

b. Perawatan Perbaiki (*Corretive Maintenance*)



Corretive Maintenance (perawatan perbaikan) adalah perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian termasuk penyetaan dan reparsi yang telah terhenti untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima.

Dalam perbaikan dapat dilakukan peningkatan-peningkatan sedekimian rupa, seperti melakukan perubahan atau modifikasi rancangan agar peralatan menjadi lebih baik. Perawatan ini bertujuan untuk mengubah mesin sehingga operator yang menggunakan mesin tersebut menjadi lebih mudah dan dapat memperkecil kerusakan mesin.

c. Perawatan perbaikan (*Predictive Maintenance*)

Predictive Maintenance adalah perawatan pencegahan yang diarahkan untuk mencegah kegagalan (failure) suatu sarana, dan dilaksanakan dengan memeriksa mesin-mesin tersebut pada selang waktu yang teratur dan ditentukan sebelumnya, pelaksanaan tingkat. Bentuk perawatan terencana yang paling maju ini disebut perawatan predictive, dan merupakan teknik penggantian komponen pada waktu yang sudah ditentukan sebelum terjadi kerusakan, baik kerusakan total ataupun titik dimana pengurangan mutu telah menyebabkan mesin bekerja dibawah standar yang ditetapkan oleh pemakai. Bagaimanapun baiknya suatu mesin dirancang, tidak bisa dihindari lagi pasti terjadi sejumlah keausan dan memburuknya kualitas mesin. Sesudah mengoptimalkan desain untuk mesin dengan metode perancangan pengurangan perawatan, tetap saja kita masih mengetahui bahwa bagian-bagian mesin akan aus, berkurang kualitasnya dan akhirnya rusak dengan tingkat yang dapat diramalkan jika dipakai pada kondisi penggunaan normal konstan.

2. Perawatan Tak Terencana (*Unplanned Maintenance*)

Pada *unplanned maintenance* hanya ada satu jenis perawatan yang dapat dilakukan yaitu *emergency maintenance*. *Emergency maintenance* adalah perawatan yang dilakukan seketika mesin mengalami kerusakan yang tidak terdeteksi sebelumnya. *Emergency maintenance* dilakukan untuk mencegah akibat serius yang akan terjadi jika tidak dilakukan untuk mencegah akibat serius yang akan terjadi jika tidak dilakukan penanganan segera.



Adanya berbagai jenis perawatan di atas diharapkan dapat menjadi *alternative* untuk melakukan pemeliharaan sesuai dengan kondisi yang dialami perusahaan. Sebaiknya perawatan yang baik adalah perawatan yang tidak mengganggu jadwal produksi atau dijadwalkan sebelum merusakkan mesin terjadi sehingga tidak mengganggu produktivitas mesin.

2.9.3 Tujuan Perawatan

Tujuan dari perawatan, adalah sebagai berikut:

- a. Memperpanjang usia kegunaan asset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan serta isinya)
- b. Untuk menjamin kesiapan operasional dari keseluruhan peralatan/mesin.
- c. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan peralatan itu.

2.9.4 Aktivitas Perawatan :

Aktivitas utama dalam perawatan dan perbaikan adalah sebagai berikut :

- a. Perencanaan dan penjadwalan
Hal ini dapat mengenai tentang apa yang dipelihara, bagaimana memelihara dan kapan dipelihara, sehingga seluruh kegunaannya berjalan dengan lancar.
 - b. Pembersihan
Pembersihan bagian bagian mesin dan perlengkapan adalah salah satu jenis kegiatan pemeliharaan yang terpenting dan suatu tugas yang harus dikerjakan oleh operator. Kegiatan pembersihan sebaiknya dilakukan sebelum dan sesudah melakukan kegiatan, baik pada saat operasi maupun pada saat melakukan perawatan.
 - c. Pelumasan
Pelumasan harus dianggap sama pentingnya seperti pemeliharaan preventive misalnya ketidak tepatan pelumas, tingkat pelumas. Penyebab utama kegagalan mesin adalah terlalu sedikit pelumas atau tidak ada pelumas.
 - d. Inspeksi
Dalam inspeksi ada dua macam tes yaitu tes ketelitian dan tes penampilan. Tes ketelitian merupakan keperluan utama untuk alat alat mesin dan dilaksanakan pada saat sebelum atau sesudah pemakaian. Sedangkan tes
-



penampilan adalah penilaian terhadap sebuah komponen mesin secara keseluruhan.

e. *Check Up*

Arsyad dan Zubair (2018) Aktivitas ini meliputi seluruh ukuran pemeliharaan preventif lainnya seperti *check up* yang teratur, pemeriksaan dan perbaikan yang sebelumnya direncanakan. Aktivitas ini termasuk juga pengontrolan, dimana meliputi jadwal waktu perawatan, pekerjaan perawatan dan perbaikan dan ketelitian.

2.9.5 Hal Hal Penting Dalam Perawatan

Ada beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam perawatan antara lain :

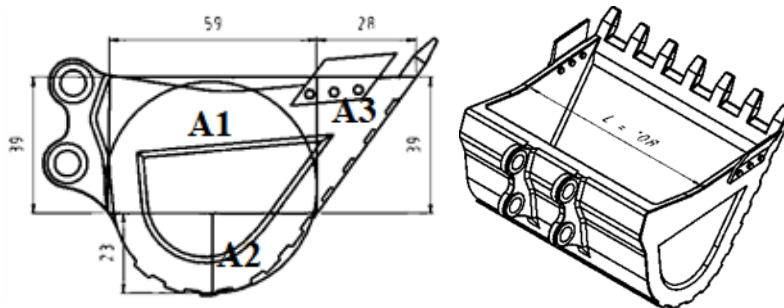
- a. Aktivitas perawatan merupakan suatu hal yang penting dan harus dilakukan dengan sebaik baiknya. Maka dalam meaksanakan aktivitas perawatan perlu diperhatikan petunjuk dan pengalaman, serta jadwal yang telah ditentukan.
- b. Perlu diperhatikan pula pada proses perawatan, hendaknya biaya ditetapkan serendah-rendahnya, tanpa mengurangi arti dari perawatan itu sendiri.
- c. Untuk kelancaran aktivitas perawatan diperlukan adanya organisasi, perencanaan, penjadwalan dan pengendalian biaya sebaik-baiknya.
- d. Kerja sama yang baik antara pemakai mesin dengan bagian perawatan, sehingga proses perawatan dapat berjalan dengan lancar dan dapat mencapai target dan sasarannya.
- e. Perawatan alat/mesin sifatnya adalah kontinyu dan harus dapat terbaca tentang riwayat yang menyangkut riwayatnya.
- f. Untuk menghindari hal-hal yang dapat menimbulkan kesalahan atau kerugian perlu ditegaskan bahwa pemakai mesin tidak diperbolehkan melakukan perbaikan, penyetelan dan pengeditan sendiri, tanpa sepengetahuan bagian perawatan. Kualitas perawatan alat/mesin dapat dicapai apabila fasilitas perawatan cukup memadai.

2.10 Dasar-dasar Perhitungan Utama Miniatur Lengan Excavator

Perancangan konstruksi sangat memperhatikan keberhasilan dari alat yang akan dibuat untuk itu diperlukan perhitungan untuk menopang keberhasilan alat tersebut. Adapun rumus-rumus dasar yang digunakan dalam perhitungan sebagai berikut :

2.10.1 Perhitungan Kapasitas Max Bucket

Untuk menentukan kapasitas max bucket yaitu tergantung bentuk nya beda bentuk maka beda juga cara mencari kapasitasnya, dalam hal ini bentuk yang digunakan disini sebagai berikut :

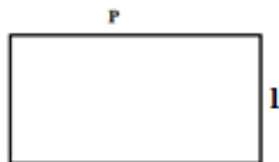


Gambar 2.31 Kapasitas Maximal Bucket

(Sumber : Dibuat)

Setelah dipecah didapt beberapa bentuk dari bucket yang mana bertujuan untuk mempermudah melakukan perhitungan volumenya, untuk menghitung volume totalnya menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_{max} = (A1 + A2 + A3) \dots \dots \dots (2.1)$$

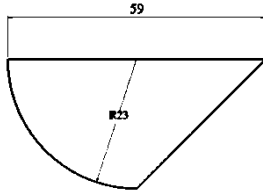


$$A1 = P \times l \dots \dots \dots (2.2)$$

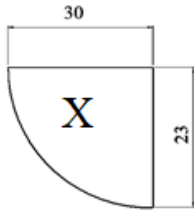
Dimana : A1 : Luas penampang 1 (mm^2)

p : Panjang penampang 1 (mm)

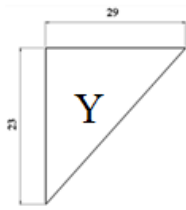
l : Lebar penampang 1 (mm)



$$A_2 = X + Y \dots\dots\dots (2.3)$$



$$X = \frac{1}{4} \pi r^2$$

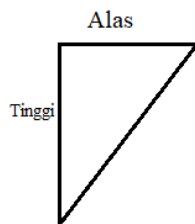


$$Y = \frac{1}{2} \cdot \text{alas} \cdot \text{tinggi}$$

Dimana : A_2 : Luas penampang 2 (mm^2)

$\frac{1}{4} \pi r^2$: Luas lingkaran (mm^2)

r : Jari-jari penampang 2 (mm)



$$A_3 = \frac{1}{2} \cdot \text{Alas} \cdot \text{Tinggi} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana : A_3 : Luas penampang 3 (mm^2)

Alas : Alas dari gambar 3 (mm)

Tinggi : Tinggi dari penampang 3 (mm)

Untuk mencari kapasitas maksimumnya digunakan rumus sebagai berikut :

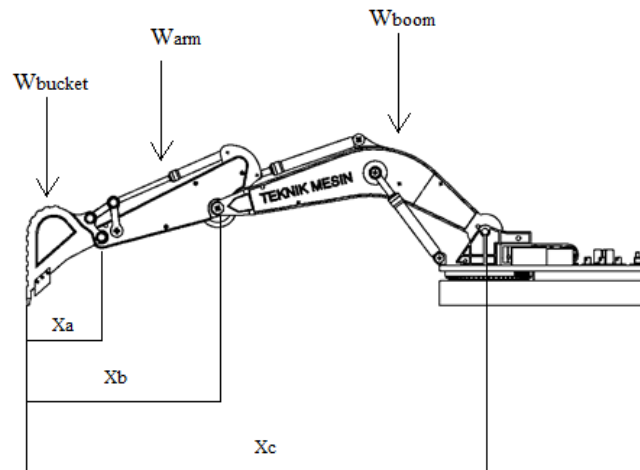
$$Q_{max} = V_{max} \times \text{Berat jenis kerikil} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana : Q_{max} : Kapasitas maksimum bucket

V_{max} : Volume bucket (mm^3)

2.10.2 Perhitungan kemampuan Angkat Pada Miniature Lengan Excavator

Untuk mempermudah menghitung maka diperlukan gambar dari kondisi alat tersebut, untuk menghitung gaya pada miniature lengan excavator menggunakan gambar sebagai berikut :



Gambar 2.32 Miniature Excavator

(Sumber : Dibuat)

2.10.3 Perhitungan Gaya Pada Bucket

Untuk mengetahui seberapa besar gaya angkat pada *bucket*, maka dapat dicari gaya angkat pada *bucket* dengan menggunakan rumus :

$$T_{motor} \geq W_{bucket} \times \frac{1}{2} X_a \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana : F_{bucket} : Gaya angkat pada bucket

W_{bucket} : Berat bucket

X_a : Jarak dari bucket ke motor penggerak bucket

T_{motor} : Torsmi motor penggerak (Nm)



2.10.4 Perhitungan Gaya Pada Arm

Untuk mengetahui seberapa besar gaya pada *arm*, maka dapat dicari gaya angkat pada *arm* dengan menggunakan rumus :

$$T_{motor} \geq W_{bucket} \times \frac{1}{2} X_a + W_{arm} \left(\frac{1}{2} X_b + X_a \right) \dots\dots\dots (2.7)$$

- Dimana : F_{bucket} :Gaya angkat pada bucket
 W_{bucket} :Berat bucket
 X_a : Jarak dari bucket ke motor penggerak bucket
 T_{motor} :Torsmi motor penggerak (Nm)
 W_{arm} : Berat arm
 X_b : Jarak dari bucket ke motor penggerak arm

2.10.5 Perhitungan Gaya Pada Boom

Untuk mengetahui seberapa besar gaya pada *boom*, maka dapat dicari gaya angkat pada *boom* dengan menggunakan rumus :

$$T_{motor} \geq W_{bucket} \times \frac{1}{2} X_a + W_{arm} \left(\frac{1}{2} X_b + X_a \right) + W_{boom} \left(\frac{1}{2} X_c + X_a + X_b \right) \quad (2.8)$$

- Dimana : F_{bucket} :Gaya angkat pada bucket
 W_{bucket} :Berat bucket
 X_a : Jarak dari bucket ke motor penggerak bucket
 T_{motor} :Torsi motor penggerak (Nm)
 W_{arm} : Berat arm
 X_b : Jarak dari bucket ke motor penggerak arm
 W_{boom} :Berat boom
 X_c :Jarak dari bucket ke motor penggerak boom

2.10.6 Menentukan Tegangan Geser Bahan

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



$$\tau_g = \frac{FW_{total}}{A} \leq \bar{\tau}_g \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana : τ_g : Tegangan Geser (N/mm^2)

FW_{total} : Beban (N)

A : Luas permukaan (mm^2)

$\bar{\tau}_g$: Tegangan geser ijin (N/mm^2)

Hasil tegangan geser (τ_g) yang di dapat haruslah lebih kecil dari tegangan geser yang diizinkan ($\bar{\tau}_g$).

2.10.7 Menentukan Tegangan Bending

Tegangan bending atau tegangan bengkok adalah tegangan yang menyebabkan bahan atau komponen mengalami pembengkokan. Untuk mencegah rangka rusak, sangat diperlukan mengetahui dan menghitung tegangan bending pada lengan *excavator* miniature dengan menggunakan rumus :

$$\tau_b = \frac{M_b}{W_b} \leq \bar{\tau}_b \dots\dots\dots (2.10, Lit.10)$$

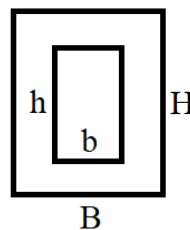
Dimana : τ_b : Tegangan bending (N/mm^2)

M_b : Moment bending (N/mm^2)

W_b : axial section modulus (mm^3)

$\bar{\tau}_b$: Tegangan izin bending (N/mm^2)

Untuk menentukan berat komponen (W_b) tergantung jenis dan bentuk bahanya, dalam hal ini bentuk komponen alat sebagai berikut :



$$W_b = \frac{B.H^3}{6} - \frac{b.h^3}{6} \dots\dots\dots (2.11, Lit.10)$$

Dimana : W_b : Berat komponen (N)

B : Lebar komponen luar (mm^2)

H : Panjang komponen luar (mm^2)

b : Lebar komponen dalam (mm^2)

h : Panjang komponen dalam (mm^2)

2.10.8 Menentukan Tegangan Ijin Bahan

Untuk menentukan kekuatan ijin bahan dibutuhkannya kekuatan tarik bahan dan factor keamanan yang mana hal tersebut telah dijelaskan pada table sebelumnya mengenai hal itu, untuk menghitungnya menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\sigma_{tarik} = \frac{\text{Kekuatan tarik bahan}}{f.\text{keamanan}} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

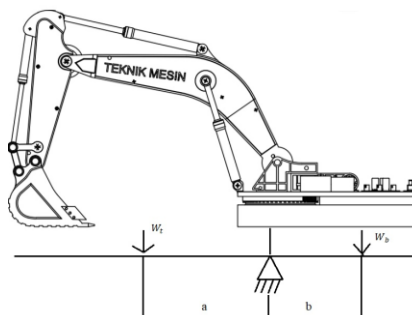
σ_{tarik} : Tegangan tarik (N/mm^2)

Kekuatan tarik bahan : Kekuatan tarik bahan (N/mm^2)

$f.\text{keamanan}$: Faktor keamanan

2.10.9 Menentukan Titik Keseimbangan Alat

Dalam perancangan kontruksi perlu untuk mengetahui titik keseimbangan agar alat yang akan dirancang saat dioperasikan dan diberi beban tidak terlalu berat pada bagian depan maupun belakang sehingga membuat alat tersebut tidak seimbang yaitu dengan menggunakan rumus :



Gambar 2.33 Titik Keseimbangan Alat

(Sumber Dibuat)

$$Bb \times b \geq B_t + Q_{\max} \times a \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana : W_t : Berat lengan *excavator* (N/mm^2)

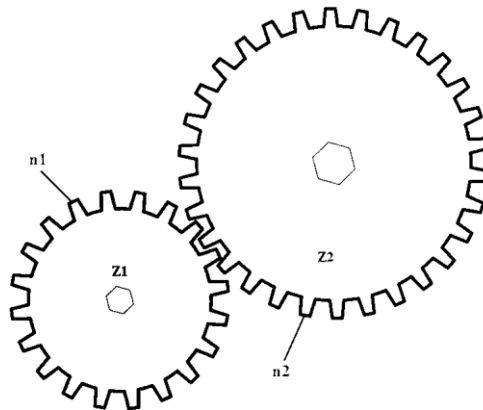
b : $\frac{1}{2}$ Panjang lengan *excavator* (mm^2)

W_b : Berat kabin (N/mm^2)

a : $\frac{1}{2}$ Panjang kabin (mm^2)

2.10.10 Menentukan Kecepatan Roda Gigi (*GearBox*)

Untuk mengetahui kecepatan yang dihasilkan motor penggerak dari putaran input atau putaran awal menuju output atau putaran akhir dari roda gigi satu ke roda gigi lainnya sehingga kecepatannya diketahui, untuk menghitungnya menggunakan rumus sebagai berikut :



Gambar 2.34 Roda Gigi (*Gearbox*)

(Sumber: Lit. 19)

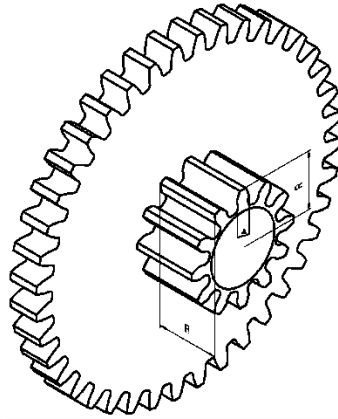
$$n_1 \cdot n_2 = z_1 \cdot z_2 \dots \dots \dots (2.14, \text{Lit.19})$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

Dimana : n : Jumlah gigi pada satu roda

z : Kecepatan pada roda gigi (Rpm)

2.10.11 Menghitung Kekuatan Roda Gigi Saat Bersinggungan



Gambar 2.35 Kekuatan Roda Gigi (Gearbox)

(Sumber: Pribadi)

Untuk menghitung kekuatan roda gigi saat bersinggungan yang bertujuan untuk mengetahui apakah roda gigi tersebut kuat atau tidak sehingga tidak terjadi masalah pada saat beroperasi. dengan rumus sebagai berikut :

$$T_{\text{motor}} = F \times R \dots \dots \dots (2.15)$$

$$F = \frac{T_{\text{motor}}}{R}$$

Setelah didapat gaya yang bekerja pada gear tersebut maka lakukan pengecekan apakah gear tersebut aman atau tidak/

$$\tau_g \geq \tau_g^- \dots \dots \dots (2.16)$$

$$\tau_g = \frac{F}{A} \geq \tau_g^-$$

2.10.12 Menentukan Torsi Dari Motor DC

Untuk menentukan torsi pada motor DC menggunakan rumus sebagai berikut :

$$T = 9,54 \cdot \frac{P}{n} \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana : T : Torsi (N/mm^2)

P : Daya (Watt)

n : Kecepatan putaran (Rpm)

$$T = 756,116 \cdot \frac{P}{n} \dots\dots\dots (2.18)$$

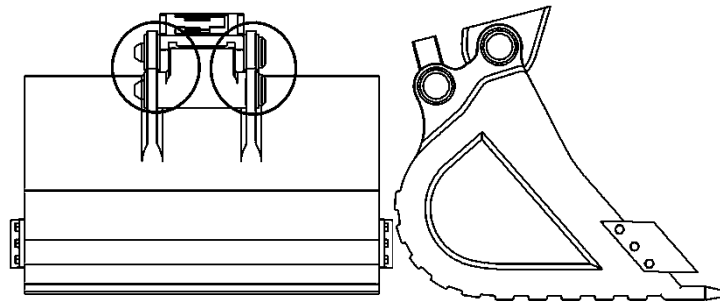
Dimana : T : Torsi (kg.m)

P : Daya (Hp)

n : Kecepatan putaran (Rpm)

2.10.13 Menentukan Kekuatan Titik Putus Pin Pada Bucket

Untuk menentukannya menggunakan rumus :



Gambar 2.36 Bucket

(Sumber Dibuat)

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot W_t}{\pi \cdot n \cdot \tau}} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana : d : Kekuatan pin

W_t : Berat total bucket dan beban (N/mm^2)

π : 3,14 atau $\frac{22}{7}$

τ : Tegangan Geser (N/mm^2)