

TUGAS AKHIR

ANALISA NUMERIK DEFLEKSI PADA ROOD BUCKET DI SISTEM HIDROLIK EXCAVATOR HITACHI EX 200

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MUHAMMAD AKBAR
1407230124



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Akbar
NPM : 14072300124
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Analisa Numerik Defleksi Pada Rood Bucket Di Sistem
Hidrolik Excavator
Bidang ilmu : Keahlian Alat Berat

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Juli 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen penguji I



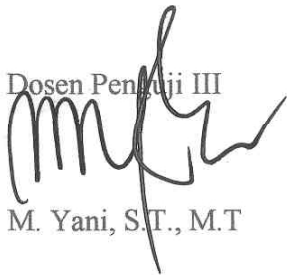
Ahmad Marabdi Siregar.ST.,M.T

Dosen Penguji II



Sudirman Lubis.ST.,MT

Dosen Penguji III



M. Yani, S.T., M.T

Dosen Penguji IV



Chandra A siregar, S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,



Affandi, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammada Akbar
Tempat /Tanggal Lahir : Tembung 27 Mei 1996
NPM : 1407230124
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisa Numerik Defleksi Pada Rood Bucket Di Sistem Hidrolik Excavator.”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Juli 2019



Saya yang menyatakan,

Muhammad Akbar

ABSTRAK

Skripsi ini berjudul “Analisa Numerik *Defleksi* Pada Rod *Bucket* di sistem hidrolik *excavator* merek *Hitachi EX200*”. Masalah analisa defleksi komponen excavator mempunyai ruang lingkup yang luas, sehingga penulis membatasi masalah pada gaya gesek, gaya tekan dan system hidrolik excavator *Hitachi Ex 200* yang sering mengalami kerusakan .penelitian ini bertujuan untuk Sebagai syarat untuk menyelesaikan program S1 di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara,

Menghitung besar gaya yang terjadi pada silinder hidrolik *excavator* merek *Hitachi EX200*, Mengetahui akibat defleksi yang terjadi pada silinder hidrolik *excavator* merek *Hitachi EX200*, Mensimulasikan defleksi pada silinder hidrolik akibat pembebanan dengan menggunakan software Ansys.

Penelitian ini dilakukan di CV. Karya Murni dan dari hasil penelitian dan perhitungan yang disesuaikan sehingga dengan hasil simulasi diperoleh sedikit sekali rod bucket mengalami defleksi, terjadi pada ujung rod bucket saja ditandai dengan warna merah

Pemberian tekanan 5024 Pa terjadi defleksi pada rod bucket tetapi tidak membahayakan karena terlihat pada hasil simulasi. Pemberian beban yang berlebihan diluar standar yang telah ditentukan, penyumbatan pada kontrol pengatur aliran jika tidak berfungsi untuk mengarahkan aliran rod bucket hidrolik tidak akan berfungsi dengan baik, dikarenakan lubang aliran oli tersumbat oleh kotoran.

Kata Kunci: *Defleksi, Rod Bucket, Simulasi.*

ABSTRACT

This thesis is entitled "Analysis of Numerical Deflection in Rod Buckets in Hitachi EX200 brand hydraulic excavator systems". The problem in this research is analyzing rod bucket by numerical analysis by adjusting data from the results obtained from field data so that calculations and simulations of the rod bucket can be made. The pressure of 5024 Pa occurs deflection on rod bucket but it is not dangerous because it is seen in the simulation results. Excessive loading outside the specified standard, blockage in the flow control control if it does not function to direct the hydraulic rod bucket flow will not function properly, because the oil flow hole is blocked by dirt.

This research was conducted at CV. Pure works and from the results of research and calculations are adjusted so that with the simulation results obtained very few rod buckets are deflected, occurring at the end of the rod bucket only marked in red.

Keywords: Deflection, Rod Bucket, Simulation.

KATA PENGANTAR

Dengan Nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Numerik defleksi Pada rood bucket disitem hidrolik excator”. sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak M. Yani, S,T,.M,T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar, S,T,.M.T, selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ahmad Marabdi.S.T,.M.T selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
4. Bapak Sudurman.S.T,.M.T selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Ade Faisal Salaku Wakil Dakan I Fakultas Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar ,S,T,.M,T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Affandi, S,T,.M,T Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatra utara.
8. Orang tua penulis: Khairul Saleh dan Evizar, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikkemesinan kepada penulis.

10. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Sahabat – sahabat penulis yang telah banyak mendokan, membantu dan juga selalu memberikan support kepada penulis, dan juga teman satu perjuangan dalam mengerjakan tugas akhir ini : Fengki Insandi, Satria Ifan afif, zulkifli pacar saya Rahayu Wahyuni S,M dan kawan satu kelas B1 pagi UMSU satabuk 2014.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik Mesin.

Medan, Juli 2019

Muhammad Akbar

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	1
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan penelitian	2
1.5. Manfaat penelitian	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. System hidrolik	3
2.2. Tekanan gaya	5
2.2.1. Fungsi fungsi fluida hidrolik	9
2.2.2. motor	9
2.2.3. saluran hose pipa	10
2.2.4. silinder hidrolik	10
2.2.5. pressure control valve	11
2.2.6. flow control valve	12
2.2.7. flow control mecahnies	12
2.2.8. pengkondisian zat cair	12
2.3.kapasitas aliran	13
2.4.sifat sifat mekanis	14
2.5.jenis jenis tumpuan	16
2.6.jenis-jenis pembebanan	18
2.7.jenis-jenis batang	19
2.8.fenomena lendutan batang	21
2.9. aplikasi lendutan batang	21
2.10.keuletan dan ketegasan	22
2.11.ketegangan stress dan renggangan stree	23
2.12.Elastisitas	23
2.13.Hukum gerak oleh newton	23

2.14.Sofware ansy	25
BAB 3 METODOLOGI PEMBUATAN	31
3.1 Tempat dan Waktu	31
3.2 Bahan Peralatan dan metode	31
3.2.1.Bahan	31
3.3 Teknik pengumpulan data	33
3.4 Prosedur penelitian	33
3.5 Sofware auto cad	38
3.6.Sofware ansy 15	39
3.7.Diagram alir	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Spesifikasi dari silnder bucket	41
4.1.1.Kapasitas aliran pompa	42
4.1.2.Kapasitas aliran posisi menutup	42
4.1.3.Kapasitas aliran membuka	43
4.1.4.Daya pompa oli yang dibutuhkan	43
4.1.5.Kehilangan pada hose masuk gaya pompa	43
4.2,Perhitungan defleksi	44
4.3.Grafik Defleksi	45
4.4.Analisa menggunakan simulasi ansy	45
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1. Kesimpulan	53
5.2. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tekanan Pada Sistem Hidrolik	5
Gambar 2.2 Rangkaian Sistem Hidrolik	6
Gambar 2.3 <i>Gear Pump</i>	11
Gambar 2.4 <i>Axial Piston Pump</i>	12
Gambar 2.5 <i>Radial Piston Pump</i>	12
Gambar 2.6. Tumpuan Rol	23
Gambar 2.7. Tumpuan Jepit	24
Gambar 2.8. Pembebanan Terpusat	24
Gambar 2.9. Pembebanan Terbagi Merata	25
Gambar 2.10. Pembebanan Bervariasi Uniform	25
Gambar 2.11 Batang Tumpuan Sederhana	25
Gambar 2.12 Batang Kantileve	26
Gambar 2.13. Batang Overhang	26
Gambar 2.14 Batang Menerus	26
Gambar 2.15 Bentuk Sel Tiga Dimensi(Sumber Pribadi)	35
Gambar 2.16 Bentuk Sel Dua Dimensi	36
Gambar 2.17 Bentuk Sel Tiga Dimensi	36
Gambar 2.18. Structured Mesh(Sumber Pribadi)	37
Gambar 2.19 Tipe Fem Elemen (A) Beam Elemen; (B) Shell Elemen;(C) Solid Element	38
Gambar 3.1 Excavator Ex200 Merek Hitachi Yang Akan Di Analisa	39
Gambar 3.2 Silinder Hidrolik	40
Gambar 3.3 <i>Pressure Gauge</i>	41
Gambar 3.4 <i>Stopwatch</i>	41
Gambar 3.5 Mistar	42
Gambar 3.6 Jangka Sorong	42
Gambar 3.7 Dimensi Benda Kerja	31
Gambar 3.8 <i>Track Roller</i> Digambar Dengan Software Ansys	36
Gambar 3.9 Permodelan Dan Pola Meshing Benda Kerja	36
Gambar 3.10 Permodelan Pemberian Momen	37
Gambar 3.11 Daerah Pembebanan Gaya(Merah)	37
Gambar 3.12 Daerah Tumpuan Pada <i>Track Roller</i> (Biru)	38
Gambar 3.13 <i>Silinder Bucket</i> Digambar Dengan Software Autocad	39
Gambar 3.14 Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 4.1. Tabung Silinder Hidrolik	41
Gambar 4.2 Grafik Defleksi	45
Gambar 4.3 Hasil Impor Gambar Belum Muncul Karena Belum Digenerate	43
Gambar 4.4 Langkah Generate Gambar Dari Autocad	46
Gambar 4.5 Hasil Generate Gambar	47
Gambar 4.6 Memunculkan Gambar Untuk Di Mesh	48
Gambar 4.7 Melaksanakan Mesh Pada Gambar	48
Gambar 4.8 Pemberian Kunci pada Ujung Rod	48
Gambar 4.9 Hasil Penguncian Pada Ujung Rod	49

Gambar 4.10 Langkah Pemberian Beban Pada Ujung Rod	49
Gambar 4.11 Pemberian Beban Pada Ujung Rod	49
Gambar 4.12 Peyelelesaian Dengan Deformasi Total	50
Gambar 4.13 Menjalankan Ekskusi Pilihan Total Deformasi	50
Gambar 4.14 Menjalankan Ekskusi Pilihan Penyelesaian	51
Gambar 4.15 Hasil Eksekusi Simulasi Akhir Dengan Total Deformasi	52
Gambar 4.16 Menjalankan Ekskusi Pilihan Penyelesaian Bagian Bawah Batang Rod	52

DAFTAR NOTASI

F1	Gaya pada piston 1
F2	Gaya pada piston 2
A1	Luas penampang piston 1
A2	Luas penampang piston 2
P	Tekanan
Q	Debita aliran (<i>liter/menit</i>)
A	Luas penampang (m^2)
V	Kecepatan (m/min)
Q_{bucket}	kapasitas aliran maximum oli silinder bucket (l/mnt)
d_o	diameter dalam silinder bucket (11cm)
v_{bucket}	kecepatan angkat (31,391 cm/s)
n	jumlah silinder angkat (1 buah)
Q_{bocor}	jumlah kapasitas aliran yang bocor dari silinder angkat
Q_{drain}	jumlah kapasitas aliran kembali ke tangki dari katup kontrol
N_p	daya out put pompa (hp)
Q	kapasitaa aliran (l/mnt)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada umumnya industri pertambangan banyak menggunakan alat-alat berat dalam proses memudahkan pekerjaannya. Alat-alat berat ini memerlukan perbaikan dan perawatan yang khusus agar pekerjaan untuk memperoleh bahan-bahan tambang dengan cara pengerukan dan penggalian serta pembukaan jalan untuk menuju tambang itu sendiri. Pemberian beban yang di luar standar spesifikasi yang telah ditentukan dari pabrik atau dealer dapat mempercepat kerusakan[1]. Alat-alat berat ini juga banyak digunakan pada bidang konstruksi, sipil dan industri manufaktur serta *landscaping* [2].

Excavator mempunyai berbagai macam komponen utama antara lain *Cylinder Bucket, bucket, controll valve, engine, center joint, final drive, swing, , boom, arm, dan pump*. Dari berbagai komponen tersebut yang sering mengalami kerusakan dibanding komponen lain yaitu. Berdasarkan hal tersebut penulis berinisiatif dalam tugas akhir ini menganalisa Numerik Defleksi Pada *Cylinder Bucket excavator Hitachi EX200*. sehingga dapat meminimalkan kerusakan *Cylinder Bucket* yang diakibatkan defleksi pada *Cylinder bucket*.

Faktor lain yang mempengaruhi daya tahan *Cylinder bucket* adalah kekerasan dari material komponen tersebut, nilai kekerasan berbanding terbalik dengan keausan dan nilai korosi, semakin keras materialnya semakin kecil tingkat keausannya[3].

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan dalam peneltian ini didasarkan adanya masalah pada Analisa Numerik Defleksi Pada *Rod Bucket* di *sistem hidrolik excavator* merek *Hitachi EX200* pada CV Karya Murni Pratama, sehingga penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menghitung gaya penyebab defleksi pada silinder hidrolik *excavator* merek *Hitachi EX200*.
2. Bagaimana mensimulasikan defleksi pada silinder hidrolik akibat pembebanan dengan menggunakan software Ansys.

1.3 Ruang lingkup

Masalah analisa defleksi komponen excavator mempunyai ruang lingkup yang luas, sehingga penulis membatasi masalah pada gaya gesek, gaya tekan dan system hidrolik excavator *Hitachi Ex 200* yang sering mengalami kerusakan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung besar gaya yang terjadi pada silinder hidrolik *excavator* merek *Hitachi EX200*.
2. Mengetahui akibat defleksi yang terjadi pada silinder hidrolik *excavator* merek *Hitachi EX20*
3. Mensimulasikan defleksi pada silinder hidrolik akibat pembebanan dengan menggunakan software Ansys

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Hasil penelitian ini diharapkan sebagai bahan kajian bagi masyarakat dalam mengatasi kerusakan pada silinder hidrolik *excavator* merek *Hitachi EX200*.
2. Untuk meningkatkan kualitas ilmu pengetahuan, khususnya sebagai pertimbangan dalam menganalisa kerusakan silinder hidrolik *excavator* merek *Hitachi EX200*.
3. Sebagai bahan referensi di bidang perawatan alat-alat berat.

Berisikan tentang kesimpulan hasil dari penelitian dan pembahasan, serta saran untuk penelitian selanjutnya.

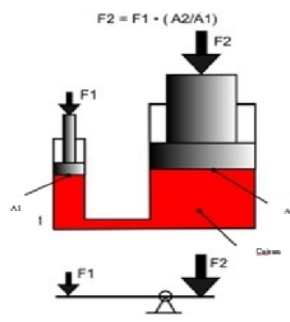
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Hidrolik

Sistem Hidrolik adalah teknologi yang memanfaatkan zat cair, biasanya oli, untuk melakukan suatu gerakan segaris atau putaran. Sistem ini bekerja berdasarkan prinsip Jika suatu zat cair dikenakan tekanan, maka tekanan itu akan merambat ke segala arah dengan tidak bertambah atau berkurang kekuatannya Hukum Archimedes (+250 sebelum Masehi). Hidrolik dapat diartikan suatu alat yang bekerjanya berdasarkan air dalam pipa. Namun, pada masa sekarang ini sistem hidrolik kebanyakan menggunakan air atau campuran oli dan air (*water emulsion*) atau oli saja. Sistem yang digunakan sebagai penggerak "garpu" adalah sistem hidrolik. Sistem hidrolik adalah sebuah sistem yang menggunakan tenaga fluida liquid untuk mengerjakan suatu pekerjaan yang sederhana. Sistem hidrolik merupakan aplikasi dari penggunaan Hukum Pascal.

Mesin hidrolik, mengisi fluida hidrolik bertekanan ke suatu motor hidrolik atau silinder hidrolik untuk melakukan kerja tertentu. Silinder hidrolik menghasilkan gerakan maju mundur yang banyak diaplikasikan pada alat-alat berat, gerbang air (pada bendungan misalnya), atau juga untuk katub (*valve*) yang berukuran besar. Fluida hidrolik dikontrol alirannya oleh *control valve* dan dialirkan melalui selang atau *tubing-tubing* hidrolik.

Sistem ini bekerja berdasarkan HUKUM PASCAL "Jika suatu zat cair dikenakan tekanan, maka tekanan itu akan merambat kesegala arah dengan tidak bertambah atau berkurang kekuatannya". Hukum pascal dapat diterangkan berdasarkan cara kerja penekanan hidrolik, seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.1 Tekanan Pada Sistem Hidrolik

Keterangan :

F_1 = Gaya pada piston 1

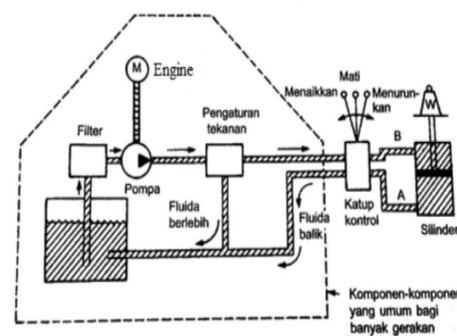
F_2 = Gaya pada piston 2

A_1 = Luas penampang piston 1

A_2 = Luas penampang piston 2

P = Tekanan

Prinsip kerja sistem hidrolik pada silinder bucket, ketika *engine*/motor di *start*, putaran dari *output shaft* yang terhubung langsung antara *engine* dengan pompa akan memutar pompa hidrolik, oli hidrolik yang mengalir dari tangki akan melewati filter hidrolik terlebih dahulu, yang kemudian akan mengalirkan keseluruhan sistem hidrolik yang ada. Seperti *control valve*, *motor swing*, *motor travel*, *silinder actuator*, dan sebagainya. Besar tekanan akan diatur oleh *relief valve*. Untuk menggerakkan atau mengoperasikan keseluruhan system sesuai yang diinginkan oleh operator pengendalinya adalah *pilot handle* yang terdapat atau terletak pada kanan dan kiri tempat duduk operator.



Gambar 2.2 Rangkaian Sistem Hidrolik

Adapun keuntungannya adalah sebagai berikut:

- Dapat menyalurkan torque dan gaya yang besar
- Pencegahan overload tidak sulit
- Kontrol gaya pengoperasian mudah dan cepat.
- Pergantian kecepatan lebih mudah
- Getaran yang timbul relatif lebih kecil
- Daya tahan lebih lama.

Namun system hydraulik ini juga mempunyai beberapa kekurangan yaitu:

- a. Peka terhadap kebocoran
- b. Peka terhadap perubahan temperatur
- c. Kadang kecepatan kerja berubah
- d. Kerja system saluran tidak sederhana.

Hidrolik terbagi dalam 2 bagian :

- a. Hidrodinamika : yaitu Ilmu yang mempelajari tentang zat cair yang bergerak
- b. Hidrostatik : yaitu Ilmu yang mempelajari tentang zat cair yang bertekanan
Pada hidrostatik adalah kebalikan dari Hidrodinamika yaitu zat cair yang digunakan sebagai media tenaga, zat cair berpindah menghasilkan gerakan dan zat cair berada dalam tabung tertutup

2.2 Tekanan dan Gaya

Untuk menimbulkan tekanan maka fluida harus dikompres. Jumlah fluida yang dikompres dan nilai tekanan tergantung dari gaya yang digunakan untuk mengalirkan fluida dan gaya gaya yang menghambat (resisting) aliran fluida.

Pompa hydraulic menyebabkan gerakan aliran fluida dan resisting yang diakibatkan oleh sikuit hydraulic.

Hal hal yang menyebabkan aliran fluida terhambat adalah:

- a. Beban piston silinder, semakin besar beban semakin besar tekanan yang dibutuhkan.
- b. Jika ada back pressure, maka aliran akan terhambat.
- c. Sirkuit hydraulic yang ada, hose, valve, fitting, filter dan orifice akan menyebabkan gesekan dan fluida sulit untuk mengalir.

Gesekan aliran akan semakin besar jika:

- Bertambah panjangnya pipa atau hose
- Kecepatan oli
- Berkurang dengan besarnya diameter saluran.
- Berkurang karena temperatur oli

Pengaruh tekanan dan gaya

- Apabila suatu zat cair mendapat tekanan maka zat cair itu akan selalu mengalir melalui jalan yang termudah

- Karena sifat zat cair tersebut diatas adalah merupakan suatu kelemahan karena akan dapat merusak sistem, misalnya Kebocoran pada fitting-fitting yang kendor dan pada seal-seal yang rusak

Pada system hydraulic, fluida yang umum digunakan adalah oli. Oli yang umum digunakan adalah:

a. Oli mesin (Engine oil)

Kekentalan (viscosity) oli mesin dinyatakan dalam SAE (Society of Automotive Engineering) dimana makin besar angkanya berarti oli mesin tersebut semakin kental. Contoh SAE 10, SAE 20, SAE 30. Klasifikasi Oli mesin dinyatakan dalam API (American Petroleum Institute), dimana makin tinggi huruf akhir maka klasifikasi oli makin baik.

Contoh:

Untuk *Diesel engine* CA, CB, CC, CD

Untuk *gasoline engine*: SA, SB, SC, SD, SE, SF

b. Oli hydraulic (hidrolik oil)

Pada oli hydraulic mempunyai kekentalan dan klasifikasi sebagaimana oli mesin, hanya tidak dinyatakan dalam SAE maupun kode API service.

Sifat oli pada system hidrolik:

- Bersifat tidak dapat dimampatkan (uncrompressible).
- Bersifat mudah mengalir (fluidity).
- Harus stabil sifat fisika dan kimianya.
- Mempunyai sifat melumasi.
- Mencegah terjadinya karat.
- Bersifat mudah menyesuaikan dengan tempat.
- Dapat memisahkan kotoran kotoran.

2.2.1 Fungsi fungsi fluida hidrolik:

Transmisi daya Menurut prinsip Pascal, daya hidrolik merupakan hasil kali antara transmisi (tekanan) gaya dengan debit aliran yaitu $PQ/60$ KW. Pelumasan Mencegah keausan dan gesekan pada komponen Menutup Kekentalan oli akan membantu menutup celah antar komponen. Mendinginkan Mencegah timbulnya panas, panas yang berlebihan akibat keausan, kehilangan tekanan, kebocoran internal.

Penggunaan oli hidrolik harus dijaga dari kerusakan, karena kerusakan oli hidrolik bisa mengakibatkan kerja yang tidak maksimal dari unit. Berikut adalah beberapa penyebab kerusakan oli:

- Kontaminasi (contamination): Yaitu kerusakan yang diakibatkan pengaruh atau kesalahan dari luar oli tersebut.
- Deteriorasi (deterioration): Yaitu kerusakan oli yang disebabkan oleh pengaruh dari oli itu sendiri

Komponen hidrolik dalam system pemindah tenaga dengan system hidrolik sangat penting untuk diketahui, fungsi dan cara kerjanya. Pembacaan symbol symbol hidrolik sangatlah sederhana namun sangat lengkap dan mewakili sesuai dengan kerja komponen yang sebenarnya. Sebagai contoh pada symbol pompa, maka symbol digambar sama persis dengan cara kerja pompa yang sebenarnya .

Tangki hydraulic(Hydraulic Reservoir) sebagai wadah oli untuk digunakan pada sistem hidrolik. Oli panas yang dikembalikan dari sistem/actuator didinginkan dengan cara menyebarkan panasnya. Dan menggunakan oil cooler sebagai pendingin oli, kemudian kembali ke dalam tangki. Gelembung-gelembung udara dari oli mengisi ruangan diatas permukaan oli. Untuk mempertahankan kondisi oli baik selama mesin operasi, dilengkapi dengan saringan yang bertujuan agar kotoran jangan masuk kembali tangki.

Hidrolik tangki diklasifikasikan sebagai Vented Type reservoir atau pressure reservoir, dengan adanya tekanan di dalam tangki, masuknya debu dari udara akan berkurang dan oli akan didesak masuk kedalam pompa.

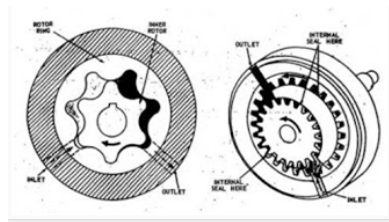
Pompa hydraulic berfungsi seperti jantung dalam tubuh manusia adalah sebagai pemompa darah. Pompa hidrolik merupakan komponen dari sistem hidrolik yang membuat oli mengalir atau pompa hidrolik sebagai sumber tenaga yang mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga hidrolik.

Klasifikasi pompa

- a. Non Positive Displacement pump : mempunyai penyekat antara lubang masuk/inlet port dan lubang keluar/out port, sehingga cairan dapat mengalir di dalam pompa apabila ada tekanan.

Contoh : Pompa air termasuk disebut juga tipe non positive displacement.

- b. Positive displacement pump : Memiliki lubang masuk/inlet port dan lubang keluar/outlet port yang di sekat di dalam pompa. Sehingga pompa jenis ini dapat bekerja dengan tekanan yang sangat tinggi dan harus di proteksi terhadap tekanan yang berlebihan dengan menggunakan pressure relief valve. Contoh : Pompa hidrolik alat-alat berat



Gambar 2.3 Gear pump

Gear pump: bersifat murah, memiliki ketahanan yang lama (awet), sederhana pengoperasiannya. Tetapi kelemahannya adalah memiliki efisiensi yang rendah, karena sifat pompa yang ber-*displacement* tetap, dan lebih cocok untuk digunakan pada tekanan di bawah 20 MPa (3000 psi).

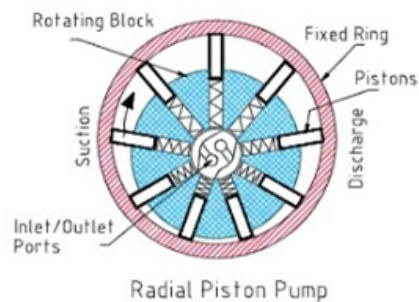
- c. Fixed displacement pump : mempunyai sebuah ruang pompa dengan volume tetap (fixed volume pumping chamber) Outputnya hanya bisa diubah dengan cara merubah kecepatan kerja (drive speed)
- d. Variable displacement pump : mempunyai ruang pompa dengan volume bervariasi, outputnya dapat diubah dengan cara merubah displacement atau drive speed, fixed displacement pump maupun variable pump dipakai pada alat-alat pemindah tanah

Axial piston pump. Satu jenis pompa hidrolik yang menarik adalah *axial piston pump*. Pompa ini dapat berjenis *swashplate* atau juga *checkball*. Jenis pompa ini didesain untuk dapat bekerja pada *displacement* yang bervariasi, sehingga dapat menghasilkan aliran dan tekanan fluida hidrolik yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan. Jenis yang paling banyak digunakan adalah *swashplate pump*. Pompa ini dapat kita ubah sudut *swashplate*-nya untuk menghasilkan langkah piston yang bervariasi tiap putaran. Jika sudut semakin besar, akan menghasilkan debit aliran yang besar dengan besar tekanan yang lebih kecil, dan begitu pula sebaliknya



Gambar 2.4 Axial Piston Pump

Radial Piston Pump: digunakan untuk menghasilkan tekanan fluida hidrolik yang tinggi dengan debit aliran yang rendah.



Gambar 2.5 Radial Piston Pump

2.2.2 Motor

Simbol untuk Fixed displacement motor adalah sebuah lingkaran dengan sebuah segitiga di dalamnya. Simbol pompa mempunyai segitiga yang menunjukkan arah aliran., dan simbol motor memiliki segitiga yang mengarah ke dalam Simbol untuk Single elemen pump / motor yang juga termasuk reversible memiliki dua segitiga di dalam lingkaran, masing-masing

menunjukkan arah aliran. Sebuah variable displacement pump/motor diperlihatkan sebagai simbol dasar dengan tanda anak panah yang digambarkan menyilang

2.2.3 Saluran Hose, Pipa

Ada tiga macam garis besar yang dipergunakan dalam penggambaran symbol grafik untuk melambangkan pipa, selang dan saluran dalam sehubungan dengan komponen-komponen hidrolis

- a. Solid line digunakan melambangkan pipa kerja hidrolis. Pipa kerja ini menyalurkan aliran utama oli dalam suatu sistem hidrolis.
- b. Dashed line digunakan untuk melambangkan pipa control hidrolis. Pipa control ini menyalurkan sejumlah kecil oli yang dipergunakan sebagai aliran bantuan untuk menggerakkan atau mengendalikan komponen hidrolis.

Suatu ilustrasi simbol grafik terdiri dari line kerja, Line control dan line buang yang saling berpotongan. Perpotongan di gambarkan dengan sebuah setengah lingkaran pada titik perpotongan antara satu garis dengan garis line, atau digambarkan sebagai dua garis yang saling berpotongan. Hubungan antara dua garis tidak dapat diduga kecuali jika diperhatikan dengan sebuah titik penghubung

.Titik penghubung di gunakan untuk memperlihatkan suatu ilustrasi dimana garis-garis berhubungan. Jika sambungan terjadi pada bentuk T , titik penghubung dapat diabaikan karena hubungan garis antara kedua garis tersebut terlihat jelas.

Bila diperhatikan suatu arah aliran tertentu, tanda kepala panah bisa ditambahkan pada garis di dalam gambar yang menunjukkan arah aliran oli

2.2.4 Silinder hidrolis

Silinder hidrolis merubah tenaga zat cair menjadi tenaga mekanis. Fluida yang tertekan , menekan sisi piston silinder untuk menggerakkan beberapa gerakan mekanis. terdiri dari:

- a. Single acting cylinder hanya mempunyai satu port, sehingga fluida bertekanan hanya masuk melalui satu saluran, dan menekan ke satu arah. Silinder ini untuk gerakan membalik dengan cara membuka valve atau karena gaya gravitasi atau juga kekuatan spring.
- b. Double acting cylinder mempunyai port pada tiap bagian sehingga fluida bertekanan bias masuk melalui kedua bagian sehingga bias melakukan dua gerakan piston.

Kecepatan gerakan silinder tergantung pada fluid flow rate (gallon / minute) dan juga volume piston. Cycle time adalah waktu yang dibutuhkan oleh silinder hidrolis untuk melakukan

gerakan memanjang penuh. Cycle time adalah hal yang sangat penting dalam mendiagnosa problem hidrolik.

$$\text{Volume} = \text{Area} \times \text{Stroke}$$

$$\text{CYCLE TIME} = (\text{Volume}/\text{Flow Rate}) \times 60$$

2.2.4 Pressure Control Valve

Tekanan hidrolik dikontrol melalui penggunaan sebuah valve yang membuka dan menutup pada waktu yang berbeda berdasar aliran fluida by pass dari tekanan tinggi ke tekanan yang lebih rendah. Tanda panah menunjukkan arah aliran oli. Pressure control valve bisanya tipe pilot, yaitu bekerja secara otomatis oleh tekanan hidrolik, bukan oleh manusia. Pilot oil ditahan oleh spring yang biasanya bias di adjust. Semakin besar tegangan spring, maka semakin besar pula tekanan fluida yang dibutuhkan untuk menggerakkan valve.

2.2.5 Pressure Relief Valve

Pressure Relief Valve membatasi tekanan maksimum dalam sirkuit hidrolik dengan membatasi tekanan maksimum pada komponen-komponen dalam sirkuit dan di luar sirkuit dari tekanan yang berlebihan dan kerusakan komponen. Saat Pressure relief valve terbuka, Oli bertekanan tinggi dikembalikan ke reservoir pada tekanan rendah. Pressure Relief valve biasanya terletak di dalam directional control valve. Ada dua macam relief valve yang digunakan yaitu :

- a. Direct Acting Relief Valve yang menggunakan sebuah pegas kuat untuk menahan aliran dan membuka pada saat tekanan hidrolik lebih besar daripada tekanan pegas Pilot Operated relief valve yang menggunakan tekanan pegas dan tekanan oli untuk menjalankan relief valve dan merupakan jenis yang lebih umum dipakai.
- b. Directional Control Valve dimana aliran fluida hidrolik dapat dikontrol dengan menggunakan valve yang hanya memberikan satu arah aliran. Valve ini sering dinamakan dengan check valve yang umumnya menggunakan system bola.

Simbol directional control valve ada yang berupa gabungan beberapa symbol. Valve ini terdiri dari bagian yang menjadi satu blok atau juga yang dengan blok yang terpisah. Garis putus putus menunjukkan pilot pressure. Saluran pilot pressure ini akan menyambung atau memutuskan valve tergantung dari jenis valve ini normaly close atau normally open.

Spring berfungsi untuk mengkondisikan valve dalam posisi normal. Jika tekanan sudah build up pada sisi flow side valve, saluran pilot akan akan menekan dan valve akan terbuka. Ketika pressure sudah turun kembali maka spring akan mengembalikan ke posisi semula dibantu

pilot line pada sisi satunya sehingga aliran akan terputus. Valve ini juga umum digunakan sebagai flow divider atau sebagai flow control valve.

2.2.6 Flow Control Valve

Fungsi katup pengontrol aliran adalah untuk mengontrol arah dari gerakan silinder hidrolik atau motor hidrolik dengan merubah arah aliran oli atau memutuskan aliran oli. Flow control valve ada beragam macam, tergantung dari berapa posisi, sebagai contoh: Flow control valve dua posisi biasanya digunakan untuk mengatur aliran ke actuator pada system hidrolik sederhana. Simbol symbol flow control valve dibawah ini menunjukkan beberapa jenis cara pengoperasiannya, ada yang menggunakan handle, pedal, solenoid dan lain sebagainya.

2.2.7 Flow Control Mechanis

Ada kalanya system hidrolik membutuhkan penurunan laju aliran atau menurunkan tekanan oli pada beberapa titik dalam sistem. Hal ini bias dilakukan dengan memasang restrictor. Restrictor digambarkan seperti pengecilan dalam system, dapat berupa fixed dan juga variable, bahkan bias dikontrol dengan system lain.

2.2.8 Pengkodisian zat cair

Pengkodisian oli bisa dilakukan dengan berbagai cara, biasanya berupa filter, pemanas dan pendingin. Ada 2 jenis saringan yang umum dipakai yaitu :

- Strainer

Terbuat dari saringan kawat yang berukuran halus. Saringan ini hanya memisahkan partikel-partikel kasar yang ada didalam oli. Saringan ini biasanya di pasang di dalam reservoir tank pada saluran masuk ke pompa.

- Filter :

Terbuat dari kertas khusus, saringan ini memisahkan partikel-partikel halus yang ada di dalam oli. Saringan ini biasanya terdapat pada saluran balik ke reservoir tank

Tugas Hidrolik Oil filter yaitu menapis kotoran, partikel logam dsb. Kotoran dapat menyebabkan cepat terjadinya keausan Oil Pump, Hydrlic Cylinder dan Valve. Saringan filter yang halus akan menjadi buntu secara berangsur-angsur sejalan dengan jam operasi mesin, maka elemennya perlu diganti secara berkala.

Dilengkapi dengan by pass valve sehingga bila filter buntu, oli dapat lolos dari filter dan kembali ke tangki. Hal ini dapat mencegah terjadinya tekanan yang berlebihan dan kerusakan pada sistem tersebut.

- Akumulator

Akumulator berfungsi sebagai peredam kejutan dalam sistem. Biasanya akumulator terpasang paralel dengan pompa dan komponen lainnya. Akumulator menyediakan sedikit aliran dalam kondisi darurat pada sistem steering dan juga rem, menjaga tekanan konstan dengan kata lain sebagai pressure damper. Umumnya pada sistem hidrolik modern digunakan akumulator dengan tipe gas.

2.3 Kapasitas aliran

Kapasitas aliran (*flow rate*) fluida yang mengalir melalui silinder hidrolik adalah konstan. Bila debit tepat sama, dan jika penampang pipa “A” berubah kecepatan arus “V” dari aliran pun harus berubah.

Persamaan kontinuitas :

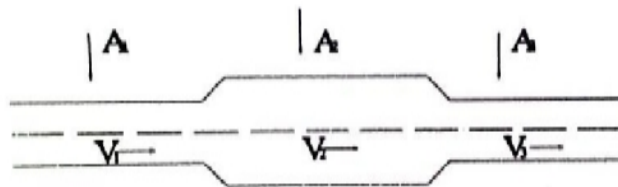
$$\begin{aligned} Q &= A_1 \cdot V_1 \\ &= A_2 \cdot V_2 \\ &= A_3 \cdot V_3 \end{aligned} \quad (2.1)$$

dimana :

Q = Debita aliran (*liter/menit*)

A = Luas penampang (m^2)

V = Kecepatan (*m/min*)



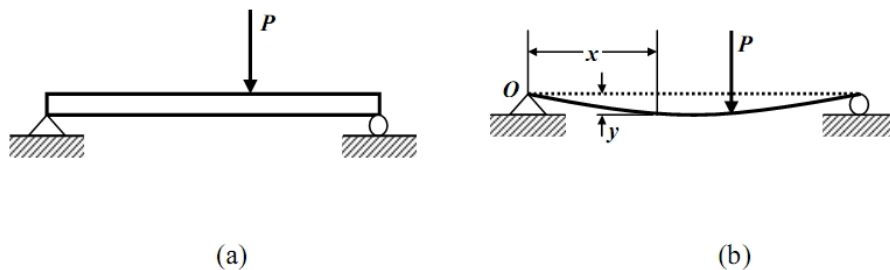
Gambar 2.3 Persamaan Kontinuitas Pada Pipa

2.4 Sifat-sifat Mekanis

Pemahaman yang menyeluruh mengenai sifat-sifat material, perlakuan, dan proses pembuatannya sangat penting untuk perancangan mesin yang baik. Sifat material umumnya diklasifikasikan menjadi sifat mekanik, sifat fisik, sifat kimiawi. Sifat mekanik secara umum ditentukan melalui pengujian destruktif dari sampel material pada kondisi pembebanan yang terkontrol. Sifat mekanik yang paling baik adalah didapat dengan melakukan pengujian prototipe

atau desain sebenarnya dengan aplikasi pembebanan yang sebenarnya. Namun data spesifik seperti ini tidak mudah diperoleh sehingga umumnya digunakan data hasil pengujian standar seperti yang telah dipublikasikan oleh ASTM (*American Society of Mechanical Engineer*).

Defleksi adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah y akibat adanya pembebanan vertical yang diberikan pada balok atau batang. (http://en.wikipedia.org/wiki/Deflection_engineering). Deformasi pada balok secara sangat mudah dapat dijelaskan berdasarkan defleksi balok dari posisinya sebelum mengalami pembebanan. Defleksi diukur dari permukaan netral awal ke posisi netral setelah terjadi deformasi. Konfigurasi yang diasumsikan dengan deformasi permukaan netral dikenal sebagai kurva elastis dari balok.



Gambar 2.4(a) memperlihatkan balok pada posisi awal (b) adalah balok dalam konfigurasi terdeformasi

Jarak perpindahan y didefinisikan sebagai defleksi balok. Dalam penerapan, kadang kita harus menentukan defleksi pada setiap nilai x disepanjang balok. Hubungan ini dapat ditulis dalam bentuk persamaan yang sering disebut persamaan defleksi kurva (atau kurva elastis) dari balok.

Sistem struktur yang di letakkan horizontal dan yang terutama di peruntukkan memikul beban lateral,yaitu beban yang bekerja tegak lurus sumbu aksial batang (*Binsar Hariandja 1996*).Beban semacam ini khususnya muncul sebagai beban gravitasi,seperti misalnya bobot sendiri,beban hidup vertical,beban keran(*crane*) dan lain-lain.contoh system balok dapat di kemukakan antara lain,balok lantai gedung,gelagar jembatan,balok penyangga keran,dan sebagainya.Sumbu sebuah batang akan terdeteksi dari kedudukannya semula bila benda dibawah pengaruh gaya terpakai. Dengan kata lain suatu batang akan mengalami pembebanan transversal baik itu beban terpusat maupun terbagi merata akan mengalami

defleksi. Unsur-unsur dari mesin haruslah cukup tegar untuk mencegah ketidakbarisan dan mempertahankna ketelitian terhadap pengaruh beban dalam gedung-gedung, balok lantai tidak dapat melentur secara berlebihan untuk meniadakan pengaruh psikologis yang tidak bahan-bahan jadi yang rapuh. Begitu pun kekuatan mengenai karakteristik deformasi dari bangunan struktur adalah paling penting untuk mempelajari getaran mesin seperti juga bangunan-bangunan stasioner dan penerbangan. dalam menjalankan fungsinya, balok meneruskan pengaruh beban gravitasi keperletakan terutama dengan mengandalakan aksi lentur, yang berkaitan dengan gaya berupa momen lentur dan geser. walaupun timbul aksi normal, itu terutama di timbulkan oleh beban luar yang relative kecil, misalnya akibat gaya gesek rem kendaraan pada gelagar jembatan, atau misalnya akibat perletakan yang di buat miring.

Hal-hal yang mempengaruhi terjadinya defleksi yaitu :

1. Kekakuan batang

Semakin kaku suatu batang maka lendutan batang yang akan terjadi pada batang akan semakin kecil

2. Besarnya gaya yang diberikan

Besar-kecilnya gaya yang diberikan pada batang berbanding lurus dengan besarnya defleksi yang terjadi. Dengan kata lain semakin besar beban yang dialami batang maka defleksi yang terjadi pun semakin kecil

3. Jenis tumpuan yang diberikan

Jumlah reaksi dan arah pada tiap jenis tumpuan berbeda-beda. Jika karena itu besarnya defleksi pada penggunaan tumpuan yang berbeda-beda tidaklah sama. Semakin banyak reaksi dari tumpuan yang melawan gaya dari beban maka defleksi yang terjadi pada tumpuan rol lebih besar dari tumpuan pin (pasak) dan defleksi yang terjadi pada tumpuan pin lebih besar dari tumpuan jepit.

4. Jenis beban yang terjadi pada batang

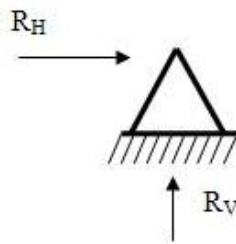
Beban terdistribusi merata dengan beban titik, keduanya memiliki kurva defleksi yang berbeda-beda. Pada beban terdistribusi merata slope yang terjadi pada bagian batang yang paling dekat lebih besar dari slope titik. Ini karena sepanjang batang mengalami beban sedangkan pada beban titik hanya terjadi pada beban titik tertentu saja (*Binsar Hariandja 1996*).

2.5 Jenis-Jenis Tumpuan

1. Engsel

Engsel merupakan tumpuan yang dapat menerima gaya reaksi vertikal dan gaya

reaksi horizontal. Tumpuan yang berpasak mampu melawan gaya yang bekerja dalam setiap arah dari bidang. Jadi pada umumnya reaksi pada suatu tumpuan seperti ini mempunyai dua komponen yang satu dalam arah horizontal dan yang lainnya dalam arah vertical. Tidak seperti pada perbandingan tumpuan rol atau penghubung, maka perbandingan antara komponen-komponen reaksi pada tumpuan yang terpasak tidaklah tetap. Untuk menentukan kedua komponen ini, dua buah komponen statika harus digunakan



Gambar 2.5 Tumpuan engsel

Sumber : <http://tazziemania.wordpress.com/link-tazzie/>

2. Rol

Rol merupakan tumpuan yang hanyadapat menerima gaya reaksi vertical. Alat ini mampu melawan gaya-gaya dalam suatu garis aksi yang spesifik. Penghubung yang terlihat pada gambar dibawah ini dapat melawan gaya hanya dalam arah AB rol. Pada gambar dibawah hanya dapat melawan beban vertical. Sedang rol-rol hanya dapat melawan suatu tegak lurus pada bidang cp.



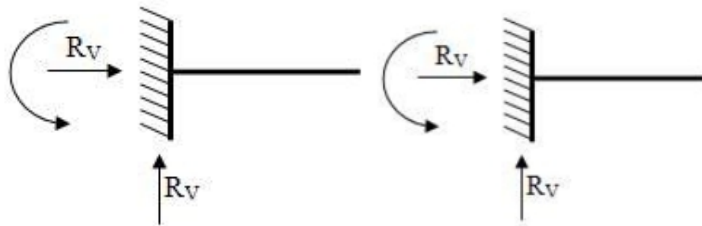
Gambar 2.6. Tumpuan Rol

Sumber : <http://tazziemania.wordpress.com/link-tazzie/>

3. Jepit

Jepit merupakan tumpuan yang dapat menerima gaya reaksi vertical, gaya reaksi horizontal dan momen akibat jepitan dua penampang. Tumpuan jepit ini mampu melawan

gaya dalam setiap arah dan juga mampu melawan suatu kopel atau momen. Secara fisik, tumpuan ini diperoleh dengan membangun sebuah balok ke dalam suatu dinding batu bata. Mengecornya ke dalam beton atau mengelas ke dalam bangunan utama. Suatu komponen gaya dan sebuah momen.



Gambar 2.7. Tumpuan Jepit

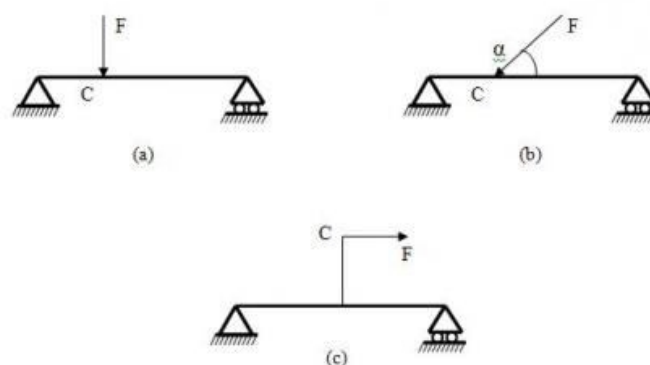
Sumber : <http://tazziemania.wordpress.com/link-tazzie/>

2.6 Jenis-Jenis Pembebanan

Salah satu factor yang mempengaruhi besarnya defleksi pada batang adalah jenis beban yang diberikan kepadanya. Adapun jenis pembebanan :

1. Beban terpusat

Titik kerja pada batang dapat dianggap berupa titik karena luas kontaknya kecil.

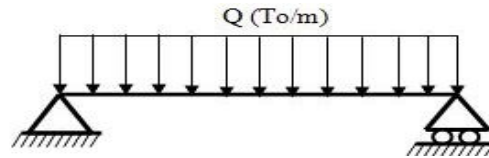


Gambar 2.8. Pembebanan Terpusat

Sumber : <http://tazziemania.wordpress.com/link-tazzie/>

2. Beban terbagi merata

Disebut beban terbagi merata karena merata sepanjang batang dinyatakan dalam q (kg/m atau KN/m)

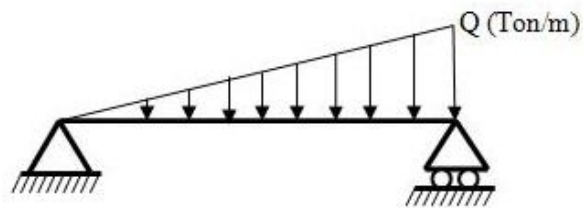


Gambar 2.9. Pembebanan Terbagi Merata

Sumber : <http://tazziemania.wordpress.com/link-tazzie/>

3. Beban bervariasi uniform

Disebut beban bervariasi uniform karena beban sepanjang batang besarnya tidak merata



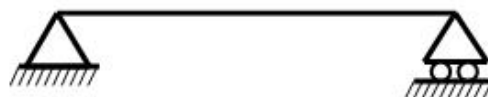
Gambar 2.10. Pembebanan Bervariasi uniform

Sumber : <http://tazziemania.wordpress.com/link-tazzie/>

2.7 Jenis-Jenis Batang

1. Batang tumpuan sederhana

Bila tumpuan tersebut berada pada ujung-ujung dan pada pasak atau rol

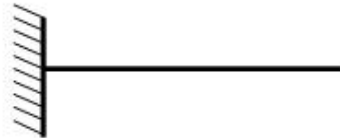


Gambar 2.11 Batang tumpuan sederhana

Sumber : <http://tazziemania.wordpress.com/link-tazzie/>

2. Batang kartilever

Bila salah satu ujung balok dijepit dan yang lain bebas

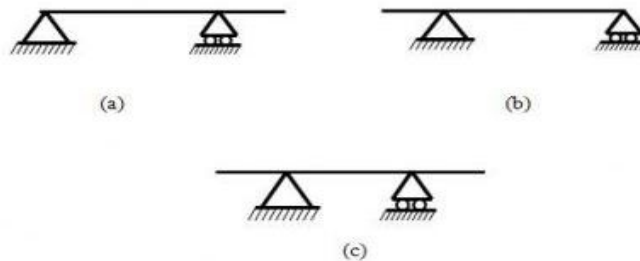


Gambar 2.12 Batang kantilever

Sumber : <http://tazziemania.wordpress.com/link-tazzie/>

3. Batang Overhang

Bila balok dibangun melewati tumpuan sederhana



Gambar 2.13. Batang Overhang

Sumber : <http://tazziemania.wordpress.com/link-tazzie/>

4. Batang menerus

Bila tumpuan-tumpuan terdapat pada balok continue secara fisik.



Gambar 2.14 Batang menerus

Sumber : <http://tazziemania.wordpress.com/link-tazzie/>

2.8 Fenomena Lendutan Batang

Untuk setiap batang yang ditumpu akan melendut apabila diberikan beban yang cukup besar. Lendutan batang untuk setiap titik dapat dihitung dengan menggunakan metode diagram atau cara integral ganda dan untuk mengukur gaya yang digunakan load cell. Lendutan batang sangat penting dalam konstruksi terutama konstruksi mesin, dimana pada bagian-bagian tertentu seperti poros, lendutan sangat tidak diinginkan karena adanya lendutan maka kerja poros atau operasi mesin akan tidak normal sehingga dapat menimbulkan kerusakan pada bagian mesin atau pada bagian lainnya. Pada semua konstruksi teknik, bagian-bagian pelengkap suatu bangunan haruslah diberi ukuran-ukuran fisik yang tertentu. Bagian-bagian tersebut haruslah diukur dengan tepat untuk menahan gaya-gaya yang sesungguhnya atau yang mungkin akan dibebankan kepadanya. Jadi poros sebuah mesin haruslah diperlukan dan menahan gaya-gaya luar dan dalam. Demikian pula, bagian-bagian suatu struktur komposit harus cukup tegar sehingga tidak akan melentung melebihi batas yang diizinkan bila bekerja dibawah beban yang diizinkan (Soemono 1989).

2.9 Aplikasi Lendutan Batang

Aplikasi dari analisa lendutan batang dalam bidang keteknikan sangat luas, mulai dari perancangan poros transmisi sebuah kendaraan bermotor ini, menunjukkan bahwa pentingnya analisa lendutan batang ini dalam perancangan. Sebuah konstruksi teknik, berikut adalah beberapa aplikasi dari lendutan batang :

1. Jembatan

Disinilah dimana aplikasi lendutan batang mempunyai peranan yang sangat penting. Sebuah jembatan yang fungsinya menyeberangkan benda atau kendaraan di atasnya mengalami beban yang sangat besar dan dinamis yang bergerak di atasnya. Hal ini tentunya akan

mengakibatkan terjadinya lendutan batang atau defleksi pada batang-batang konstruksi jembatan tersebut. Defleksi yang terjadi secara berlebihan tentunya akan mengakibatkan perpatahan pada jembatan tersebut dan hal yang tidak diinginkan dalam membuat jembatan

3. Poros Transmisi

Pada poros transmisi roda gigi yang saling bersinggungan untuk mentransmisikan gaya torsi memberikan beban pada batang poros secara radial. Ini yang menyebabkan terjadinya defleksi pada batang poros transmisi. Defleksi yang terjadi pada poros membuat sumbu poros tidak lurus. Ketidaklurusan sumbu poros akan menimbulkan efek getaran pada pentransmisian gaya torsi antara roda gigi. Selain itu, benda dinamis yang berputar pada sumbunya.

4. Rangka (*chasis*) kendaraan

Kendaraan - kendaraan pengangkut yang berdaya muatan besar, memiliki kemungkinan terjadi defleksi atau lendutan batang-batang penyusun konstruksinya.

2.10 Keuletan dan kegetasan

Keuletan (*ductility*) adalah sifat material yang didefinisikan sebagai kecenderungan material untuk mengalami deformasi secara signifikan sebelum patah. Adapun ukuran keuletan suatu material diukur dengan menggunakan persen perpanjangan sebelum patah atau persen pengurangan luas sebelum patah. Material dengan perpanjangan lebih dari 5% pada saat patah dianggap sebagai material ulet.

Ketangguhan juga dapat diartikan jumlah energi yang diserap bahan sampai terjadi perpatahan (Djaprie.1992). Pengujian *impact* adalah pengujian yang berdasarkan pada prinsip hukum kekekalan energi, yang menyatakan bahwa jumlah energi mekanik selalu konstan. Maksud utama dari pengujian *impact* adalah untuk mengukur kegetasan atau keuletan bahan terhadap beban kejut dengan cara mengukur energi potensial sebuah palu godam yang dijatuhkan pada ketinggian tertentu. Pengujian *impact* merupakan pengujian dengan menggunakan beban sentakan (tiba-tiba). Metode yang sering digunakan adalah metode *Charpy* dengan menggunakan alat uji *Impact Charpy*.

2.11 Tegangan(*stress*) dan Regangan(*strain*)

Tegangan (σ) merupakan intensitas gaya persatuan luas. Secara matematis ditulis :

$$\sigma = \frac{P}{A} \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (2.2)$$

Dimana P = beban yang diberikan tegak lurus terhadap penampang (A).

Pertambahan panjang suatu bahan setelah mengalami uji tarik disebut elongation(regangan). Nilai keuletan suatu bahan biasa ditunjukkan dari harga elongation ini. Apabila harga elongation besar maka bahan tersebut dikatakan ulet (ductility). Keuletan (ductility) adalah kemampuan logam untuk berdeformasi plastis sebelum putus. Panjang mula – mula di ukur pada dua batas bagian tengah sampel uji tarik dan panjang akhir sampel di ukur pada batas yang sama setelah kedua bagian yang putus disatukan kembali. Regangan (ϵ) merupakan deformasi (perubahan bentuk) akibat tegangan yang bekerja. Secara matematis ditulis :

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2.3)$$

Dimana Δl = perpanjangan (pertambahan panjang), l_0 = panjang awal sebelum beban diberikan (Tipler, 1998).

2.12 Elastisitas

Elastisitas adalah kemampuan sebuah benda untuk kembali ke bentuk awalnya ketika gaya luar yang diberikan pada benda tersebut dihilangkan. Modulus elastisitas (E) sebanding dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan regangan. Secara matematis ditulis :

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (2.4)$$

2.13 Hukum Gerak Oleh Newton

Hukum gerak Newton adalah tiga hukum fisika yang menjadi dasar mekanika klasik. Hukum ini menggambarkan hubungan antara gayayang bekerja pada suatu benda dan gerak yang disebabkan. Hukum ini telah dituliskan dengan pembahasan yang berbeda-beda selama hampir 3 abad,^[1] dan dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Hukum Pertama: setiap benda akan memiliki kecepatan yang konstan kecuali ada gaya yang resultannya tidak nol bekerja pada benda tersebut. Berarti jika resultan gaya nol, maka pusat massa dari suatu benda tetap diam, atau bergerak dengan kecepatankonstan (tidak mengalami percepatan). Hal ini berlaku jika dilihat dari kerangka acuan inersial.

Hukum ini menyatakan bahwa jika resultan gaya (jumlah vektor dari semua gaya yang bekerja pada benda) bernilai nol, maka kecepatan benda tersebut konstan. Dirumuskan secara matematis menjadi:

$$\Sigma \mathbf{F} = 0 \rightarrow \frac{d\mathbf{v}}{dt} = 0 \quad (2.5)$$

Artinya :

- Sebuah benda yang sedang diam akan tetap diam kecuali ada resultan gaya yang tidak nol bekerja padanya.
- Sebuah benda yang sedang bergerak, tidak akan berubah kecepatannya kecuali ada resultan gaya yang tidak nol bekerja padanya.

2. Hukum Kedua: sebuah benda dengan massa M mengalami gaya resultan sebesar F akan mengalami percepatan a yang arahnya sama dengan arah gaya, dan besarnya berbanding lurus terhadap F dan berbanding terbalik terhadap M . atau $F=m.a$. Bisa juga diartikan resultan gaya yang bekerja pada suatu benda sama dengan turunan dari momentum linear benda tersebut terhadap waktu.

Hukum kedua menyatakan bahwa total gaya pada sebuah partikel sama dengan banyaknya perubahan momentum linier terhadap waktu :

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} = \frac{d(m\mathbf{v})}{dt} \quad (2.6)$$

Karena hukumnya hanya berlaku untuk sistem dengan massa konstan, variabel massa (sebuah konstan) dapat dikeluarkan dari operator diferensial dengan menggunakan aturan diferensiasi. Maka,

$$\mathbf{F} = m \frac{d\mathbf{p}}{dt} = m \mathbf{a} \quad (2.7)$$

Dengan F adalah total gaya yang bekerja, m adalah massa benda, dan a adalah percepatan benda. Maka total gaya yang bekerja pada suatu benda menghasilkan percepatan yang berbanding lurus. Massa yang bertambah atau berkurang dari suatu sistem akan mengakibatkan perubahan dalam momentum. Perubahan momentum ini bukanlah akibat dari gaya. Untuk menghitung sistem dengan massa yang bisa berubah-ubah, diperlukan persamaan yang berbeda.

3. Hukum Ketiga: gaya aksi dan reaksi dari dua benda memiliki besar yang sama, dengan arah terbalik, dan segaris. Artinya jika ada benda A yang memberi gaya sebesar F pada benda B, maka benda B akan memberi gaya sebesar $-F$ kepada benda A. F dan $-F$ memiliki besar yang

sama namun arahnya berbeda. Hukum ini juga terkenal sebagai hukum aksi-reaksi, dengan F disebut sebagai aksi dan $-F$ adalah reaksinya.

4. Secara matematis, hukum ketiga ini berupa persamaan vektor satu dimensi, yang bisa dituliskan sebagai berikut. Asumsikan benda A dan benda B memberikan gaya terhadap satu sama lain.

$$\Sigma F_{a,b} = - \Sigma F_{b,a} \quad .(2.8)$$

Dengan

$F_{a,b}$ adalah gaya-gaya yang bekerja pada A oleh B, dan

$F_{b,a}$ adalah gaya-gaya yang bekerja pada B oleh A..

2.14 *Software Ansys*

Sebagian besar struktur yang memiliki dimensi batang dan mengalami tegangan tekan akan mengalami masalah instabilitas tekuk atau buckling. Buckling merupakan suatu proses dimana suatu struktur tidak mampu mempertahankan bentuk aslinya, sedemikian rupa berubah bentuk dalam rangka menemukan keseimbangan baru. Konsekuensi buckling pada dasarnya adalah masalah geometric dasar, dimana terjadi lendutan besar sehingga akan mengubah bentukstruktur. Fenomena tekuk atau buckling dapat terjadi pada sebuah kolom, lateral buckling balok, pelat dan cangkang(shell).

Analisis buckling merupakan teknik yang digunakan untuk menghitung beban buckling, beban kritis pada struktur yang menjadikan kondisi tidak stabil dan ragam buckling (modeshape)

ANSYS Workbench adalah salah satu perangkat lunak berbasis metode elemen hingga yang dipakai untuk menganalisa masalah-masalah rekayasa (*engineering*). ANSYS Workbench menyediakan fasilitas untuk berinteraksi antar *solvers* famili ANSYS. ANSYS Workbench juga dapat berintegrasi dengan perangkat lunak CAD sehingga memudahkan pengguna dalam membangun model geometri dengan berbagai perangkat lunak CAD., Beberapa perangkat lunak tersebut adalah Catia dan Solidwork. Ansys dapat berjalan di platform Windows dan Linux.

ANSYS Workbench berisi beberapa fasilitas, diantaranya:

1. Mechanical, untuk analisa struktur (statik) dan thermal (perpindahan panas)
2. Fluid Flow, yang terdiri dari ANSYS CFX dan Fluent, untuk analisa CFD (*computational fluid dynamics*).
3. Engineering Data, sebagai database material lengkap dengan propertiesnya.

4. Design Modeler, digunakan untuk membangun geometri model yang akan dianalisa. Juga dapat digunakan untuk memodifikasi hasil gambar dari perangkat lunak CAD.
5. Meshing Application, fasilitas untuk “meshing” baik pada CFD maupun Explicit Dynamics.
6. BladeGen, untuk membangun geometri *blade*, seperti fan, blower, sudu turbin dan lain-lain.

Beberapa metode diskritisasi yang digunakan untuk memecahkan persamaan-persamaan diferensial parsial, diantaranya adalah:

- a. Metode Beda Hingga (finite difference method)

Dalam metode ini area aliran dipisahkan menjadi satu set poin grid dan fungsi kontinyu (kecepatan, tekanan, dan lainnya) didekati dengan nilai-nilai diskrit dan fungsi-fungsi ini dihitung pada titik-titik grid. Turunan dari fungsi didekati dengan menggunakan perbedaan antara nilai fungsi pada titik lokal grid dibagi dengan jarak grid.

- b. Metode Elemen Hingga (finite element method)

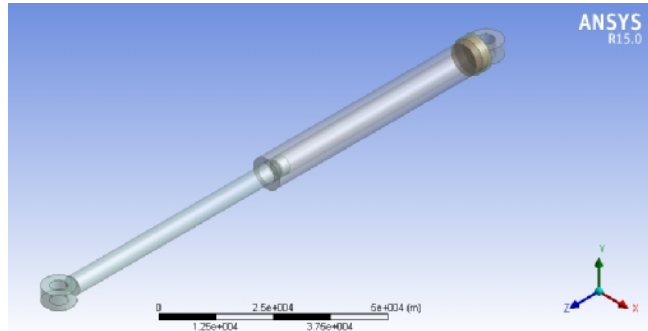
Metode ini membagi masalah besar menjadi lebih kecil dan sederhana yang disebut elemen hingga. Persamaan sederhana yang memodelkan seluruh kasus kemudian disusun menjadi sebuah sistem persamaan yang lebih luas. Persamaan konservasi kekekalan massa, momentum, dan energi ditulis dalam bentuk yang tepat untuk setiap elemen, dan hasil dari set persamaan aljabar untuk bidang aliran diselesaikan secara numerik.

- c. Metode Volume Hingga (finite volume method)

Finite volume method adalah metode untuk mewakili dan mengevaluasi persamaan diferensial parsial dalam bentuk aljabar. Metode ini sama seperti finite difference method dan finite element method, nilai-nilai dihitung di tempat terpisah pada geometri yang di mesh. Metode ini mengacu pada volume kecil disekitar node pada mesh.

Dalam metode ini, volume integral dalam persamaan diferensial yang memiliki istilah divergensi dikonversi ke surface integrals menggunakan teori divergensi.

Tahap preprocessing merupakan tahap awal dari proses simulasi, pada tahap ini akan dilakukan beberapa proses sebagai berikut:



Gambar 2.15 Bentuk Sel Tiga Dimensi(Sumber pribadi)

- a. Definisi geometri dari benda kerja.Pada proses ini akan dilakukan proses pemodelan dari benda kerja. Proses pemodelan bisa langsung menggunakan software, tetapi untuk benda kerja yang rumit bentuknya sebaiknya menggunakan software assembly seperti Autocad.
- b. Pembuatan grid(mesh) atau disebut sebagai meshing.



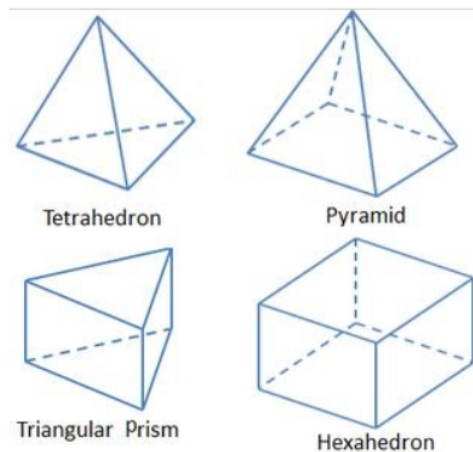
Triangel

Quadrilateral

Gambar 2.16 Bentuk Sel Dua Dimensi

https://en.wikipedia.org/wiki/Types_of_mesh

Meshing adalah proses membagi komponen yang akan dianalisis menjadi elemen-elemen kecil atau diskrit. Semakin baik kualitas mesh maka akan semakin tinggi tingkat konvergensinya.



Gambar 2.17 Bentuk Sel Tiga Dimensi

(https://en.wikipedia.org/wiki/Types_of_mesh)

Secara umum bentuk sel dari proses meshing dibagi menjadi dua jenis, yaitu dua dimensi dan tiga dimensi. Untuk sel dua dimensi terdapat dua jenis bentuk sel yaitu Triangle dan Quadrilateral.

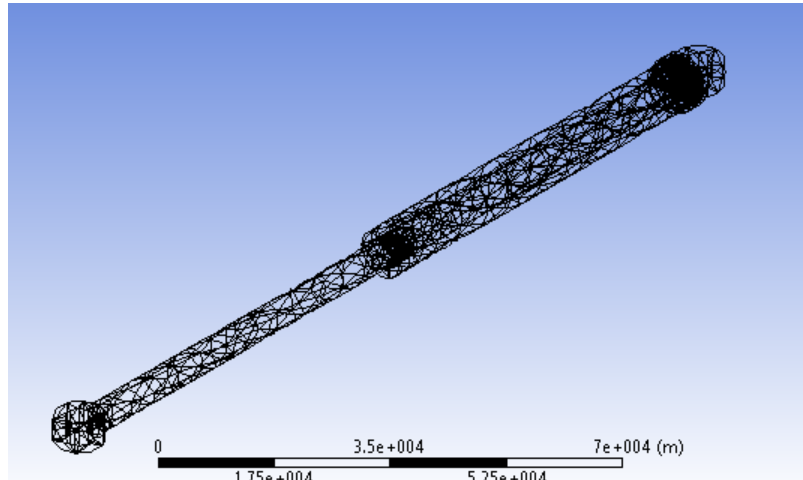
Bentuk sel tiga dimensi terbagi kedalam empat jenis, yaitu Tetrahedron, Pyramid, Triangular Prism, Hexahedron. Dalam proses meshing terdapat klasifikasi mesh yang terbagi kedalam tiga jenis, yaitu:

a. Structured mesh

Structured mesh adalah meshing terstruktur, dapat dikenali dari konektivitas mesh yang teratur dan rapi. Adapun mesh yang biasa menggunakan structured mesh adalah Quadrilateral di 2D dan Hexahedra di 3D.

b. Unstructured mesh

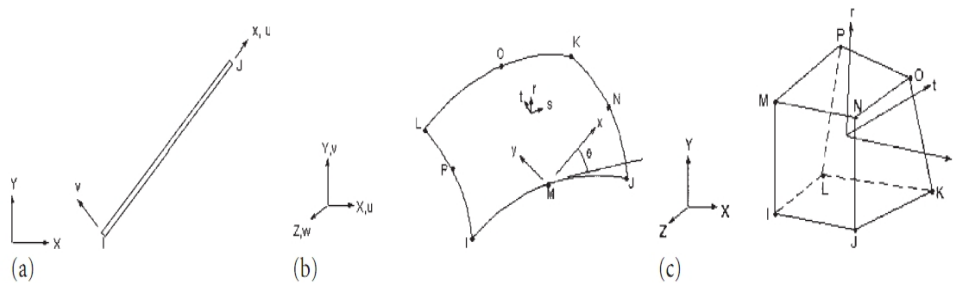
Unstructured mesh merupakan mesh yang konektivitas meshnya tidak beraturan. Mesh ini biasanya menggunakan triangle pada 2D dan tetrahedra pada 3D.



Gambar 2.18. Structured Mesh (Sumber pribadi)

c. Hybrid mesh

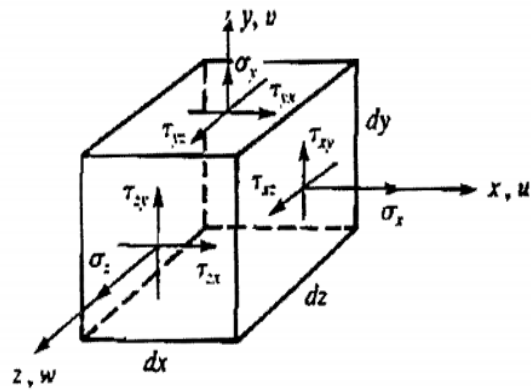
Struktur mesh yang ketiga adalah Hybrid mesh yang merupakan kombinasi dari Unstructured mesh dan Structured mesh.



Gambar 2.19 Tipe FEM elemen (a) Beam elemen; (b) Shell elemen; (c) Solid element

Dari gambar 2.20, dapat dibuat persamaan [Daryl, 2000]:

$$\epsilon_x = \frac{\square \square}{\square \square} \quad \epsilon_y = \frac{\square \square}{\square \square} \quad \epsilon_z = \frac{\square \square}{\square \square}$$



$$\gamma_{xy} = \frac{\tau_{yx}}{dy} + \frac{\tau_{xy}}{dx} = \gamma_{yx}$$

$$\gamma_{yz} = \frac{\tau_{zy}}{dz} + \frac{\tau_{yz}}{dy} = \gamma_{zy}$$

$$\gamma_{zx} = \frac{\tau_{xz}}{dx} + \frac{\tau_{zx}}{dz} = \gamma_{xz}$$

Dimana: u,v dan w perubahan ke arah sumbu x, y dan z yang mengalami tegangan geser γ .

BAB 3 METODE PEMBUATAN

3.1. Tempat dan Waktu

Tempat penelitian direncanakan atau dilaksanakan di Bengkel CV Karya Murni Pratama. Waktu yang direncanakan untuk penelitian, diperkirakan paling lama 6 bulan

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		I	II	III	IV	V	VI
1	Pengumpulan literatur, bahan dan alat	■					
2	Pembuatan proposal dan revisi	■	■				
3	Persiapan alat		■	■			
4	Pemeriksaan bahan			■			
5	Pengujian dan pengukuran sampel			■	■		
6	Pengolahan dan analisa data					■	
7	Seminar Hasil laporan						■
8	Perbaikan Dan Pengesahan						■

3.2. Bahan, Peralatan dan Metode

3.2.1 Bahan



Gambar 3.1 Excavator Ex200 merek Hitachi yang akan di analisa

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah track roller dan pendukungnya yang mengalami kerusakan.



Gambar 3.2 Silinder Hidrolik
(Sumber, <https://en.Wikipedia>)

Bagian-bagian :

- Silinder Body:

Sisi bagian luar dari silinder hidrolik yang posisinya didesain diam. Proses permesinan pada bagian dalam dibuat presisi sesuai dengan komponen yang lainnya.

- Piston:

Bagian ini pada sisi bagian dalam barel yang berfungsi untuk memisahkan antara kedua sisi ruang silinder. Kontak langsung dengan fluida hidrolik dan memiliki luas penampang tertentu. Luas penampang inilah yang mengubah tekanan hidrolik menjadi gaya tertentu yang besarnya sesuai dengan hukum Pascal.

- *Piston rod*

Bagian ini berbentuk silinder memanjang yang salah satu ujungnya terkoneksi dengan piston, dan sisi lainnya terkoneksi dengan yang lain, berfungsi untuk meneruskan gaya.

- Sistem seal/Gland

- Sistem seal mencegah rembesan cairan keluar dari system, bahannya terbuat dari karet, selain itu mencegah aliran fluida berpindah dari tempat yang satu ke tempat yang lain.

3.2.2 Alat-alat

a. Laptop

Digunakan untuk menyimpan dan mengolah data. Laptop yang digunakan dalam penelitian ini, dengan spesifikasi:

- 1) Processor : Intel(R) Core i5 2.3 GHz
- 2) Memory : 4 GB RAM
- 3) Harddisk : 640 GB
- 4) Windows 7 Ultimate Edition

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Adapun tahapan yang dilakukan peneliti dalam mengumpulkan data untuk penulisan tugas akhir adalah sebagai berikut: Library riset (Pengambilan data dari literatur yang berhubungan dengan objek penelitian), data-data dipelajari dari Manual Book, Operational Principle, Part Catalog, jurnal-jurnal dan pengamatan di lapangan serta pengumpulan data-data melalui wawancara langsung dengan karyawan/mekanik CV. Karya Pratama Mandiri.

3.4 Prosedur Penelitian

Agar penelitian ini berjalan lebih terarah dan mendapatkan hasil yang lebih baik dan benar, maka langkah-langkah yang dilakukan dari awal hingga akhir adalah :

1. Mengukur tekanan yang diperlukan didalam silinder untuk dapat menggerakkan torak adalah P_1 , dan tekanan dapat dihitung dari gaya torak F_1 dengan rumus yang sudah ditentukan.
2. Mencari perhitungan kehilangan tekanan pada pipa masuk pompa (*suction line*) dan pipa keluar pompa (*discharge line*) dengan menggunakan rumus yang sudah ditentukan.
3. Fluida hidrolik merupakan salah satu unsur penting dalam sistem, yang berperan sebagai media perantara untuk memindahkan tenaga, juga sebagai pelumas bagi alat atau komponen yang ada dalam sistem hidrolik. Hal terpenting yang perlu diperhatikan dalam pemilihan fluida hidrolik adalah “Viscositas”, karena viscositas akan mempengaruhi kemampuan untuk mengalir dan melumasi bagian-bagian yang bergesekan. Viscositas fluida hidrolik dinyatakan dengan nilai viscositas.
4. Melakukan penelitian terhadap engine, dimana engine tersebut adalah komponen utama yang menggerakkan komponen seperti pompa dan lainnya, dengan cara mengetahui speed operational performance dan disesuaikan dengan speed standar dari pabrikan, karena sangat

berpengaruh bagi sistem yang lainnya.

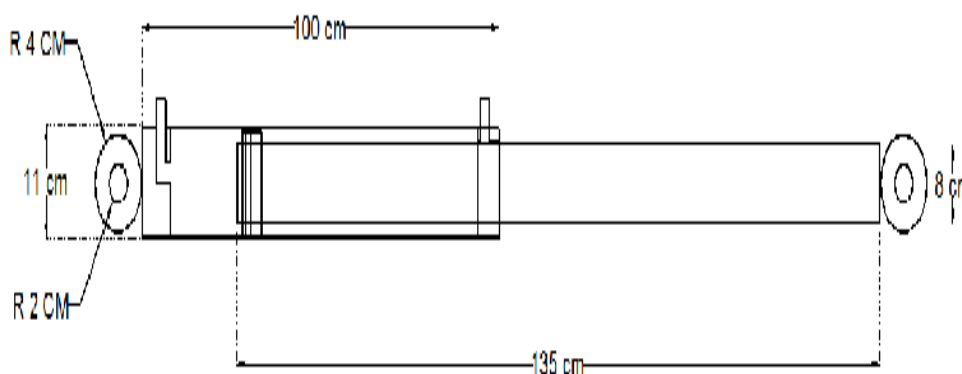
5. Melakukan penelitian terhadap pompa, dimana pompa tersebut yang merubah energi mekanik menjadi energi hidrolik, dengan cara menekan fluida hidrolik kedalam system. Untuk mengetahui pressure pompa untuk mengalirkan ke silinder bucket.

6. Melakukan penelitian terhadap control valve, dimana kontrol valve tersebut adalah suatu komponen yang berfungsi untuk mengarahkan aliran fluida oli hidrolik dari pompa hidrolik keseluruhan system yang membutuhkan komponen-komponen yang terdapat didalam control valve, yang terdiri dari spool control aliran oli, katup control pembebas tekanan, katup control penguat tekanan.

7. Melakukan penelitian terhadap silinder hidrolik, yang mana didalam silinder bucket tersebut terdapat berbagai macam komponen dan berbagai fungsinya. Pengertian silinder hidrolik itu sendiri adalah suatu komponen yang mengubah tenaga hidrolik menjadi tenaga mekanik yang menghasilkan gerak lurus berulang atau translasi. Salah satu aplikasinya yang digunakan pada excavator adalah untuk menggerakkan silinder bucket. Melakukan penelitian terhadap silinder bucket ini dengan cara mengetahui ukuran standard silinder dan silinder rod, beserta komponen yang terdapat didalam silinder bucket.

Spesifikasi Material Benda Kerja

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Structural Steel* dengan geometri pada gambar berikut.

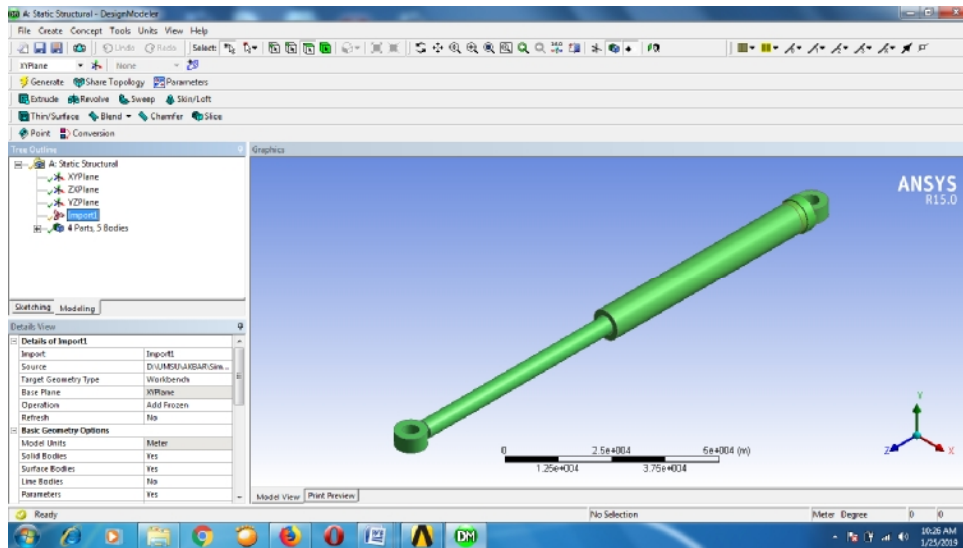


Gambar 3.7 Dimensi benda kerja

Sifat mekanik material uji (S45C):

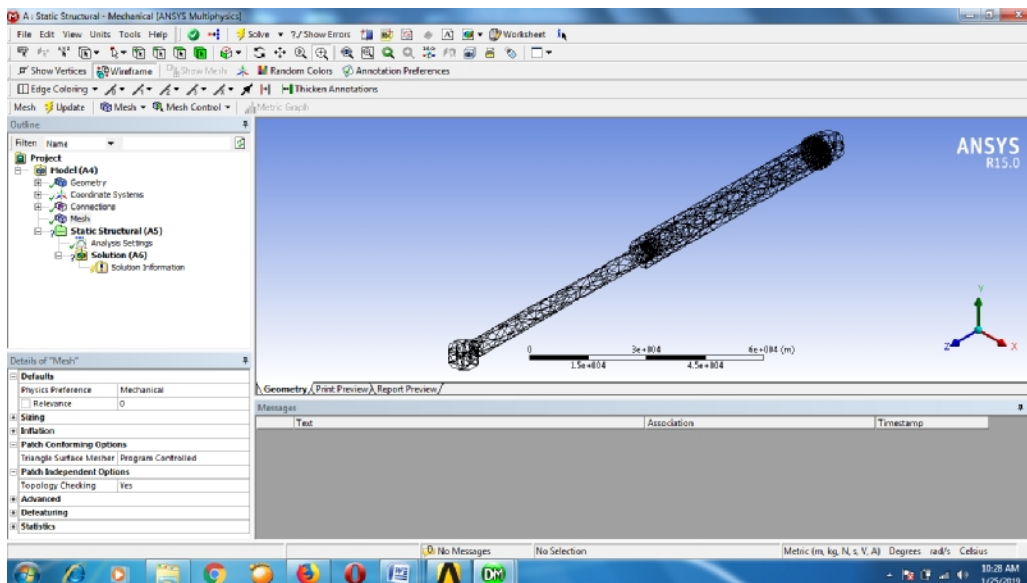
Densitas	= 8030 Kg/m ³
Kekuatan tarik	= 343 Mpa
Kekuatan tekan	= 569 MPa
Modulus Young	= 200000 Mpa
Elongation	= 28 %
Poisson's ratio	= 0,3

Proses pemodelan track roller Menggunakan software ansys



Gambar 3.8 Track roller digambar dengan software Ansys

Pemodelan *silinder bucket* secara tiga dimensi, pada permodelan ini pemodelan *silinder bucket* dan poros menjadi satu tanpa penggabungan. Pembagian geometri menjadi lebih kecil biasa disebut mesh dapat dilihat pada gambar 3.8.

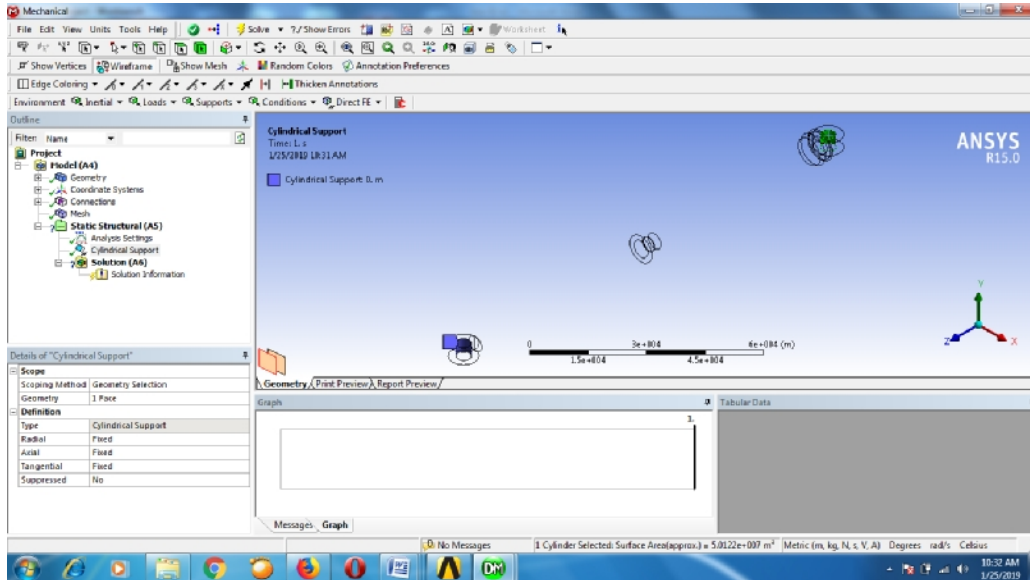


Gambar 3.9 Permodelan dan pola meshing benda kerja

Gambar 3.9 pada pemodelan pola meshing pada pemrograman ansys sebelum dilakukannya pemberian beban torsi maka perlu yang pembagian elemen atau meshing. semakin

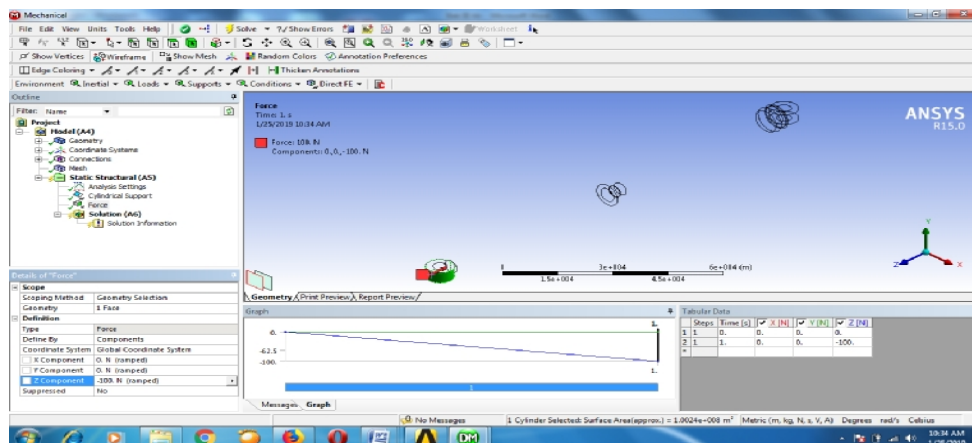
kecil pembagiannya maka nilai yang didapatkan pada saat proses solver selesai semakin akurat.

Pemberian Moment Torsi

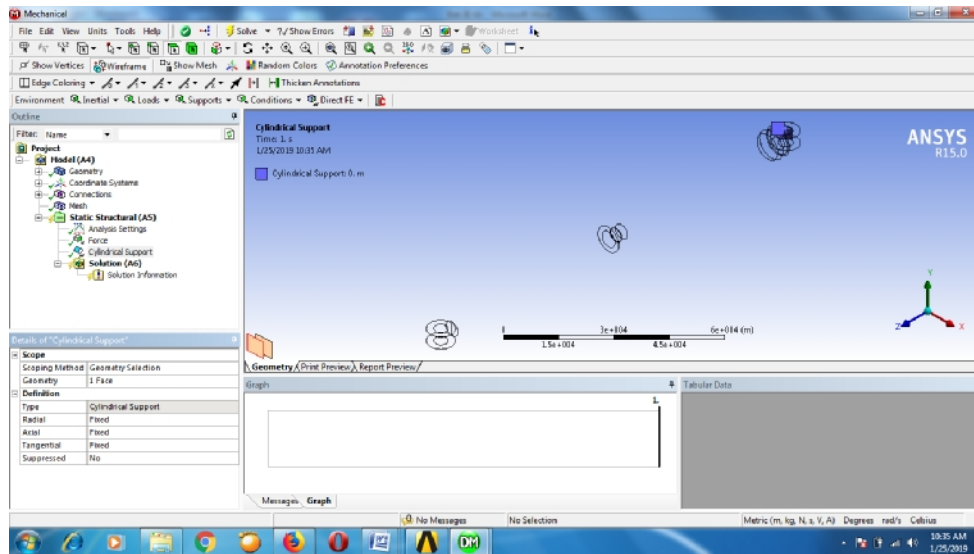


Gambar 3.10 Permodelan pemberian momen

Pada proses simulasi ada beberapa tahap sehingga mendekati dengan permasalahan sebenarnya, pada *silinder bucket* akan terjadi beban torsi (gambar 3) yang ditransmisikan oleh *silinder bucket*, moment torsi terjadi pada seluruh bagian *silinder bucket*, sehingga dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.11 Daerah pembebanan gaya (merah)
Tumpuan *silinder bucket*



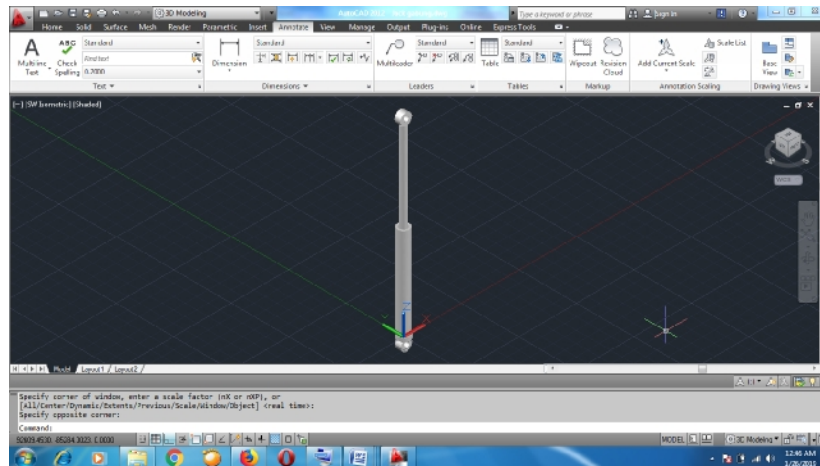
Gambar 3.12 Daerah tumpuan pada *track roller* (biru)

silinder bucket yang bekerja setelah menerima putaran dari *pulley* harus dapat berputar pada sumbunya, sehingga diperlukan yang nama tumpuan berupa bearing, oleh karena itu tumpuan harus dapat disimulasikan berdasarkan kondisi sebenarnya, berikut tumpuan yang terjadi pada *silinder bucket* dapat dilihat pada gambar 3.12 .

Pada pemodelan dengan menggunakan software ANSYS daerah tumpuan biasa dijelaskan dengan nama *fixed support* atau tumpuan diam.

3.5 Software Autocad

Software Autocad yang diperlukan untuk pembuatan gambar *silinder bucket* dari excavator Ex200 merek Hitachi yang telah dibongkar dan diukur, sehingga menghasilkan gambar di bawah ini.

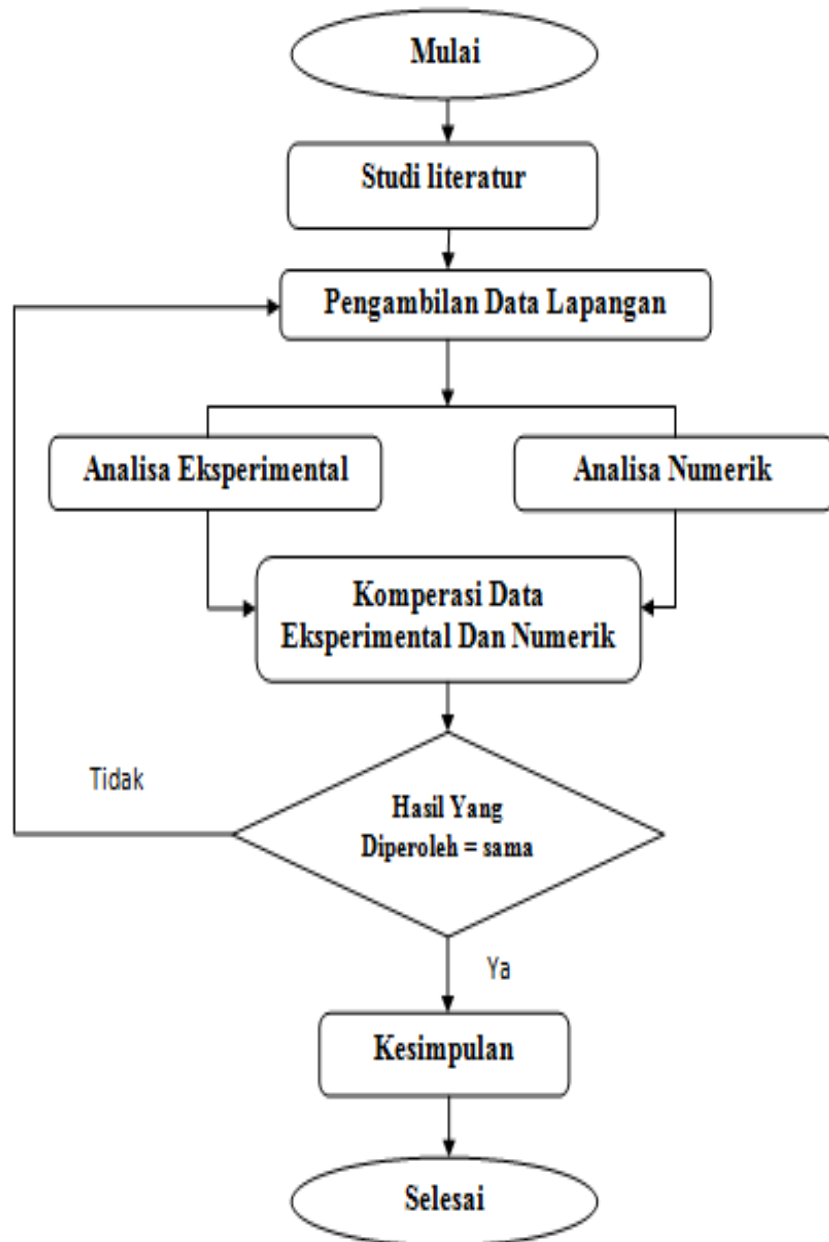


Gambar 3.13 *Silinder bucket* digambar dengan software Autocad

3.6 Software Ansys 15

Software Ansys digunakan untuk membuat simulasi akibat pengaruh gaya dan momen yang bekerja pada *silinder bucket*. Pemberian beban pada saat gaya yang diterima *silinder bucket* bekerja.

3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.14 Diagram Alir Penelitian

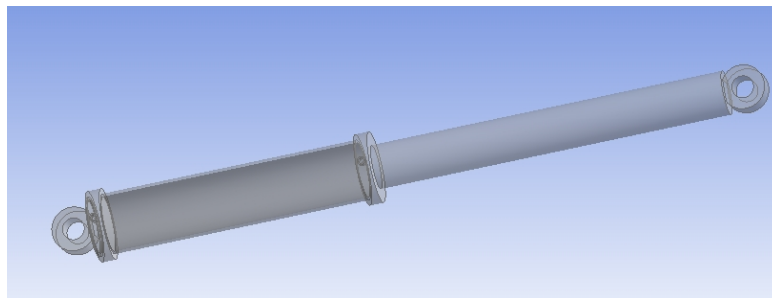
BAB 4

ANALISA PERHITUNGAN

4.1. Spesifikasi Dari Cylinder Bucket

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil analisa peneliti yang didapatkan dilapangan pada alat excavator hitachi EX 200 di CV Karya Murni Pratama (berdasarkan pengukuran data di lapangan).

- Panjang rod silinder	: 135 cm
- Diameter cylinder	: 11 cm
- Diameter rod	: 8 cm
- Temperatur oli	: $55 \pm 60^{\circ} \text{C}$
- Panjang hose L/H	: 160 cm
- Diameter hose open	: 3 cm
- Diameter hose close	: 3,2 cm
- Bahan rod bucket	: Baja S45C
- Tekanan out put pompa	: 1500 Psi



Gambar 4.1. Tabung Silinder Hidrolik

4.1.1. Kapasitas Aliran Pompa

Dalam menentukan kapasitas aliran pompa, diasumsikan bahwa kapasitas aliran maximum akan terjadi pada saat silinder bucket digerakan (yang terbesar).

$$Q_{\text{bucket}} = \frac{1}{4} \pi \cdot d_o^2 \cdot v_{\text{bucket}} \cdot n$$

Dimana:

Q_{bucket} = kapasitas aliran maximum oli silinder bucket (l/mnt)

d_o = diameter dalam silinder bucket (11cm)

v_{bucket} = kecepatan angkat (31,391 cm/s)

n = jumlah silinder angkat (1 buah)

4.1.2. Kapasitas Aliran Posisi Menutup

$$\begin{aligned} Q_{\text{bucket}} &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 11^2 \cdot 31,391 \cdot 1 \\ &= 2981,674 \text{ l/mnt} \end{aligned}$$

Kapasitas pompa yang dibutuhkan:

$$Q = Q_{\text{bucket}} + (Q_{\text{bocor}} + Q_{\text{drain}})$$

Dimana:

Q_{bocor} = jumlah kapasitas aliran yang bocor dari silinder angkat

Q_{drain} = jumlah kapasitas aliran kembali ke tangki dari katup kontrol

Diasumsikan;

$$\Sigma(Q_{\text{bocor}} + Q_{\text{drain}}) = 5\% \times Q_{\text{bucket}}$$

$$\begin{aligned} \Sigma(Q_{\text{bocor}} + Q_{\text{drain}}) &= 5\% \times 178,9 \\ &= 149,084 \text{ l/mnt} \end{aligned}$$

Sehingga kapasitas pompa:

$$\begin{aligned} Q &= 2981,674 + 149,084 \\ &= 3130,758 \text{ l/mnt} \end{aligned}$$

4.1.3. Kapasitas Aliran Posisi Membuka

$$\begin{aligned} Q_{\text{bucket}} &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 11^2 \cdot 54,1 \\ &= 5138,689 \text{ cm}^3/\text{s} \\ &= 308,32 \text{ l/mnt} \end{aligned}$$

Kapasitas pompa yang dibutuhkan:

$$Q = Q_{\text{bucket}} + (Q_{\text{bocor}} + Q_{\text{drain}})$$

Diasumsikan;

$$\begin{aligned} (Q_{\text{bocor}} + Q_{\text{drain}}) &= 5\% \cdot Q_{\text{bucket}} \\ (Q_{\text{bocor}} + Q_{\text{drain}}) &= 5\% \cdot 308,32 \\ &= 15,42 \text{ l/mnt} \end{aligned}$$

Sehingga kapasitas pompa:

$$\begin{aligned} Q &= 308,32 + 15,42 \\ &= 323,74 \text{ l/mnt} \end{aligned}$$

4.1.4. Daya Pompa Oli Yang Dibutuhkan

Tekanan keluar pompa (*Discharge Pressure Pump*) diatur oleh pegas pada katup relief.

Tekanan untuk silinder bucket (berdasarkan data di atas)

$$\begin{aligned} P_{\text{bucket}} &= 1500 \text{ psi} \\ &= 105,4 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 105,4 \times 10000 \text{ kg/m}^2 \\ &= 1,054 \times 10^6 \text{ kg/m}^2 \\ &= 1,054 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Kapasitas aliran:

$$Q = 323,74 \text{ l/mnt}$$

Diasumsikan :

$$\text{Efisiensi volumetric, } \eta_{\text{vol}} = 85 \%$$

$$\text{Efisiensi mekanis, } \eta_{\text{mek}} = 90 \%$$

Maka efisiensi total (*overall efficiency*) :

$$\begin{aligned} &= \eta_{\text{vol}} \cdot \eta_{\text{mek}} \\ &= 0,85 \cdot 0,95 \\ &= 0,8075 \end{aligned}$$

Daya out put pompa adalah :

$$N_p = \frac{P \cdot Q}{746} \text{ (hp)}$$

Dimana :

$$N_p = \text{ daya out put pompa (hp)}$$

$$Q = \text{ kapasitas aliran (l/mnt)}$$

$$P = \text{ tekanan pompa (kg/cm}^2\text{)}$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 N_p &= \frac{10,2 \times 10^5 \times 10,2}{10,2 \times 10^5} (\text{hp}) \\
 &= 74,891 \\
 &= 74,9 \text{ hp} && (1 \text{ Hp} = 746 \text{ w}) \\
 &= 55,868 \text{ kw}
 \end{aligned}$$

Daya angkat yang diperlukan silinder bucket :

$$= 97,7 \text{ hp} = 72,8 \text{ kw}$$

4.1.5. Kehilangan Tekanan Pada Hose Masuk Pompa (*Suction Line*)

$$\begin{aligned}
 d_{os} &= 3 \text{ cm} \\
 A_{os} &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (3^2) \\
 &= 7,065 \text{ cm}^2 \\
 Q_{pompa} &= 323,74 \text{ l/mnt} \\
 &= 323,74 \times 1000/60 \text{ cm}^3/\text{s} \\
 &= 5.395,62 \text{ cm}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

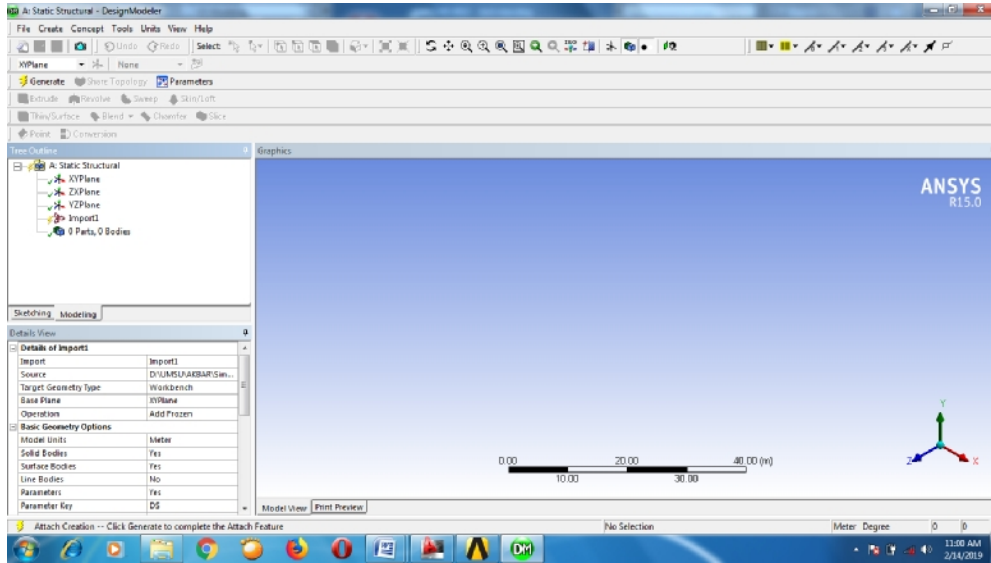
Maka kecepatan aliran fluida :

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{5.395,62}{7,065} \\
 V &= \frac{5.395,62}{7,065} \\
 &= 763,71 \text{ cm/s} \\
 &= 7,64 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

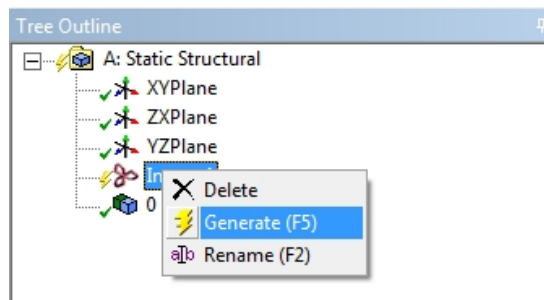
4.2. Perhitungan Defleksi

Perhitungan defleksi ini dengan menggunakan persamaan kolom dengan beban aksial eksentris, untuk mengetahui berapa besar defleksi yang terjadi pada batang rod, agar mempermudah melakukan perhitungan sebelumnya harus mencari nilai yang diperlukan seperti nilai elastisitas (E), momen inersia (I) dan luas penampang (π) dari batang rod tersebut, adapun perhitungan yang dilakukan peneliti sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Dimana: } L &= 135 \text{ cm} \\
 &= 1350 \text{ mm}, (\pi = 3,14) \\
 E &= 20 \text{ GN/mm}^2 \\
 I &= 46.400 \text{ Kg/mm}^4
 \end{aligned}$$

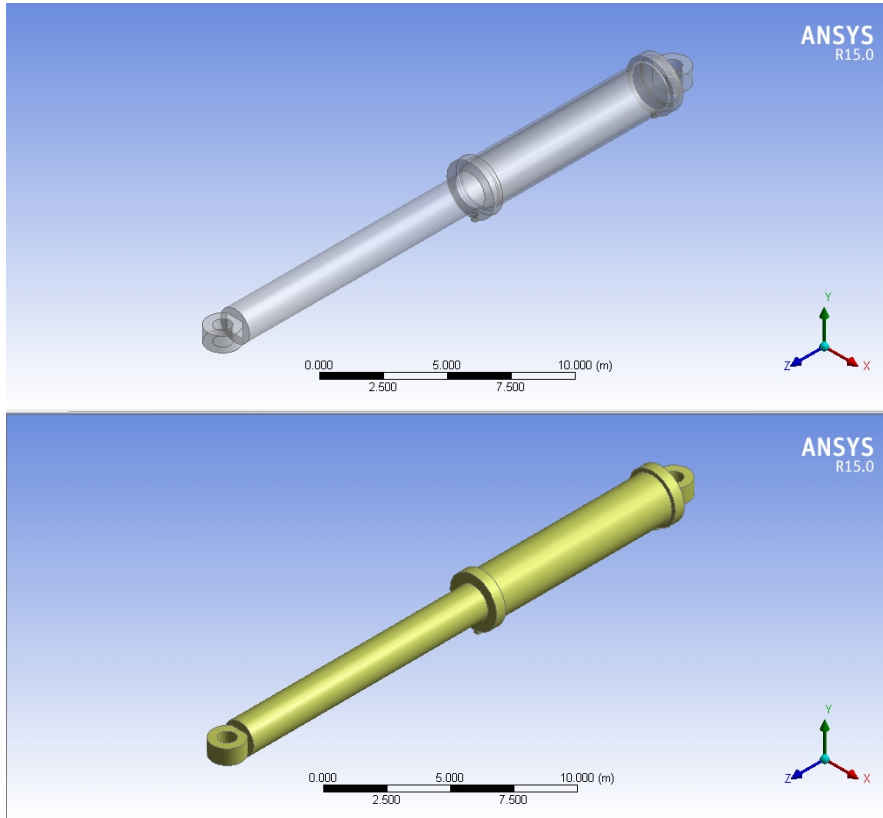


Gambar 4.3 Hasil Impor Gambar Belum Muncul Karena Belum Digenerate

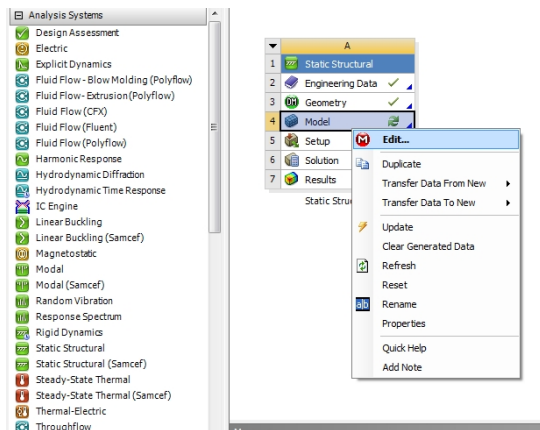


Gambar 4.4 Langkah generate Gambar dari Autocad

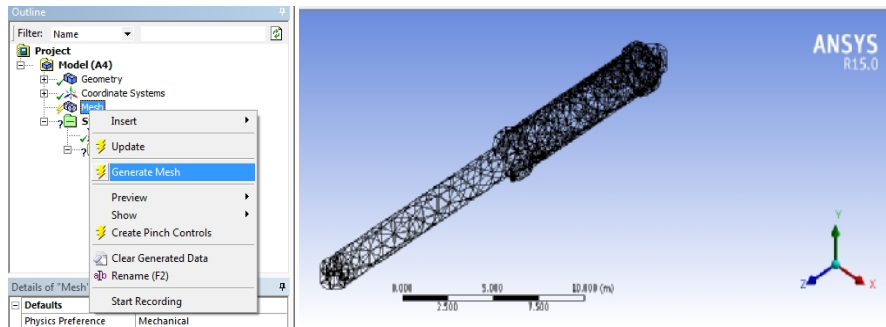
Setelah dapat diterima oleh software Ansys maka dengan cara menggeneratannya (gambar 4.4) maka muncullah gambar dari impor software Autocad (gambar 4.5). Kemudian gambar yang telah degenerate akan dibuat proses meshing (Gambar 4.6) sehingga menghasilkan gambar mesh (gambar 4.7)



Gambar 4.4 Hasil Generate Gambar

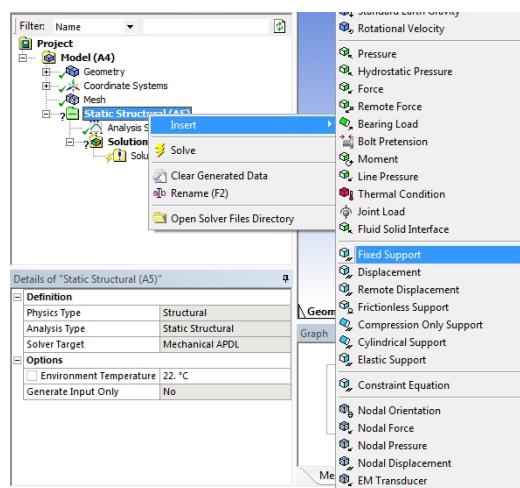


Gambar 4.5 Memunculkan Gambar untuk Di Mesh

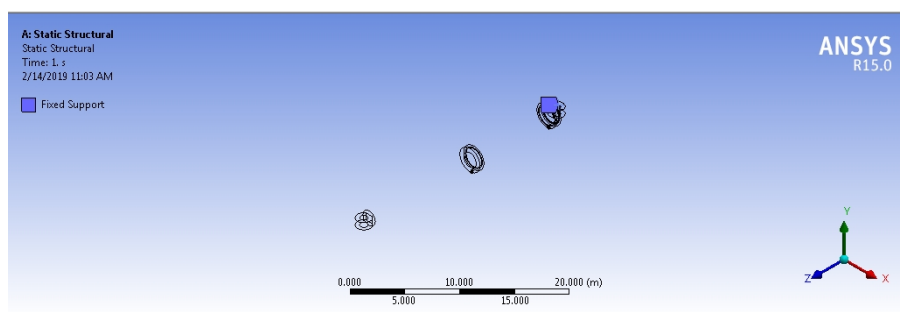


Gambar 4.6 Melaksanakan Mesh Pada Gambar

Proses selanjutnya mengadakan proses penguncian agar dapat diberikan beban pada batang rod (Gambar 4.7 dan gambar 4.8).



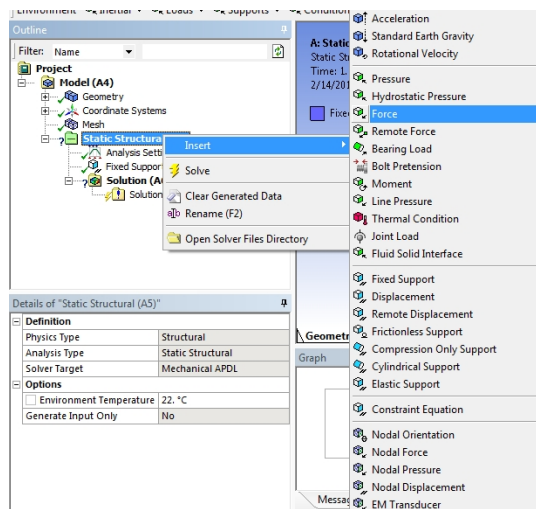
Gambar 4.7 Pemberian Kunci pada Ujung Rod



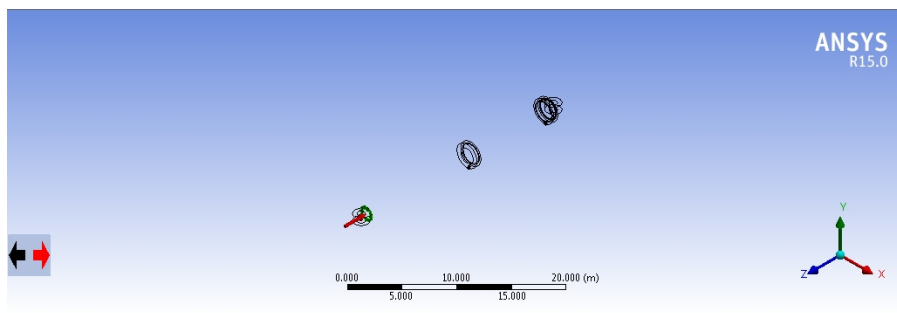
Gambar 4.8 Hasil Penguncian pada Ujung Rod

Pemberian beban pada ujung batang rod yang lain akan memberikan efek pembebanan

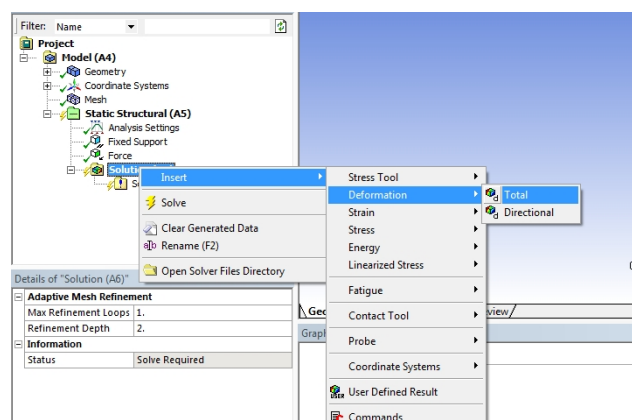
sesuai dengan hasil perhitungan manual seperti terlihat pada gambar 4.9 dan gambar 4.10.



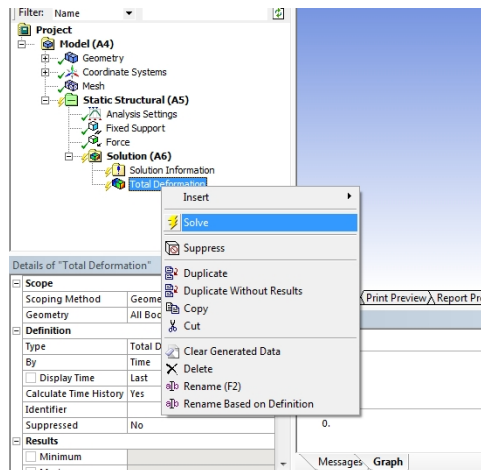
Gambar 4.9 Langkah Pemberian Beban pada Ujung Rod



Gambar 4.10 Pemberian Beban pada Ujung Rod



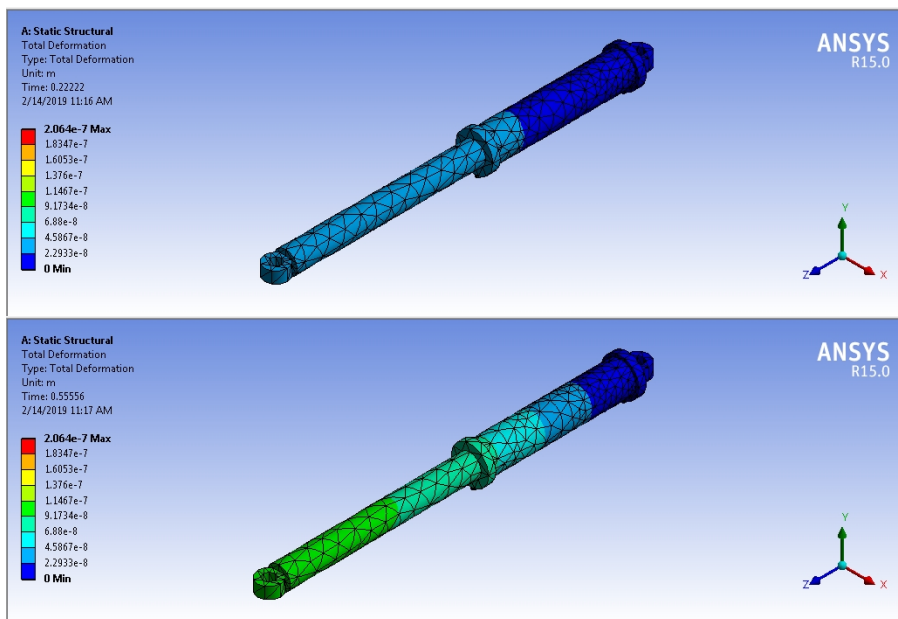
Gambar 4.11 Peyelesaian Dengan Deformasi Total

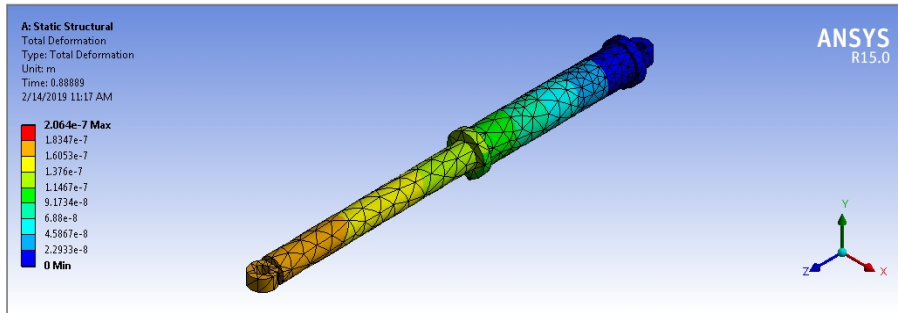


Gambar 4.12 Menjalankan Ekskusi Pilihan Total Deformasi

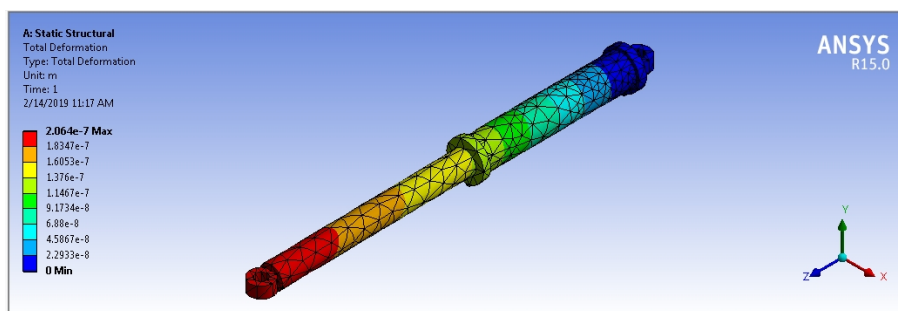
Melalui pilihan solution dibuat pilihan solusi regangan dan deformasi total (gambar 4.13 dan gambar 4.14) yang menunjukkan bahwa titik bahaya pada ujung batang total bagian atas karena sudah berwarna merah.

sementara itu untuk simulasi pada bagian belakang/bawah batang rod seperti pada gambar 4.15, titik merah menunjukkan dibagian tengah dan ujung tabung, hal ini sesuai dengan sifat tabung yang silinder kosong (tidak pejal) sehingga beban terbagi merata keseluruh dinding tabung.

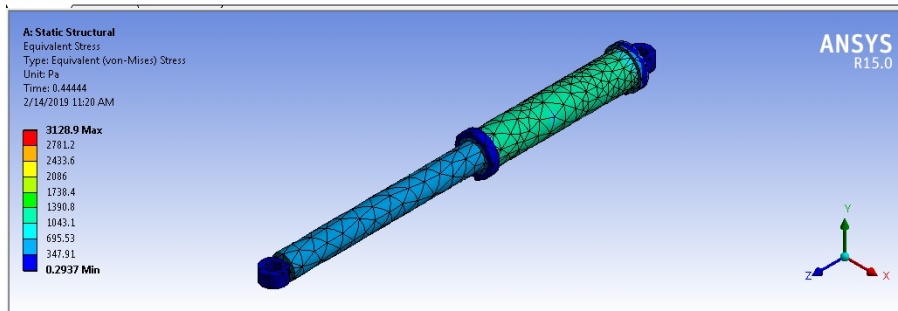
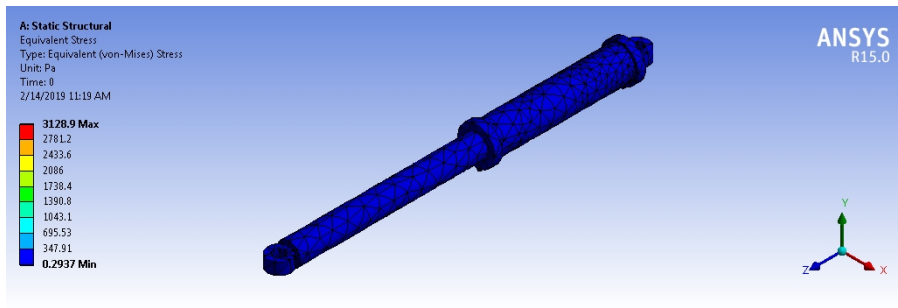


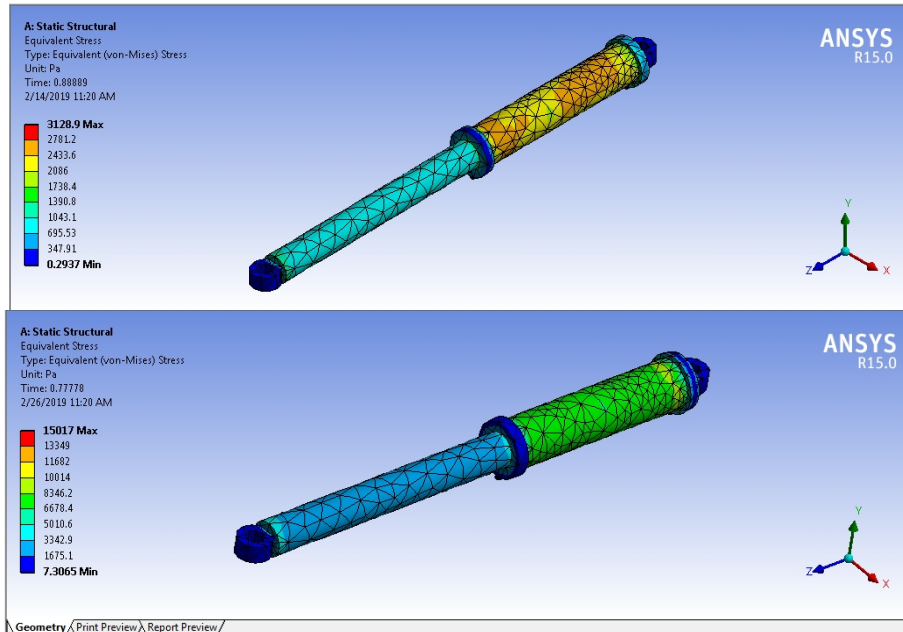


Gambar 4.13 Menjalankan Eksekusi Pilihan Penyelesaian



Gambar 4.14 Hasil Eksekusi Simulasi Akhir Dengan Total Deformasi





Gambar 4.15 Menjalankan Ekskusi Pilihan Penyelesaian bagian bawah batang rod

Dari gambar 4.15 terlihat bahwa hasil simulasi tidak menunjukkan tanda merah (pada tekanan 5024 Pa) belum menunjukkan tingkat bahaya bagi rod bucket itu sendiri, hal ini sesuai dengan hasil perhitungan yang diperoleh. Pemberian tekanan pada rod bucket masih dapat diterima oleh rod bucket

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil yang disesuaikan dengan analisa dan pembahasan data teknis, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pemberian tekanan 5024 Pa terjadi defleksi pada rod bucket tetapi tidak membahayakan dimana terlihat pada hasil simulasi, kerusakan dapat terjadi karena:

1. Pemberian beban yang berlebihan diluar standar yang telah ditentukan.
2. Terjadi penyumbatan pada control pengatur aliran, yang berfungsi untuk mengarahkan aliran fluida oli hidrolik tidak berfungsi dengan baik, dikarenakan lubang aliran oli tersumbat oleh kotoran.
3. Penggunaan filter oli yang sudah melewati waktu pemakaian, sehingga penyaringan terhadap kotoran tidak berfungsi dengan baik.
4. Kekentalan oli yang tidak baik, sehingga gesekan antara dua logam tidak dapat didinginkan dengan baik.

5.2. Saran

1. Sebaiknya perawatan sesuai prosedur yang telah ditentukan.
2. Jadwal pemakaian oli sesuai SAE nya dan setiap 4000 – 5000 jam kerja.
3. Dalam aplikasi di lapangan harap memperhatikan kapasitas pompa untuk mendorong rod bucket

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, *Basic Mechanic Course Final Drive & Undercarriage*. PT United Tractor, 2011.
- Daryl L. Logan, *Finite Element Method*, Brooks/cole, 2002
- Erdogan Madenci, *The Finite Element Method and Applications in Engineering Using Ansys*, Springer.
- Halliday R, *Fisika Jilid 1*, Penerbit Airlangga, Jakarta, 1988.
- Holman J.P, terjemahan Ir. E. Jasifi, M.Sc, "Metode Pengukuran Teknik", Erlangga, Jakarta, 1984
- Hydraulic cylinder*, https://en.wikipedia.org/wiki/Hydraulic_cylinder (10 Desember 2018)
- Kementrian Pekerjaan Umum, *Kajian rantai Pasok Alat Berat Konstruksi Dalam Mendukung Investasi Infrastruktur, ringkasan Eksekutif*, Jakarta, 2012.
- Sumar Hadi S, Bambang Y, *Pengaruh kekuatan Bahan Pada Track Shoe Excavator Menggunakan pengujian Abrasive Wear dengan Metode Ogoshi Universal High Speed Testing*, Rotasi, 2018.
- Shigley, Joseph E. *Perencanaan Teknik Mesin*, Edisi keempat. Alih bahasa oleh G.Harahap. Erlangga, Jakarta, 1991
- Sularso, *Kiyokatsu saga. 1994. Elemen Mesin. Jakarta : PT. Pradaya Paramita*
- Steven dkk, *Numerical Methods For Engineers*, Mc Graw Hill, 2002
- Tipler, *Fisika untuk Sains dan Teknik-Jilid I (terjemahan)*, Erlangga, Jakarta, 1998
- Zainuri Wahid, *Analisa Buckling Pada Rod Bucket di Sistim Hidrolik Spider Excavator Kaiser S2 4 x 4 Cross*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2018.
- Van Vlack, terjemahan Ny. Sriati Djapre, "Ilmu dan Teknologi Bahan", Erlangga, Jakarta, 197

\

LAMPIRAN





DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA PRIBADI

Nama : Muhammad Akbar
NPM : 1407230124
Tempat/ Tanggal Lahir : Tembung, 27 Mei 1996
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jl. M.Saman Gg.Melati 7
Nomor HP : 085272666895
Email : akbarmuhammad@gmail.com
Nama Orang Tua
Ayah : Khairul Saleh
Ibu : Evizar

PENDIDIKAN FORMAL

2001-2002 : Tk Dian Ekawati Tvri
2003-2008 : Sd Negeri 101770 Percut Sei Tuan
2008-2011 : Smp Negeri 1 Percut Sei Tuan
2011-2014 : Smk Swasta Teladan Medan
2014-2019 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (Umsu)