

# TUGAS AKHIR

## ANALISA NUMERIK TEGANGAN DAN REGANGAN SILINDER HIDROLIK *WHEEL LOADER* AKIBAT BEBAN HIDROSTATIS 11 TON

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

**Disusun Oleh:**

**BAYU MANDALA PUTRA**  
**1307230264**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

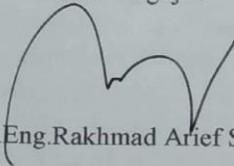
Nama : Bayu Mandala Putra  
NPM : 1307230264  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Analisa Numerik Tegangan dan Regangan Silinder Hidrolik  
*Wheel Loader* Akibat Beban Hidrostatik 11 Ton.  
Bidang ilmu : Konstruksi Dan Manufaktur

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, 21 - Maret - 2019

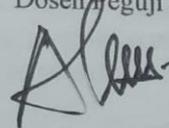
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



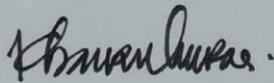
Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar

Dosen Penguji II



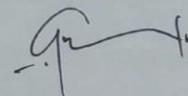
Sudirman Lubis. S.T., M.T

Dosen Penguji III

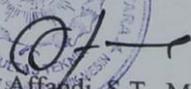


Khairul Umurani, S.T., M.T

Dosen Peguji 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 : Bayu Mandala Putra  
Tempat /Tanggal Lahir : Medan/23 Oktober 1995  
NPM : 1307230264  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

### **“Analisa Numerik Tegangan Dan Regangan Silinder Hidrolik *Wheel Loader* Akibat Beban Hidrostatik 11 Ton”**

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 orisinal 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 Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 21 - Maret - 2019



Saya yang menyatakan,

Bayu Mandala Putra

## ABSTRAK

Wheel loader adalah *traktor* dengan roda karet yang dilengkapi *bucket*. Efisien untuk daerah kerja kering rata dan kokoh karena memiliki mobilitas yang tinggi. *Silinder Hidrolik* merupakan tipe *linear* aktuator yang umum meskipun sering juga disebut sebagai “*ram*”, “*jack*”, atau “*stroker*”. Istilah lainnya ini sering dipakai pada aplikasi tertentu yang memiliki arti spesifik. Dengan beban yang cukup besar yang dikerjakan oleh silinder hidrolik tidak jarang silinder hidrolik sering mengalami kebocoran oli pada pada *seal* nya. Dalam studi numeric ini dilakukan penggambaran menggunakan *software solidworks* dan pengujiannya dilakukan di *software solidworks* dengan berfokus pada pengerjaan *pressure* pada tabung silinder hidrolik. Material yang digunakan pada peerancangan material *Cylinder Hidrolik* ini adalah *Cast Carbon Steel* dengan input data pada program sebesar 25,9 Mpa. Ada berbagai macam jenis silinder hidrolik jenis silinder hidrolik pada pengujian ini adalah alat berat jenis *Wheel Loader* dengan type *Caterpillar 924Hz* dengan spesifikasi maksimal kekuatan angkatnya sebesar 25.9 Mpa (11 ton). Dapat diperoleh nilai maksimum dari proses Tegangan maksimum pada tabung silinder hidrolik sebesar =  $5.210e+007 \text{ N/m}^2$  dan Regangan maksimum tabung silinder hidrolik sebesar =  $5.820e-005$ .

**Kata Kunci :** *Solidworks*, Perancangan, Simulasi/Analisa Numerik *Cylinder Hidrolik*

## **ABSTRACT**

*Wheel Loader is a tractor with rubber wheel be equipped with bucket. Its efficiency work for dry area and strong because have high mobility. Cylinder hidrolik is a type of linear actuator its general although often say is a "Ram", "Jack" or "Stroke". The other means often to used for some application who have the specific meaning. With the high load that works by cylinder hidrolik not often cylinder hidrolik experience have leakage oil from that's seal. In this numerical study is do some face use software solidworks and the test in software solidworks too with focus work's in pressure in cylinder tube hidrolik. The materials is use in this designer material cylinder hidrolik is 'Cash Carbon Steel' with input data in program as big as 25.9 Mpa. There are some cylinder hidrolik, use cylinder hidrolik in this research is heavy equipment manifold "Wheel Loader" with type "Caterpillar 924Hz" with the specification maximal lift strength as big as 25.9 Mpa ( ±11 Ton ). Can get maximum score in this research maximum stress in cylinder tube hidrolik as big as =  $5.210e+007$  N/m<sup>2</sup> and maximum strain in cylinder tube hidrolik as big as =  $5.820e+005$ .*

**Key Words : Solidworks, Design, Simulation/Numerical Analisis Cylinder Hidrolik**

## 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 Tegangan dan Regangan *Cylinder Hidrolik Wheel Loader* Akibat Beban Hidrostatiss 11 Ton” 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 Khairul Umurani, 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 Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar selaku dosen pembanding I dan penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukkan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Ses selaku wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Khairul Umurani, S.T., M.T selaku wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Affandi, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak Chandra A Siregar, S.T., M.T, selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda Sukardi dan Ibunda Titin Awan Sari yang telah banyak memberikan kasih sayang, nasehatnya, doanya, serta pengorbanan yang tidak dapat ternilai dengan apapun itu kepada penulis selaku anak yang di cintai dalam melakukan penulisan Tugas Sarjana ini.
10. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan masukan dan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
11. Keluarga besar LAB Teknik Mesin UMSU yang telah memberikan dukungan semangat dan do'a yang tulus baik secara moril maupun materil kepada penulis.
12. Kepada seluruh sahabat-sahabat satu seperjuangan saya, Rendi Umar Harahap, Deni Eka Syahputra S.T, Juli Suhendra S.Com, Ulfa Husna S.pd, Lizha Moershin S.E dan kawan-kawan yang selalu memberikan semangat kepada saya untuk menyelesaikan Tugas Sarjana ini.
13. Kepada Bapak Ahmad Muslim Harahap S.T serta seluruh sahabat-sahabat dan rekan seperjuangan saya di Fakultas Teknik, dan yang utama pada kelas A2 dan kelas B2 siang serta kelas A1, B1 dan C1 pagi , stambuk 2013 dan stambuk 14 kelas C-1 pagi yang telah membantu menyelesaikan Tugas Sarjana ini.

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, 21 – Maret – 2019

Penulis,



**BAYU MANDALA PUTRA**

**1307230264**

## DAFTAR ISI

|   |            |
|---|------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b>                                      | <b>ii</b>  |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>                     | <b>iii</b> |
| <b>ABSTRAK</b>  | <b>iv</b>  |
| <b>ABSTRACT</b>   | <b>v</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR</b>   | <b>iv</b>  |
| <b>DAFTAR ISI</b>   | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL</b>   | <b>x</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>  | <b>xi</b>  |
| <b>DAFTAR NOTASI</b>  | <b>xii</b> |
| <br>  |            |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>                                      | <b>1</b>   |
| 1.1 Latar belakang  | 1          |
| 1.2 Rumusan Masalah   | 1          |
| 1.3 Batasan Masalah   | 2          |
| 1.4 Tujuan Penelitian   | 2          |
| 1.4.1 Tujuan Umum   | 2          |
| 1.4.2 Tujuan Khusus   | 2          |
| 1.5 Manfaat Penelitian  | 2          |
| <br>  |            |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>                                 | <b>3</b>   |
| 2.1 <i>Wheel Loader</i>                                       | 3          |
| 2.1.1 Jenis-jenis <i>Loader</i>                               | 3          |
| 2.1.2 Cara Kerja <i>Wheel Loader</i>                          | 5          |
| 2.1.3 Bagian-bagian <i>Wheel Loader</i>                       | 6          |
| 2.1.4 Sejarah Singkat Tentang <i>Hidrolik</i>                 | 7          |
| 2.1.5 Pengertian Sistem Hidrolik                              | 8          |
| 2.2 Bagian-bagian Silinder Hidrolik                           | 8          |
| 2.3 Konstruksi  | 10         |
| 2.3.1 <i>Single Acting Cylinder</i>                           | 10         |
| 2.3.2 <i>Double Acting Cylinder</i>                           | 12         |
| 2.4 Elemen 3 Dimensi  | 15         |
| 2.4.1 Elemen <i>Linier Heksagon</i>                           | 15         |
| 2.4.2 Elemen <i>Linier Heksahedron Isoparametrik</i>          | 17         |
| 2.4.3 Elemen <i>Linier Tetrahedron</i>                        | 18         |
| 2.4.4 Elemen Kuadratik <i>Heksahedron Serendipiti 20 Node</i> | 19         |
| 2.4.5 Elemen Kuadrat <i>Tetrahedron 10 Node</i>               | 20         |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>                                | <b>21</b> |
| 3.1 Tempat Dan Waktu  | 21        |
| 3.1.1 Tempat  | 21        |
| 3.1.2 Waktu   | 21        |
| 3.2 Alat Penelitian   | 21        |
| 3.2.1 Laptop  | 21        |
| 3.2.2 Software Solidwork  | 22        |
| 3.3 Diagram Alir Penelitian                                       | 23        |
| 3.4 Spesifikasi Cylinder Hidrolik                                 | 23        |
| 3.5 Mendesign Cylinder Hidrolik                                   | 24        |
| 3.5.1 Proses Memindahkan Gambar 3D ke Simulasi                    | 26        |
| 3.5.2 Prosedur Simulasi   | 26        |
| 3.5.3 Prosedur Meshing  | 27        |
| <br>  |           |
| <b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                                 | <b>29</b> |
| 4.1 Hasil Gambar <i>Cylinder Hidrolik</i>                         | 29        |
| 4.1.1 Hasil Gambar <i>Cylinder</i> Pada <i>Software Solidwork</i> | 29        |
| 4.2 <i>Proses Meshing</i>   | 30        |
| 4.3 <i>Proses Stress</i> (Tegangan) Pada Silinder Hidrolik        | 30        |
| 4.3.1 Grafik Hasil Proses Simulasi Tegangan                       | 31        |
| 4.4. <i>Meshing</i> Pada Komponen <i>Rod Piston</i>               | 32        |
| 4.4.1 <i>Stress</i> (Tekanan) Pada <i>Rod Piston</i>              | 33        |
| <br>  |           |
| <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>                                 | <b>34</b> |
| 5.1 Kesimpulan  | 34        |
| 5.2 Saran   | 35        |
| <br>  |           |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>   | <b>36</b> |
| <br>  |           |
| <b>LAMPIRAN</b>   |           |
| <b>LEMBAR ASISTENSI</b>   |           |
| <b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>                                       |           |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1. Tipe-tipe Elemen 3-Dimensi Yang Populer Digunakan | 16 |
| Tabel 4.1. Hasil Proses Simulasi Tegangan                    | 31 |
| Tabel 4.2. Hasil Proses Simulasi Regangan                    | 33 |

## DAFTAR GAMBAR

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1  | Wheel Loader   | 3  |
| Gambar 2.2  | Wheel Loader in Articulated Position                           | 3  |
| Gambar 2.3  | Crawler Loader   | 4  |
| Gambar 2.4  | Wheel Loader pada Posisi V Loading                             | 5  |
| Gambar 2.5  | Wheel Loader Pada Posisi Cross Loading                         | 6  |
| Gambar 2.6  | Wheel Loader   | 8  |
| Gambar 2.7  | Bagian-bagian Silinder Hidrolik                                | 8  |
| Gambar 2.8  | Konstruksi Cylinder Hidrolik                                   | 10 |
| Gambar 2.9  | Penyekat Seal Cylinder Hidrolik                                | 10 |
| Gambar 2.10 | Single Acting Cylinder   | 11 |
| Gambar 2.11 | Skema Cylinder Keja Ganda                                      | 12 |
| Gambar 2.12 | Double Acting Cylinder   | 13 |
| Gambar 2.13 | Variasi Double Acting Cylinder                                 | 13 |
| Gambar 2.14 | Silinder Teleskopik  | 13 |
| Gambar 2.15 | Silinder Teleskopik Pada Truck                                 | 14 |
| Gambar 2.16 | Elemen Kuadrat Sisi Lekuk Isoparametri 6 Node                  | 14 |
| Gambar 2.17 | Elemen Linier 3-dimensi (Hexahedron                            | 15 |
| Gambar 2.18 | Elemen Linier Heksahedron Isoparametri                         | 17 |
| Gambar 2.19 | Kordinat Volume Pada Elemen Linier Tetrahedron                 | 18 |
| Gambar 2.20 | Elemen Kuadrat Heksahedron                                     | 19 |
| Gambar 3.1  | Diagram Alir   | 23 |
| Gambar 3.2  | Spesifikasi Cylinder Hidrolik                                  | 24 |
| Gambar 3.3  | Sketch Cylinder Hidrolik                                       | 24 |
| Gambar 3.4  | Tampilan Awal <i>Cylinder Hidrolik pada program Solidworks</i> | 25 |
| Gambar 3.5  | Hasil Proses Meshing Pada Software Solidworks                  | 27 |
| Gambar 4.1  | Hasil gambar <i>Cylinder Hidrolik</i>                          | 29 |
| Gambar 4.3  | Hasil Proses Meshing   | 30 |
| Gambar 4.4  | Hasil Dari Proses Simulasi Mencari Hasil Tegangan              | 30 |
| Gambar 4.5  | Hasil Proses Tegangan Pada Silinder Hidrolik                   | 31 |
| Gambar 4.6  | Grafik Hasil Simulasi Tegangan                                 | 31 |
| Gambar 4.7  | Hasil dari Proses Simulasi Mencari Regangan Maximal            | 32 |
| Gambar 4.8  | Hasil Proses Simulasi Regangan                                 | 32 |
| Gambar 4.9  | Grafik Hasil Simulasi Regangan                                 | 33 |

## DAFTAR NOTASI

|   |                                 |                                    |
|---|---------------------------------|------------------------------------|
| F | = gaya                          | (N)                                |
| P | = besar tekanan fluida hidrolik | (N/m <sup>2</sup> )                |
| A | = luas penampang piston.        | (Cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) |

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar belakang

Pada era modern saat ini semakin berkembangnya proyek-proyek pembangunan yang digunakan untuk membangun gedung-gedung tinggi. Dan semakin pesatnya teknologi yang digunakan untuk proses pembangunan, oleh karena itu dibuat sebuah alat yang digunakan untuk mengangkat beban dari satu tempat ketempat lain. Salah satu alatnya adalah *Wheel Loader*, yang berfungsi untuk memindahkan material bangunan seperti tanah, bebatuan, dan juga alat material-material lainnya yang tidak dapat diangkat oleh tangan manusia.

Cara kerja *Wheel loader* menggunakan *Sistem Hidrolik*. Karena tenaga *hidrolik* mempunyai daya atau tenaga yang sangat besar, sehingga bisa memungkinkan untuk mengeruk, mengangkat material atau benda yang berukuran besar. Untuk pengoperasian bucket dipakai “kendali hidrolik” (*hydraulic controlled*), sedangkan kendali kabel (*cabel controlled*) sudah jarang digunakan pada *excavator-loader*. Penggunaan loader biasanya adalah untuk memuat material dan membawa, serta membongkar. Jika daerah sekitar material yang dikerjakan datar, maka *loader* dapat bergerak dengan leluasa.

Pada bagian ini akan dibahas lebih lanjut dan membuat simulasi numerik dengan menggunakan software *Solidworks 2016* Dengan melakukan simulasi numerik diharapkan dapat memberikan referensi untuk mengembangkan teknologi-teknologi baru yang berkaitan dengan *Cylinder Hidrolik*.

## 1.2. Rumusan Masalah

Pada penjelasan latar belakang diatas maka perumusan masalah dalam tugas sarjana ini adalah untuk mendesign, menggambar, dan mensimulasikan akan di jelaskan sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merancang, dan mensimulasikan dari silinder hidrolik pada *software solidworks 2016*?
2. Bagaimana cara mengetahui tegangan dan regangan yang terjadi pada silinder hidrolik? Dan

3. Bagaimana cara untuk mengetahui berapa nilai maksimum tegangan dan regangan pada silinder hidrolik.

### 1.3. Batasan Masalah

1. Kapasitas beban yang di perhitungkan sebesar 11 ton
2. Analisa numerik menggunakan Software *Solidworks 2016*.
3. Pengujian yang dilakukan adalah *statis pressure* pada program *Solidworks*.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas sarjana ini adalah :

#### a. Tujuan Umum

Untuk mengetahui kekuatan dan mensimulasikan hasil perhitungan pada *Cylinder Hidrolik Wheel Loader*.

#### b. Tujuan Khusus

1. Untuk menganalisa terhadap kekuatan yang terjadi pada *Cylinder Hidrolik Wheel Loader*.
2. Untuk mencari tegangan dan regangan pada *Cylinder Hidrolik*
3. Untuk mengetahui tekanan yang efektif pada sistem hidrolik yang akan dilakukan beban sebesar 11 ton.
4. Mengevaluasi kekuatan dari *Cylinder Hidrolik*.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan penulis untuk penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk memberikan manfaat kepada para kontraktor-kontraktor tentang keefektifan tenaga dan kekuatan dari sistem hidroik dan fungsinya untuk kebutuhan proyek.
2. Untuk mengetahui cara kerja dan fungsi dari setiap komponen *Cylinder Hidrolik*.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Wheel Loader

Wheel loader adalah *traktor* dengan roda karet yang dilengkapi *bucket*. Effisien untuk daerah kerja kering rata dan kokoh karena memiliki mobilitas yang tinggi. Wheel Loader juga bergerak dengan articulated yang memberikan ruang gerak fleksibel yang tidak bisa dilakukan oleh crawler loader. Wheel loader merupakan alat yang dipergunakan untuk pemuatan material kepada dump truck dan sebagainya seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.1 dibawah ini.

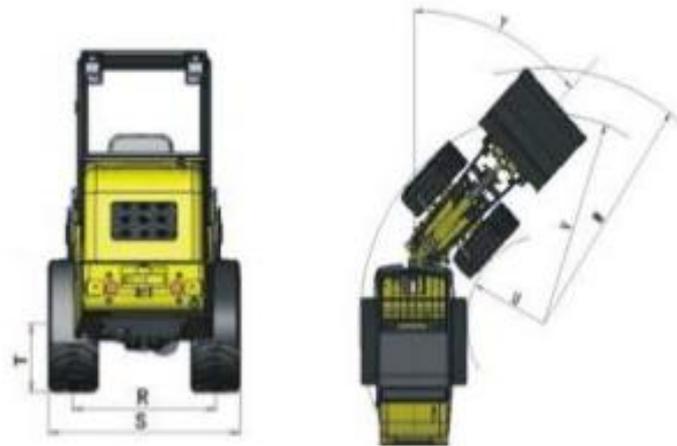


Gambar 2.1 Wheel Loader

#### 2.1.1 Jenis-jenis Loader

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

memiliki articulated yang memungkinkan alat ini dapat bergerak secara fleksibel. Seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.2 dibawah ini



Gambar 2.2 Wheel Loader in *Articulated Position*

*Crawler loader* menggabungkan stabilitas traktor dengan kemampuan *wheel loader*. Namun berbeda dengan wheel loader mobilitas dari *crawler loader* sangat lambat dan tidak memiliki *articulated* sehingga geraknya terbatas, tetapi *crawler loader* memiliki keunggulan dibandingkan dengan *wheel loader* yaitu dapat bergerak disemua medan dikarenakan undercarriage dapat digunakan disegala medan, mulai dari tanah liat, lumpur dan permukaan lainnya yang tidak bisa dilakukan oleh *wheel loader*. Seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 Crawler Loader

### 2.1.2 Cara Kerja Wheel Loader

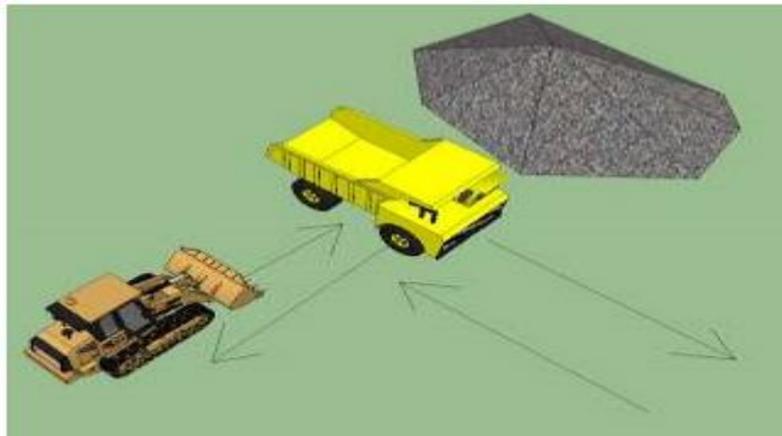
Wheel loader bekerja dengan gerakan dasar pada *bucket* dan gerakan *bucket* yang penting ialah menurunkan bucket diatas permukaan tanah, mendorong ke depan (memuat/menggusur), mengangkat *bucket*, membawa dan membuang muatan. Ada beberapa cara pemuatan yaitu:

- a. L loading, truk di belakang loader, kemudian lintasan seperti membuat garis tegak lurus. Seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.5 dibawah ini



Gambar 2.4 *Wheel Loader* Pada Posisi *L Loading*

- b. *Cross loading*, cara pemuatan dengan truk juga ikut aktif. Seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.6 dibawah ini



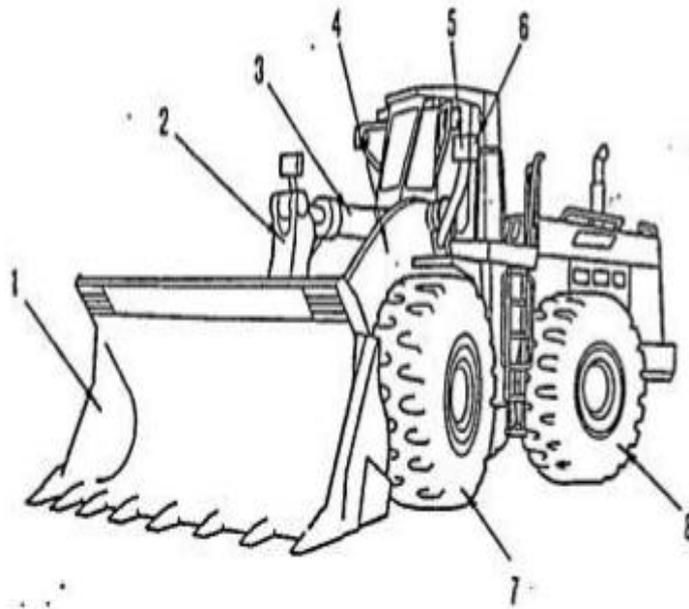
Gambar 2.5 *Wheel Loader* Pada Posisi *Cross Loading*

Untuk saat ini umumnya loader dibuat dengan kendali hidrolik dan dilengkapi dengan “tangan-tangan (*arms*)” yang kaku untuk mengoperasikan *bucket*. Ukuran *bucket* dan tractor harus benar-benar proporsional agar *wheel loader* tidak terjungkal kedepan.

### 2.1.3 Bagian-bagian *Wheel Loader*

Bagian-bagian dari *Wheel Loader*:

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| 1. Bucket            | 4. Lift Arm         |
| 2. Tilt lever        | 5. Head Lamp        |
| 3. Cylinder Hidrolik | 6. Turn Signal Lamp |
| 4. Lift arm          | 7. Front Wheel      |
| 5. Head lamp         | 8. Rear Wheel       |



Gambar 2.6 *Wheel Loader*

#### 2.1.4 Sejarah Singkat Tentang Hidrolik

Sejarah Hidrolik Dalam bahasa Yunani "*hidro*" artinya air sedang *aulos* artinya pipa. Kata *hidrolik* berasal dari bahasa Yunani yang dalam bahasa Inggris artinya air dalam pipa. Manusia sudah sadar akan pentingnya *hidrolik* sejak jaman dulu. Ketika periode waktu antara tahun 100 dan 200, manusia sudah merealisasikan energi potensial aliran air disungai. Prinsip hidrolik telah digunakan pada awal ahun tersebut, dengan mengubah energi air yang mengalir kedalam energi mekanik dengan memanfaatkan sebuah roda air. Penggunaan pertama gaya fluida membutuhkan gerakan jumlah fluida yang besar karena tekanan rendah yang disediakan oleh alam. Melalui masa ini, pengetahuan hidrolik terus berkembang lebih efisien dalam merubah gaya *hidrolik* ke kerja yang bermanfaat yang tercakup didalamnya. Subjek *hidrolik* yang terkait kebiasaan fisik dari air ketika diam atau dalam keadaan bergerak sebagai bagian teknik sipil dalam kurun waktu yang panjang.

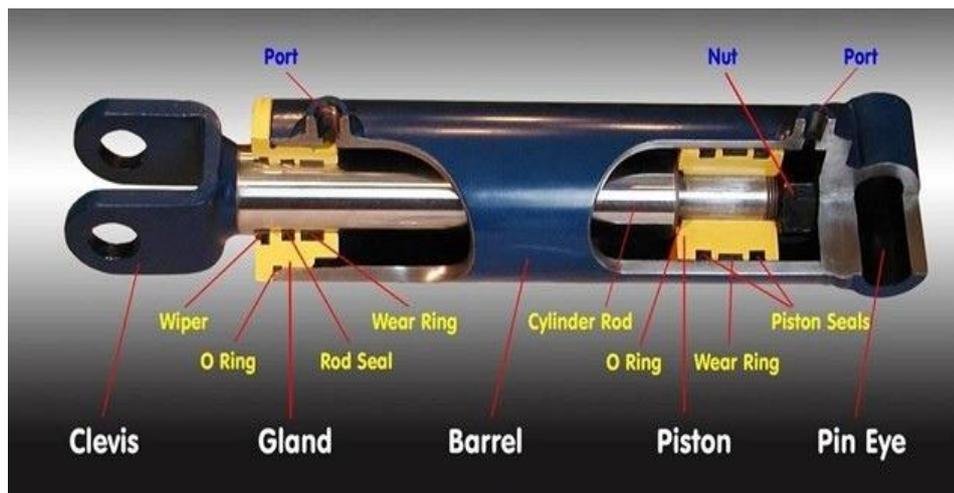
Setelah penemuan mesin uap oleh James Watt, disana muncul kebutuhan penerus gaya yang efisien dari generasi ke titik penggunaan. Secara bertahap beberapa bagian mekanikal seperti poros, sistem roda gigi, puli dan rantai ditemukan. Untuk membedakan cabang hidrolik dari air, maka disebutlah hidrolik industri atau lebih umum disebut oli hidrolik. Diakhir abad sembilan belas teknologi elektrik secara drastis muncul sebagai sebuah teknologi yang dominan. Gaya listrik yang ditemukan lebih dahulu dari pada gaya hidrolik menjadikan gaya elektrik lebih superior dibanding gaya hidrolik yang digunakan untuk meneruskan gaya pada jarak yang jauh. Awal abad dua puluh menjadi saksi munculnya era modern dari gaya fluida dengan sistem hidrolik yang menggantikan sistem elektrik, dimana sistem elektrik telah digunakan sebagai alat untuk mengelevasikan dan mengontrol senjata pada kapal perang *USS Virginia*. Aplikasi ini menggunakan *oli* sebagai pengganti air. Hal ini menjadi tonggak sejarah lahirnya kembali fluida sebagai gaya *hidrolik*. Setelah perang Dunia II, area perkembangan gaya hidrolik menjadi saksi perkembangan yang luar biasa. Di masa modern ini, sebagian besar permesinan bekerja dengan prinsip "*hidrolik*

dengan oli” sudah dikerjakan untuk meneruskan gaya. Ini telah sukses menggantikan penggerak mekanikal dan elektrik pada sistem hidrolis.

### 2.1.5 Pengertian Sistem Hidrolis

Sistem hidrolis merupakan suatu bentuk perubahan atau pemindahan daya dengan menggunakan media penghantar berupa fluida cair untuk memperoleh daya yang lebih besar dari daya awal yang dikeluarkan. Dimana fluida penghantar ini dinaikan tekanannya oleh pompa pembangkit tekanan yang kemudian diteruskan ke silinder kerja melalui pipa-pipa saluran dan katup-katup. Gerakan translasi batang piston dari silinder kerja yang diakibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder dimanfaatkan untuk gerak maju dan mundur. Dasar-dasar sistem hidrolis

### 2.2 Bagian-bagian Silinder Hidrolis



Gambar 2.7 Bagian-bagian *Cylinder Hidrolis*

Berikut adalah bagian-bagian dari silinder hidrolis:

#### 1. Silinder *Barel*

Bagian ini menjadi sisi terluar dari *cylinder hidrolis* yang posisinya di desain diam. Proses pemesinan pada sisi dalamnya didesain presisi sesuai dengan komponen yang lain.

## 2. Piston

Bagian ini berada pada sisi dalam *barel* yang berfungsi untuk memisahkan antara kedua sisi ruang silinder. Berkontrak langsung dengan fluida hidrolik dan memiliki dan memiliki luas penampang tertentu. Luas penampang inilah yang mengubah tekanan hidrolik menjadi gaya tertentu yang besarnya sesuai dengan rumus umum :

$$F = P \cdot A \quad (2.1)$$

Dimana :

$$F = \text{gaya} \quad (\text{N})$$

$$P = \text{besar tekanan fluida hidrolik} \quad (\text{N/m}^2)$$

$$A = \text{luas penampang piston.} \quad (\text{Cm}^2/\text{m}^2)$$

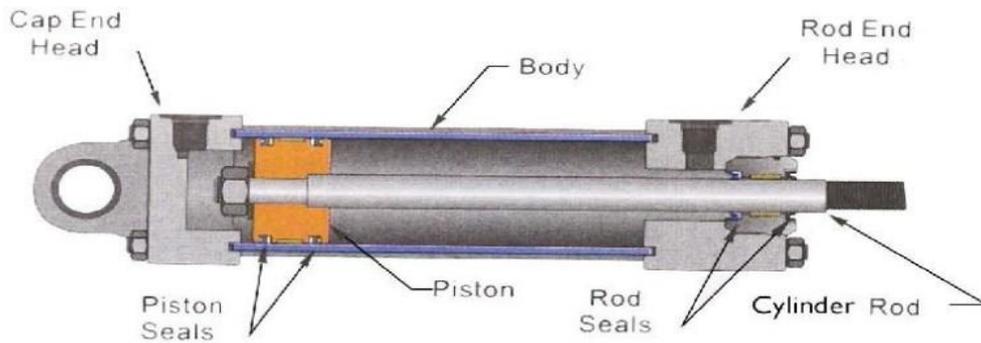
## 3. Piston Rod

Bagian yang berbentuk silinder memanjang ini salah satu ujungnya terkoneksi langsung dengan piston, dan sisi lainnya terkoneksi dengan peralatan lain yang digerakkan. Bagian inilah yang meneruskan gaya yang timbul akibat tekanan fluida hidrolik ke alat lain yang terhubung.

## 4. Sistem *Seal/Gland*

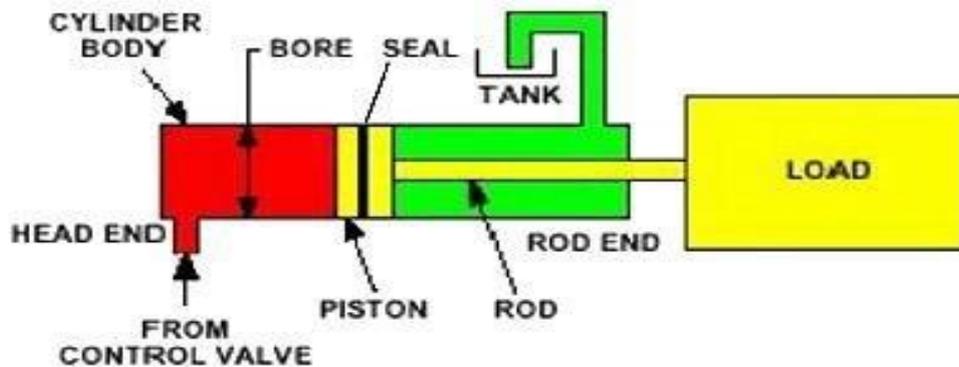
Beberapa bagian dari silinder hidrolik terpasang sistem seal yang umumnya berbahan karet, untuk mencegah kebocoran fluida hidrolik. Pada sisi piston terpasang seal untuk mencegah fluida kerja berpindah dari sisi satu ke sisi yang lainnya, sehingga dapat mengganggu kerja silinder hidrolik. Pada sisi piston rod terpasang sistem seal yang fix pada baret sebelah dalam untuk mencegah kebocoran fluida hidrolik yang berada pada ruang sisi piston rod.

### 2.3 Konstruksi



Gambar 2.8 Konstruksi Silinder Hidrolik

#### 2.3.1 *Single Acting Cylinder* ( Silinder Kerja Tunggal )



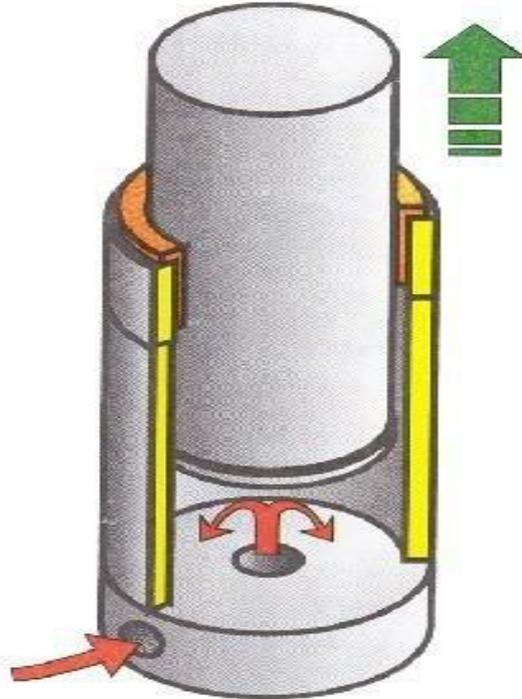
Gambar 2.9 Skema Silinder Kerja Tunggal

Gambar di atas pada skematik menunjukkan sebuah *single acting cylinder*. Area dengan warna merah menunjukkan kondisi oli bertekanan dan warna hijau menunjukkan yang memiliki tekanan sama dengan tekanan tangki. *Single acting cylinder* menggunakan tekanan oli dari satu sisi silinder dan menyediakan gaya hanya satu arah.

Prinsip kerja.

Jika rangkaian atau system hidrolik mulai bekerja maka cairan hidrolik masuk dan menekan dari sisi kiri sehingga torak bergerak ke kanan. Selanjutnya pergeseran piston telah mencapai posisi yang dikehendaki dan cairan hidrolik tidak ada tekanan lagi, Maka plunyer kembali oleh adanya bobot dari benda yang di angkat atau digeser. Untuk pengembalian torak ke posisi semula ada juga yang

dilengkapi dengan pegas pembalik. Pemakaian silinder kerja tunggal ini digunakan pada dongkrak atau alat pembengkok pipa, *crane*, *truck* dan *crane boom*.

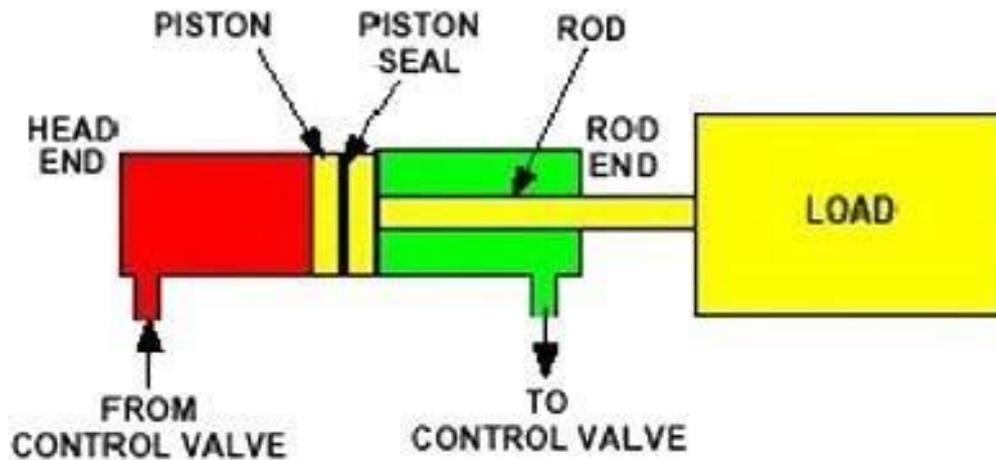


Gambar 2.10 *Single acting cylinder*

*Single acting cylinder* yang sangat sederhana adalah hidrolik ram. Silinder ini hanya memiliki satu ruangan fluida dan bergerak hanya satu arah *force*. Kebanyakan dipasang sedemikian rupa sehingga dapat memendek karena gaya gravitasi. Penggunaan silinder tipe ini biasanya pada dongkrak botol ("*bottle jacks*") dan mengangkat mobil ditempat cucian.

*Single acting cylinder* memberikan gaya hanya satu arah, efek gravitasi dan beban balik yang menyebabkan silinder tersebut memendek. Perbedaan utama *single acting cylinder* dan *ram* adalah *single acting cylinder* menggunakan piston dan kebocoran aliran melalui piston dialirkan menuju *reservoir* untuk meminimalkan kebocoran fluida keluar sedangkan *ram* tidak memiliki saluran ke *reservoir*. *Single-acting cylinder* biasanya dipasang pada pengangkat bak *truck* (*hoists*) dan *crane boom*.

### 2.3.2. *Double Acting Cylinder* (Silinder Kerja Ganda)



Gambar 2.11 Skema Silinder Kerja Ganda

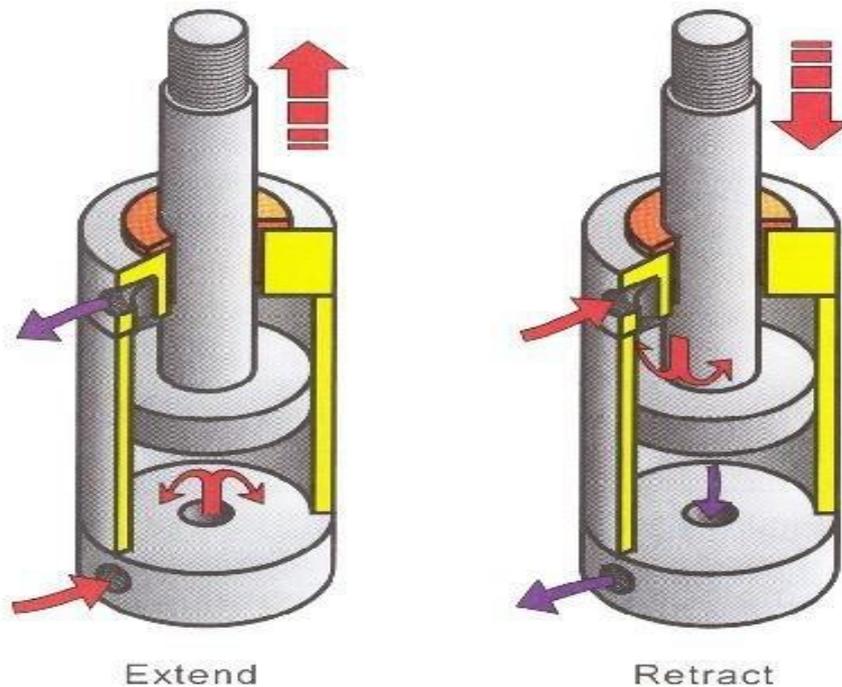
Gambar di atas menunjukkan *double acting cylinder*. Warna merah menunjukkan oli yang bertekanan dan warna hijau menunjukkan oli yang memiliki tekanan sama dengan tekanan tangki. Ini merupakan hidrolis aktuator yang paling umum digunakan pada *mobile equipment*. Digunakan pada *implement, steering* dan sistem lainnya dimana silinder dibutuhkan untuk melakukan kerja pada dua arah.

Prinsip kerja.

Jika sistem mulai bekerja maka suatu waktu cairan hidrolis masuk dan menekan dari sisi kiri sehingga torak bergerak ke kanan, bersamaan dengan itu pada sisi kanan torak cairan hidrolis tertekan dan keluar dari dalam silinder selanjutnya masuk ke reservoir

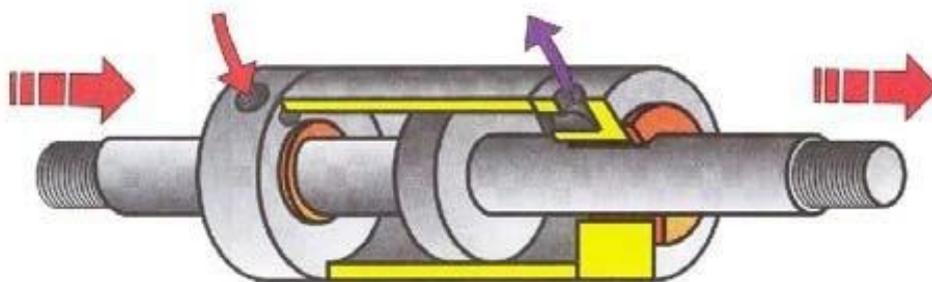
(Langkah 1). Sebaliknya jika menghendaki torak bergerak ke posisi semula (kiri) maka cairan hidrolis harus masuk dari sisi kanan torak, maka cairan hidrolis yang ada di sisi kiri torak akan bergerak keluar dari torak.

(Langkah 2). Silinder kerja ganda dapat digunakan jika menghendaki gerakan bolak-balik seperti pada mesin perkakas.



Gambar 2.12 *Double-acting cylinder*

*Double-acting cylinder* (Gambar di atas) merupakan tipe silinder yang paling banyak digunakan pada *mobile equipment*, *Double-acting cylinder* menghasilkan gaya pada kedua arah, memanjang dan memendek. Supaya memanjang, fluida dialirkan menuju *cap end* dan *rod end port* dihubungkan menuju *reservoir*. Sewaktu memendek, fluida dialirkan ke *rod end* dan saluran pada *cap end port* dihubungkan dengan *reservoir*. *Double-acting cylinder* juga disebut *differential* silinder karena perbedaan area efektif dan volume antara *rod end* dan *cap end*. Perbedaan ini menyebabkan terjadinya perbedaan kecepatan ketika silinder memanjang dan memendek.



Gambar 2.13 Variasi *Double-Acting Cylinder*

Variasi *double-acting cylinder* adalah *double-rod* silinder. Pada versi ini, silinder *rod* memanjang melalui kedua *end cap* (Gambar di atas), silinder ini

memiliki area dan volume yang sama pada kedua ujung silinder. Hal ini tentunya juga menyamakan gaya dan kecepatan sewaktu silinder memanjang dan memendek. *Double-rod* silinder digunakan secara umum pada aplikasi *power steering*.



Gambar 2.14 Silinder Teleskopik

Kebanyakan *telescopic* silinders adalah *single-acting*. *Telescopic cylinder* memiliki *rod* yang dapat dipasang secara seri atau disebut juga *sleeve*. Masing-masing *sleeve* secara individual memanjang. Dapat berjumlah dua, tiga dan ada juga yang memiliki lima *sleeve* pada setiap silinder. Penggunaan silinder ini sangat ideal pada industrial *lift truck* dan pada *dump truck* dengan bak yang berukuran besar. Keunggulan *telescopic* silinder akibat urutan ukuran diameter *sleeve*, adalah penurunan gaya dan meningkatnya kecepatan pada setiap tahapan.

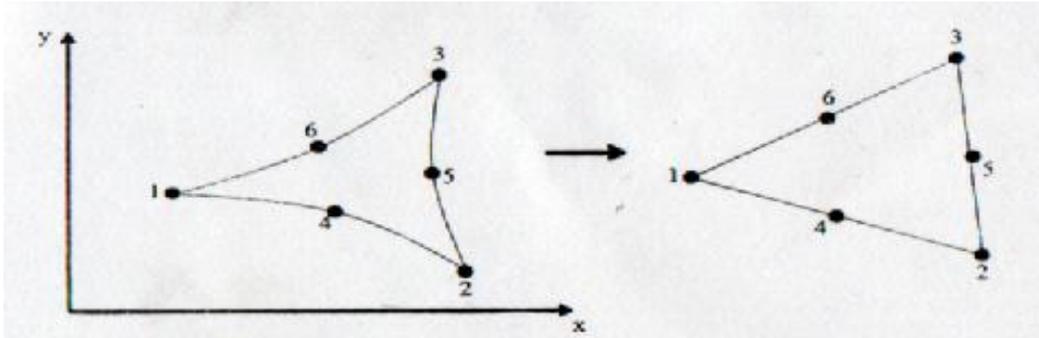


Gambar 2.15 Silinder Teleskopik Pada Truk

*Telescopic cylinder* dapat juga *double-acting*, meskipun tidak terlalu umum. Karena area untuk melakukan proses pemendekan, sangat kecil dan gaya memendek juga rendah. *Double-acting telescopic cylinder* umumnya digunakan untuk mempercepat gerakan pada gaya yang lebih besar dan pada saat langkah yang panjang dibutuhkan.

## 2.4 Elemen 3-Dimensi

Elemen 3-diensi yang umum digunakan adalah elemen 4 sisi (hexahedron). Sama dengan elemen 2-dimensi, jumlah node pada elemen menentukan fungsi aproksimasi pada elemen terkait. Beberapa tipe elemen 3-dimensi dengan berbagai fungsi interpolasi akan kita pelajari pada bagian ini. Ringkasan dari tipe-tipe elemen ini dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini.

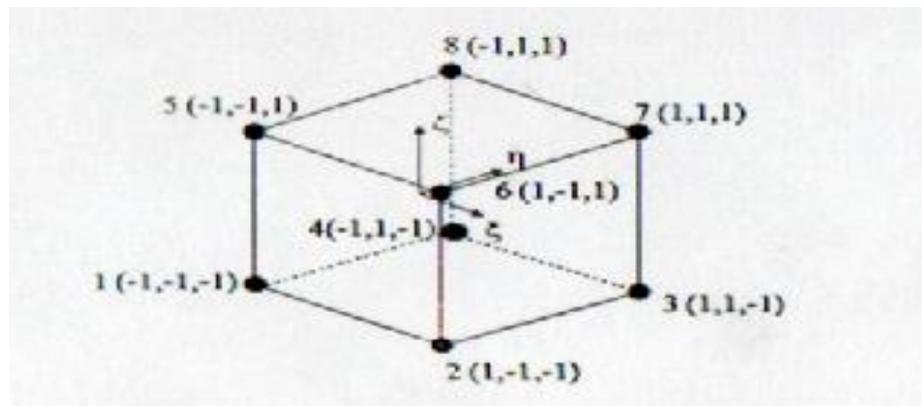


Gambar 2.16 Elemen Kuadratik sisi lekuk isoparametrik 6 node pada (a) sistem sumbu kartesian (fisikal); (b) sistem sumbu natural.

### 2.4.1 Elemen Linier Heksagon

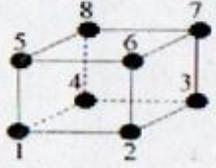
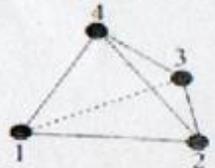
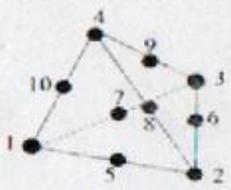
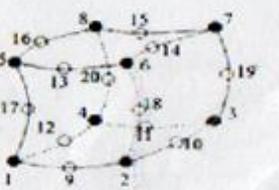
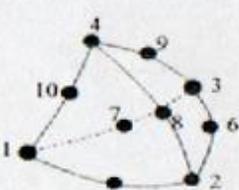
Gambar 2.17 menggambarkan elemen 3-dimensi linier *heksahedron* elemen dengan semua sisi sejajar dengan kordinat sistem x, y dan z dikenal sebagai elemen heksahedral atau elemen enam sisi. Solusi untuk elemen ini diberikan oleh persamaan interpolasi berikut.

$$u^{(e)}(\xi, \eta, \zeta) = s_1u_1 + s_2u_2 + s_3u_3 + s_4u_4 + s_5u_5 + s_6u_6 + s_7u_7 + s_8u_8 \quad (2.2)$$



Gambar 2.17 Elemen *linier* 3-dimensi (*hexahedron*) dalam sistem koordinasi *natural*.

Tabel 2.1 Tipe-tipe elemen 3-dimensi yang populer digunakan

| Fungsi Interpolasi | Elemen Enam Sisi   | Elemen Empat Sisi  |
|--------------------|--|--|
| Linear             |  <p>Heksahedron<br/>8 node</p>  |  <p>Tetrahedron<br/>4 node</p>  |
| Kuadratik          |  <p>Heksahedron Serendipiti<br/>20 node</p>                                   |  <p>Tetrahedron<br/>10 node</p>   |
|                    |  <p>Heksahedron Isoparametrik<br/>20 node<br/><i>(jarang digunakan)</i></p> |  <p>Tetrahedron<br/>Isoparametrik<br/>10 node<br/><i>(jarang digunakan)</i></p> |

Fungsi-fungsi bentuk elemen dapat diturunkan dengan cara yang sama pada elemen linier rectangular, Fungsi ini adalah.

$$S_1 = \frac{1}{8}(1 - \xi)(1 - \eta)(1 - \zeta) \quad (2.3)$$

$$S_2 = \frac{1}{8}(1 - \xi)(1 - \eta)(1 + \zeta) \quad (2.4)$$

$$S_3 = \frac{1}{8}(1 + \xi)(1 - \eta)(1 - \zeta) \quad (2.5)$$

$$S_4 = \frac{1}{8}(1 + \xi)(1 - \eta)(1 + \zeta) \quad (2.6)$$

$$S_5 = \frac{1}{8}(1 - \xi)(1 - \eta)(1 - \zeta) \quad (2.7)$$

$$S_6 = \frac{1}{8}(1 - \xi)(1 - \eta)(1 - \zeta) \quad (2.8)$$

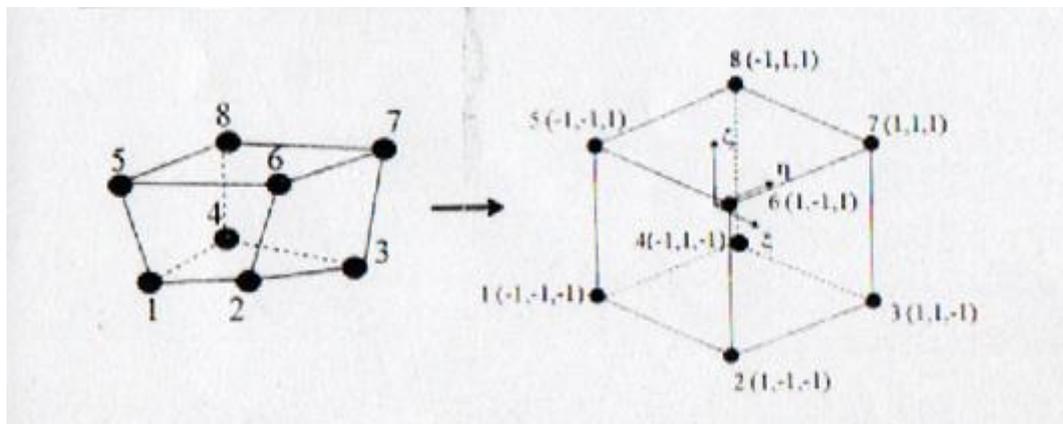
$$S_7 = \frac{1}{8}(1 - \xi)(1 - \eta)(1 - \zeta) \quad (2.9)$$

$$S_8 = \frac{1}{8}(1 - \xi)(1 - \eta)(1 - \zeta) \quad (2.10)$$

$$S_9 = \frac{1}{8}(1 - \xi)(1 - \eta)(1 - \zeta) \quad (2.11)$$

#### 2.4.2. Elemen Linier Heksahedron Isoparametrik

Elemen linier heksahedron isoparametrik berbeda dengan elemen linier heksahedron pada permukaan elemen dimana pada elemen ini permukaan dari elemen tidak sejajar dengan sumbu Kartesian. Ilustrasi elemen ini dengan menggunakan sumbu natural (natural coordinate system) di berikan pada gambar 2.18 dibawah ini.



Gambar 2.18 Elemen linier heksahedron isoparametrik pada (a) sistem sumbu kartesian (fisikal); (b) sistem sumbu natural.

Untuk elemen ini fungsi dari sytem tranfortasi dari kordinat system  $(\xi, \eta, \zeta)$  ke  $(x, y, z)$  pada sumbu fisikal diberikan oleh persamaan yang sama dengan fungsi aprokimasi untuk  $u^{(e)}$ .

$$X^{(e)}(\xi, \eta, \zeta) = S_1X_1 = S_2X_2 = S_3X_3 = S_4X_4 = S_5X_5 = S_6X_6 = S_7X_7 = S_8X_8 \quad (2.12)$$

$$Y^{(e)}(\xi, \eta, \zeta) = S_1 y_1 = S_2 y_2 = S_3 y_3 = S_4 y_4 = S_5 y_5 = S_6 y_6 = S_7 y_7 = S_8 y_8 \quad (2.13)$$

$$Z^{(e)}(\xi, \eta, \zeta) = S_1 z_1 = S_2 z_2 = S_3 z_3 = S_4 z_4 = S_5 z_5 = S_6 z_6 = S_7 z_7 = S_8 z_8 \quad (2.14)$$

### 2.4.3. Elemen *Linier Tetrahedron*

Fungsi linier elemen tetrahedron diberikan oleh

$$U^{(e)} = S_1 u_1 + S_2 u_2 + S_3 u_3 + S_4 u_4 \quad (2.15)$$

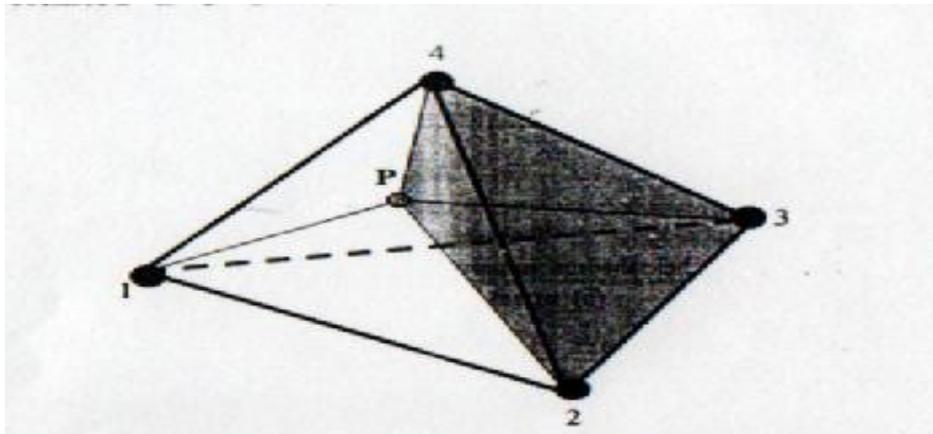
Sama seperti elemen linier triangular, fungsi-fungsi bentuk  $s_1, s_2, s_3$  dan  $s_4$  oleh kordinat volume ( Gambar 2.22 ) seperti :

$$L_1 = \frac{\text{Volume } p-2-3-4}{\text{volume } 1-2-3-4} = \frac{V_1}{V} \quad (2.16)$$

$$L_2 = \frac{\text{Volume } p-1-3-4}{\text{volume } 1-2-3-4} = \frac{V_2}{V} \quad (2.17)$$

$$L_4 = \frac{\text{Volume } p-1-2-4}{\text{volume } 1-2-3-4} = \frac{V_3}{V} \quad (2.18)$$

$$L_5 = \frac{\text{Volume } p-1-2-3}{\text{volume } 1-2-3-4} = \frac{V_4}{V} \quad (2.19)$$



Gambar 2.19 Koordinat volume pada elemen linier tetrahedron

Dari observasi Gambar 2.15 dapat dipahami bahwa jumlah dari ketiga koordinat ini adalah

$$\frac{V_1}{V} + \frac{V_2}{V} + \frac{V_3}{V} + \frac{V_4}{V} = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 = 1 \quad (2.20)$$

Dapat dibuktikan juga bahwa kordinat penampang L1, L2, L3, dan L4, adalah fungsi-fungsi bentuk S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, dan S<sub>4</sub> yaitu :

$$S_1 = L_1 \quad (2.21)$$

$$S_2 = L_2 \quad (2.22)$$

$$S_3 = L_3 \quad (2.23)$$

$$S_4 = L_4 \quad (2.24)$$

#### 2.4.4 Elemen Kuadrat Heksahedron Serendipiti 20 Node

Elemen kuadrat mempunyai 20 node dan posisi-posisi node dilukiskan pada gambar 2.23. Fungsi-fungsi bentuk S<sub>i</sub>, i = 1, 2, ..... 20 diberikan oleh persamaan-persamaan berikut :

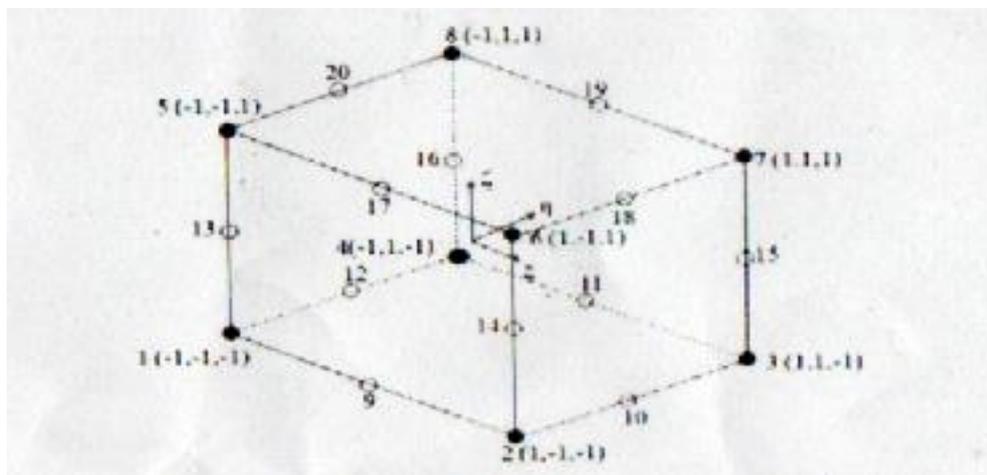
$$S_i = \frac{1}{8} (1 + \xi\xi_i) (1 + \eta\eta_i) (1 + \zeta\zeta_i) (\xi\xi_i + \eta\eta_i + \zeta\zeta_i - 2) \quad i = 1, 2, \dots, 8 \dots (2.25)$$

Node-node tengah sisi :

$$S_i = \frac{1}{4} (1 - \xi^2) (1 + \eta\eta_i) (1 + \zeta\zeta_i) \quad i = 10, 12, 18, 20, \quad (2.26)$$

$$S_i = \frac{1}{4} (1 - \eta^2) (1 + \xi\xi_i) (1 + \zeta\zeta_i) \quad i = 9, 11, 17, 19, \quad (2.27)$$

$$S_i = \frac{1}{4} (1 - \zeta^2) (1 + \xi\xi_i) (1 + \eta\eta_i) \quad i = 13, 14, 15, 16, \quad (2.28)$$



Gambar 2.20 Elemen kuadrat heksahedron serendipiti pada sumbu natural

#### 2.4.5 Elemen Kuadrat Tetrahedron 10 Node

Elemen kuadrat tetrahedron mempunyai 20 node. Fungsi-fungsi bentuk  $S_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, 20$  diberikan oleh persamaan-persamaan berikut :

Untuk nodal-nodal sudut :

$$S_i = (2L_i - 1) L_i \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad (2.29)$$

$$S_5 = 4L_2L_3 \quad (2.30)$$

$$S_6 = 4L_1L_3 \quad (2.31)$$

$$S_7 = 4L_1L_2 \quad (2.32)$$

$$S_8 = 4L_1L_4 \quad (2.33)$$

$$S_9 = 4L_2L_4 \quad (2.34)$$

$$S_{10} = 4L_3L_4 \quad (2.35)$$

Di mana  $L_i$ ,  $L_2$ , dan  $L_3$  adalah koordinat volume yang didefinisikan pada § 4.4.3.

Dimana :

$\sigma_0$  = Tegangan utama yang bekerja pada sumbu

$\sigma_{xy}$  = Tegangan arah sumbu xy

$\sigma_{xz}$  = Tegangan arah sumbu xz

$\sigma_x$  = Tegangan arah sumbu x

$\sigma_{yz}$  = Tegangan arah sumbu yz.

$\sigma_y$  = Tegangan arah sumbu y

$\sigma_z$  = Tegangan arah sumbu z

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Tempat Dan Waktu

#### 3.1.1 Tempat

Adapun tempat di lakukannya studi numeric dan merancang *Cylinder Hidrolik* menggunakan *Software Solidwork 2017* dan menganalisanya menggunakan *Software Solidworks 2017* dilakukan di laboratorium computer Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

#### 3.1.2 Waktu

Pengerjaan dan penyusunan tugas sarjana ini di laksanakan 8 bulan yang di laksanakan pada Februari 2018 sampai September 2018.

Tabel 3.1: Timeline Kegiatan

| NO | Kegiatan              | Bulan ( Tahun 2018 ) |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|-----------------------|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
|    |                       | 1                    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |   |
| 1. | Pengajuan Judul       | ■                    |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2. | Pengumpulan Data      | ■                    | ■ | ■ |   |   |   |   |   |   |
| 3. | Perancangan Desain    |                      |   | ■ | ■ | ■ |   |   |   |   |
| 4. | Pelaksanaan Pengujian |                      |   |   |   | ■ | ■ |   |   |   |
| 5. | Penyelesaian Skripsi  |                      |   |   |   |   |   | ■ | ■ | ■ |

## 3.2. Alat Penelitian

### 3.2.1 Laptop

Spesifikasi laptop yang di gunakan dalam studi numeric ini adalah sebagai berikut :

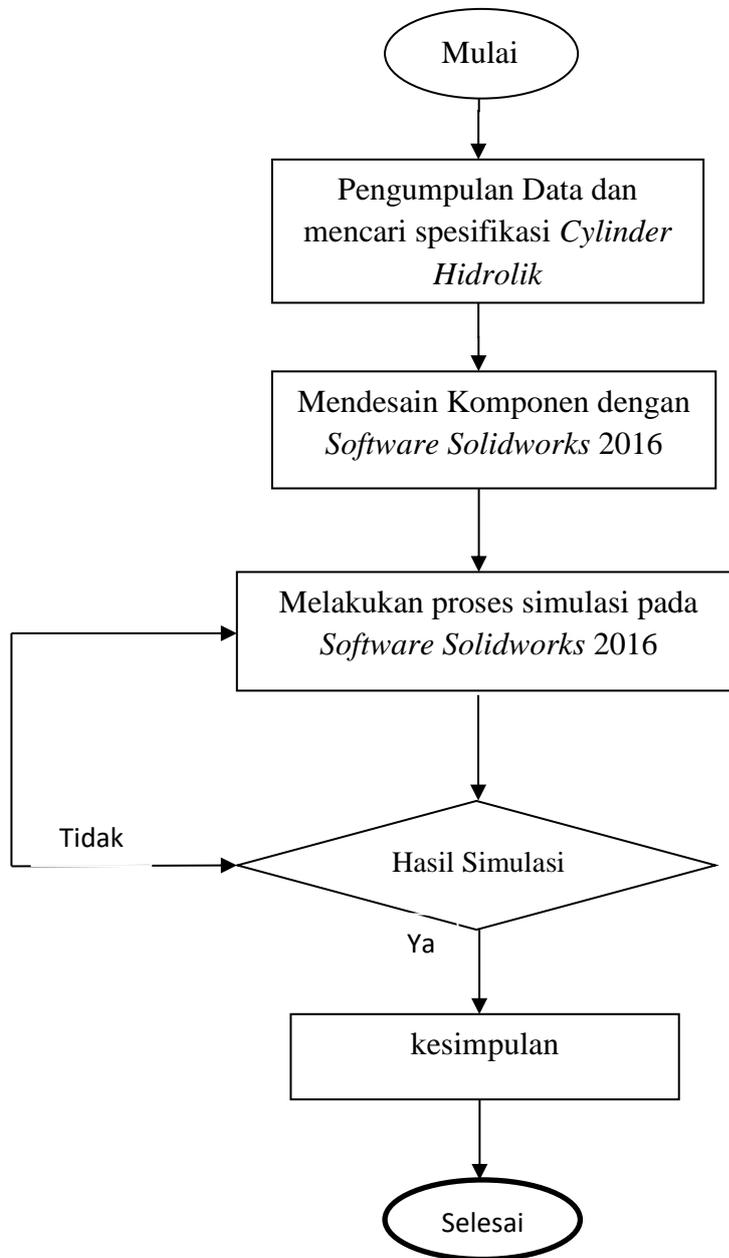
1. Processor : Xeon CPU-E3-1246-V3@3.5GHz.
2. RAM : 8 GB
3. Operation System : Product ID (Windows 7 Profesional 64 bit).
4. Display : NVIDIA Quardo K620
5. Monitor : Lenovo L1 2054, 19,5 Inch Resolusi 1440 x 900.

### 3.2.2 *Software Solidworks*

Software Solidworks yang sudah terinstal pada laptop adalah *solidworks 2017 64 bit* yang didalamnya terdapat sketch gambar 3-D adalah sebagai berikut:

1. Processor : Xeon CPU-E3-1246-V3@3.5GHz.
2. RAM : 8 GB
3. Disk Space : 5 GB or more

### 3.3 Diagram Alir Penelitian



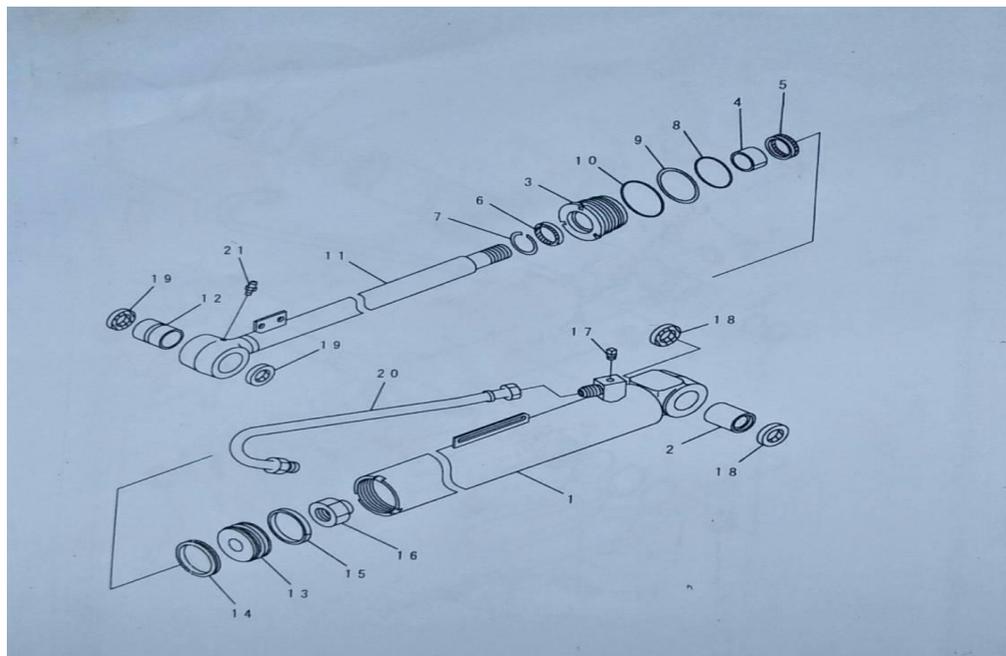
Gambar 3.1 Diagram alir

### 3.4 Spesifikasi *Cylinder Hidrolik*

| <b>Loader Hydraulic System</b>   |             |               |
|--|-------------|---------------|
| Output at 2,300 engine rpm and 6900 kPa (1,000 psi) with SAE 10W oil at 65° C (150° F) | 152 L/min   | 39.5 gal/min  |
| Pump flow – implement pump   | 152 L/min   | 40.15 gal/min |
| Relief pressure – implement pump   | 258.9 bar   | 3,755 psi     |
| Maximum working pressure   | 25 900 kPa  | 3,755 psi     |
| Hydraulic cycle time   | 9 Seconds   |               |
| Raise  | 5.2 Seconds |               |
| Dump   | 1.1 Seconds |               |
| Lower, empty, float down   | 2.7 Seconds |               |
| Total  | 9 Seconds   |               |
| Lift cylinders, double acting:   |             |               |
| Bore   | 107.95 mm   | 4.25 in       |
| Stroke   | 755 mm      | 29.7 in       |
| Tilt cylinder, double acting:  |             |               |
| Bore   | 120.6 mm    | 4.75 in       |
| Stroke   | 520 mm      | 20.5 in       |

Gambar 3.2 Spesifikasi *Cylinder Hidrolik*

### 3.5 Mendesign *Cylinder Hidrolik*



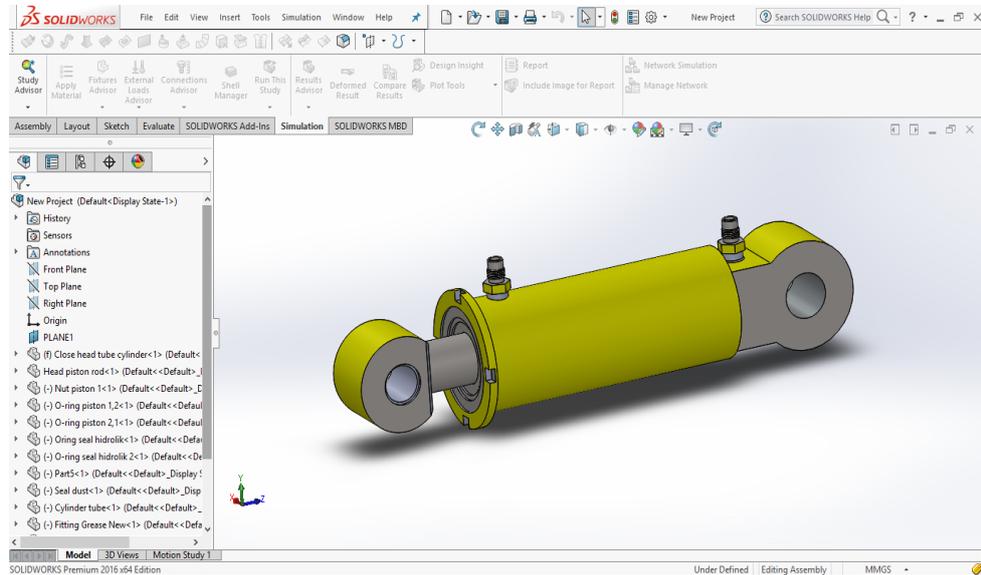
Gambar 3.3. *Sketch Cylinder Hidrolik*

Bagian-bagian dari *Cylinder Hidrolik*

1. *Cylinder*
2. *Bushing*
3. *Head Cylinder*
4. *Bushing*
5. *Packing Rod*
6. *Seal, Dust*
7. *Ring, Snap*
8. *O-Ring*
9. *Ring, Back-up*
10. *O-Ring*
11. *Rod, Piston*
12. *Bushing*
13. *Piston*
14. *Ring, Snap*
15. *Ring, Wear*
16. *Nut, Nylon*
17. *Plug*
18. *Seal, Dust*
19. *Seal, Dust*
20. *Tube*
21. *Fitting, Grease*

### 3.5.1. Proses Memindahkan Dari Gambar 3-D Kemenu *solidworks* simulasi

Menampilkan hasil gambar yang sudah di design di *Software solidworks 2016* seperti yang di perlihatkan pada gambar 3.4 di bawah ini.



Gambar 3.4 Tampilan Awal *Cylinder Hidrolik* Pada Program *Solidworks*

### 3.5.2 Prosedur Simulasi

1. Proses menggambar design geometri di lakukan pada program *Solidworks 2016*.

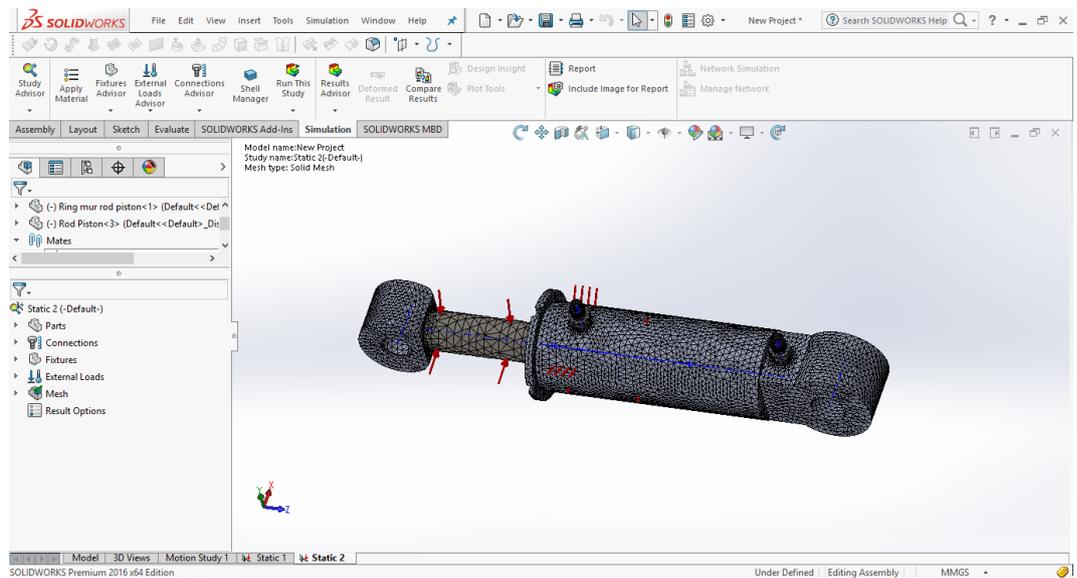
2. Proses simulasi dilakukan dalam program *Solidworks 2016* dengan langkah sebagai berikut :

1. *Prossesor*
2. *Preprossesor*
3. *Meshing*
4. *Calculate/Simulation*

Pada tahap ini dilakukan simulasi atau tahap analisa distribusi uji kekuatan regangan dan regangan yang terjadi pada bagian dalam tabung *Cylinder Hidrolik* dengan menggunakan *Software Solidworks 2016*.

### 3.5.3 Prosedur *Meshing*

Prosedur meshing digunakan untuk mengecek antara satu komponen dengan komponen yang lain setelah dilakukan *assembly* seperti terlihat pada gambar 3.5 dibawah ini.



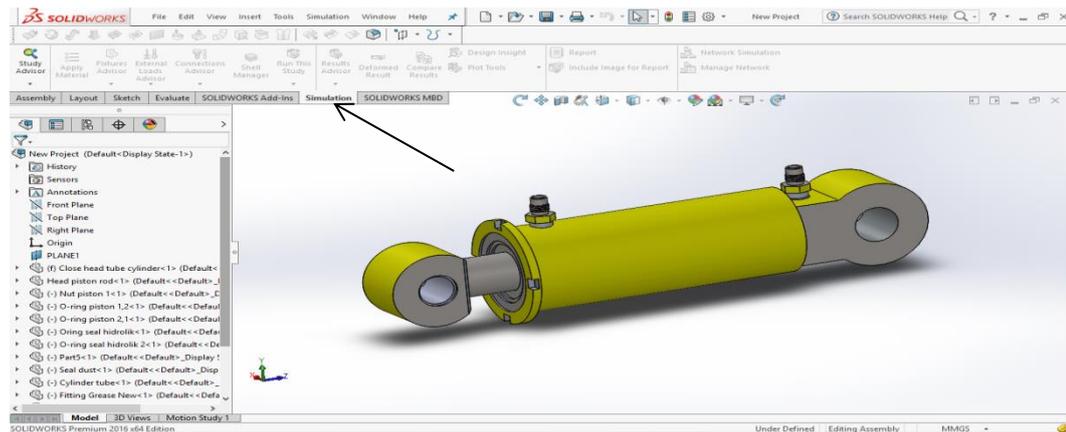
Gambar 3.5 Hasil Proses *Meshing* Pada *Software Solidworks*

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Gambar *Cylinder Hidrolik*

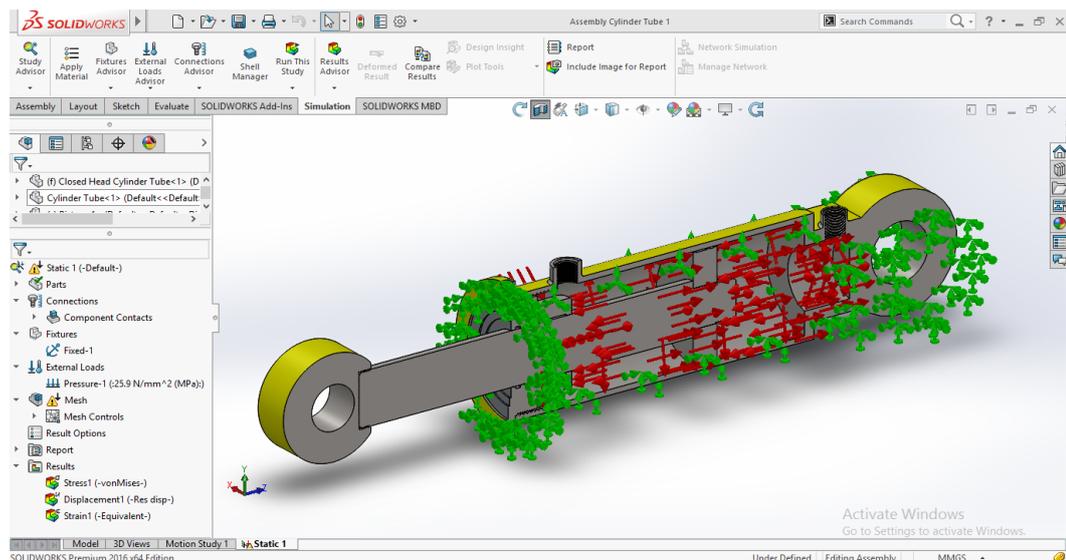
#### 4.1.1 Hasil gambar *Cylinder Hidrolik* pada *Software Solidworks 2016*

Hasil perancangan gambar setelah di gabungkan semua komponen seperti pada gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Hasil gambar *Cylinder Hidrolik*

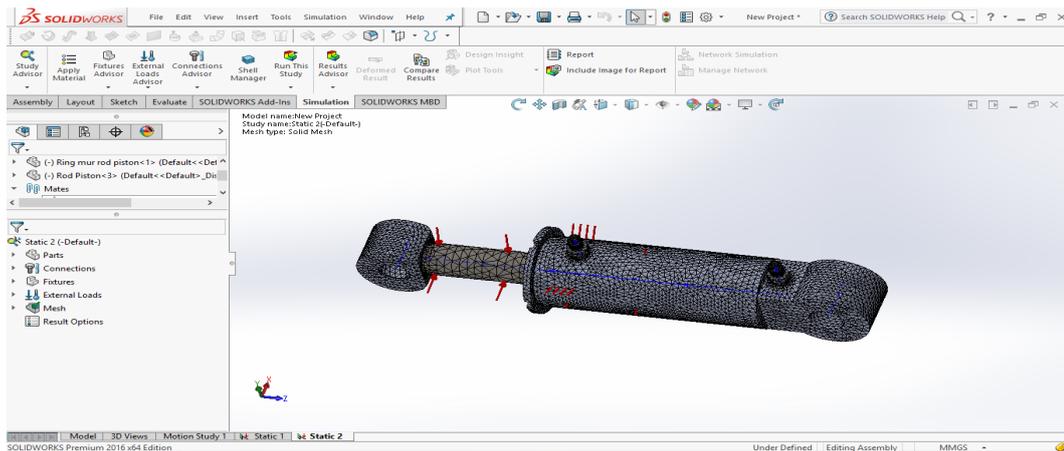
Sebelum melakukan prosedur simulasi sebaiknya dilakukan proses pemilihan perintah pada toolbar manager dengan ketentuan yang sudah ditentukan dan daya tekan yang sudah disesuaikan dengan kekuatan material tersebut seperti yang sudah di perlihatkan pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Prosedur Simulasi

## 4.2 Proses Meshing

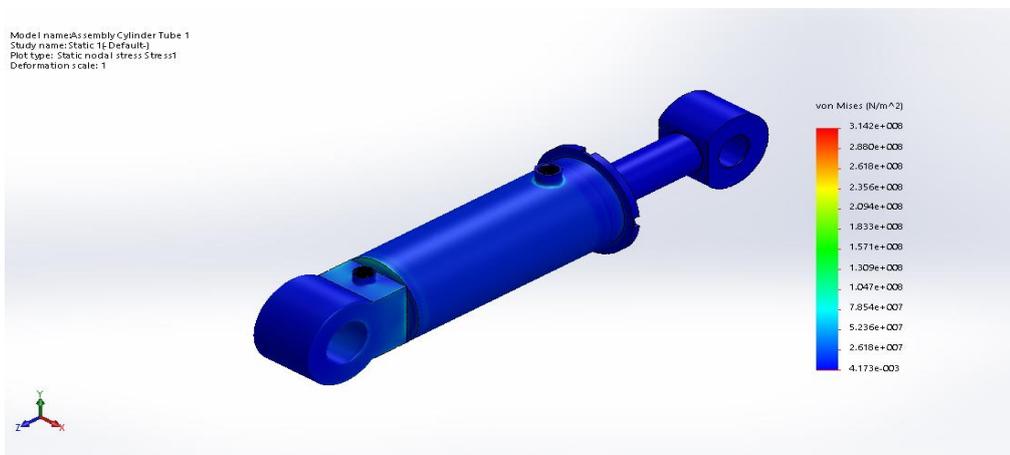
Sebelum melakukan prosedur simulasi dilakukan proses *meshing* terlebih dahulu. Proses *meshing* merupakan bagian integral dari simulasi rekayasa di bantu proses komputer. *Meshing* mempengaruhi akurasi, kecepatan *konvergensi* dari solusi. Hasil dari proses *meshing* akan diperlihatkan pada gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Hasil Proses Meshing

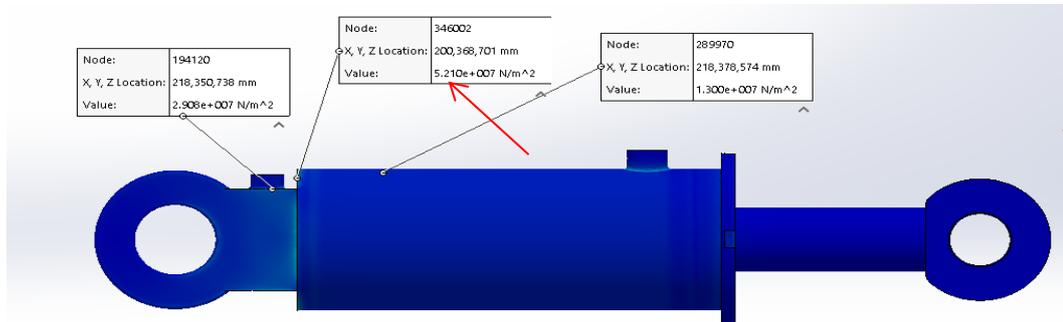
## 4.3 Proses Stress (Tegangan) Pada Silinder Hidrolik

Pada proses ini kita dapat melihat hasil dari simulasi yang terjadi akibat tekanan yang ada didalam tabung dengan beban *maximal* yang dapat diterima pada proses *Von Mises* sebesar  $3.142e+008 \text{ N/m}^2$  seperti yang di perlihatkan pada gambar 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.4. Hasil dari Proses Simulasi Mencari Hasil Tegangan

Pada proses ini hasil simulasi yang berhasil di kerjakan mendapatkan hasil maksimalnya sebesar  $5.210e+007$  seperti yang di tunjuk anak panah pada gambar 4.5 dibawah ini



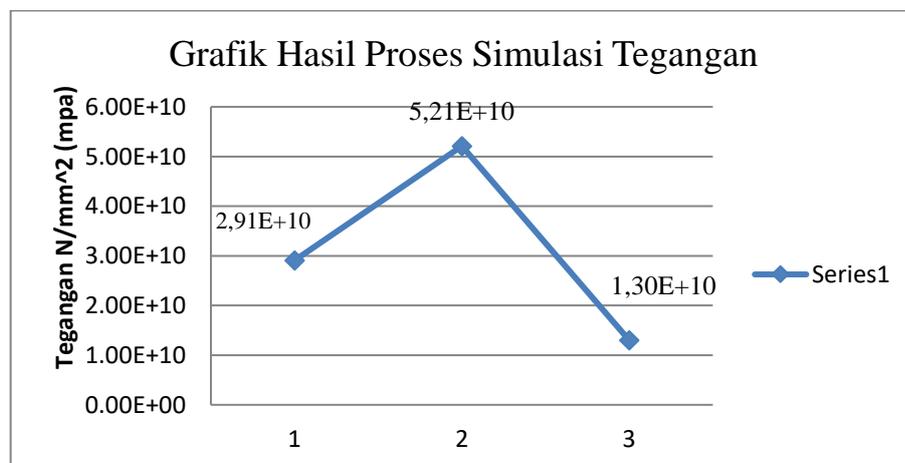
Gambar 4.5 Hasil Proses Tegangan Pada Silinder Hidrolik

Tabel 4.1 Hasil Proses Simulasi Tegangan

| No | Tegangan                    |
|----|-----------------------------|
| 1  | 2.908e+007 N/m <sup>2</sup> |
| 2  | 5.210e+007 N/m <sup>2</sup> |
| 3  | 1.300e+007 N/m <sup>2</sup> |

#### 4.3.1 Grafik hasil Proses Simulasi Tegangan

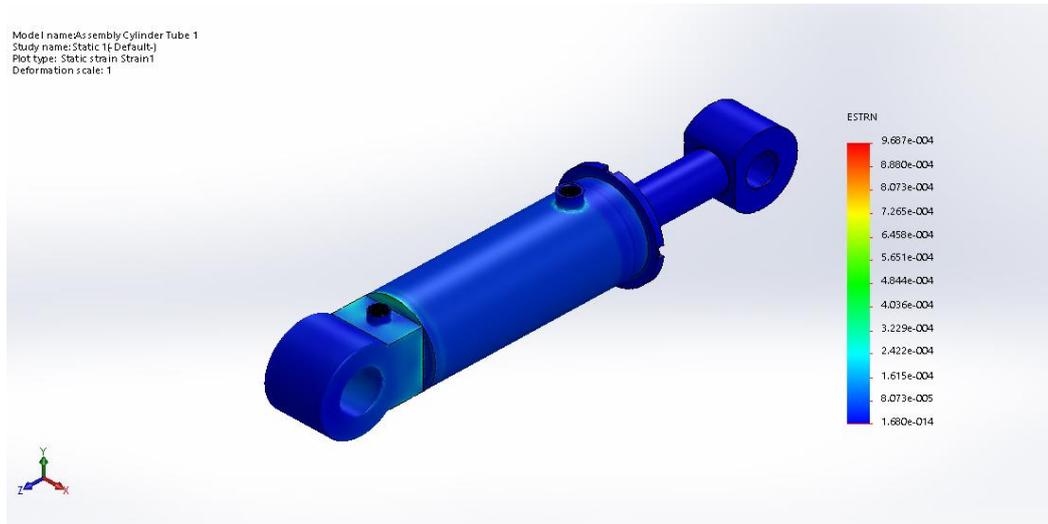
Hasil dari proses simulasi regangan pada bagian atas tabung silinder sebesar  $2.91e+10$  pada bagian ujung tabung silinder sebesar  $5.21e+10$  dan pada diameter keseluruhan tabung silinder sebesar  $1.3e+10$  seperti terlihat pada gambar 4.6 di bawah ini



Gambar 4.6 Grafik Hasil Simulasi Tegangan

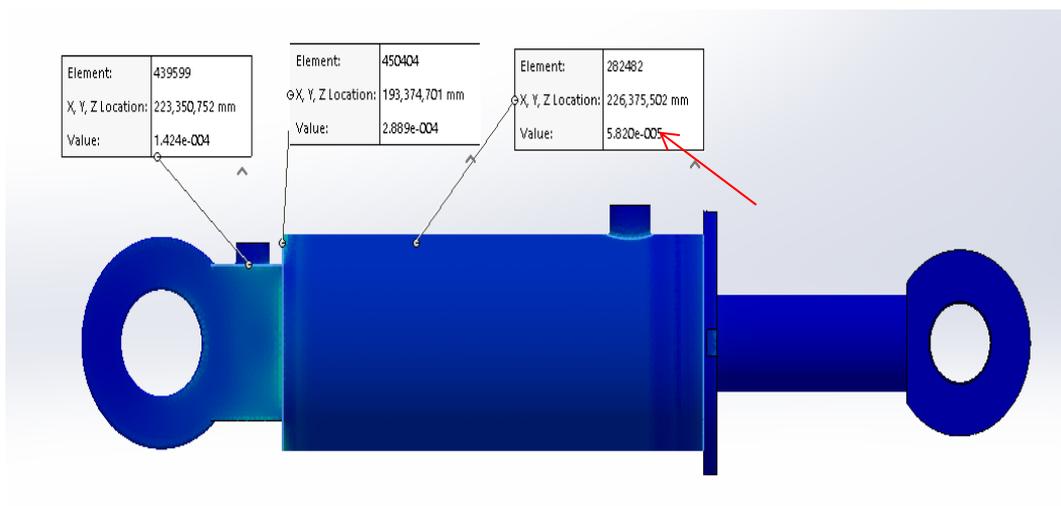
#### 4.4 Proses Strain (Regangan) Pada Silinder Hidrolik

Proses strain (tegangan) merupakan proses yang terjadi akibat gesekan didalam tabung cylinder tube selama beberapa waktu dan beban maksimalnya yang dapat di peroleh dari hasil ESTRN sebesar  $9.687e-004$  seperti yang di perlihatkan pada gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7. Hasil dari Proses Simulasi Mencari Regangan Maximal

Pada proses ini hasil simulasi yang berhasil di kerjakan mendapatkan hasil maksimalnya sebesar  $5.820e-005$  seperti yang ditunjuk anak panah pada gambar 4.8 dibawah ini



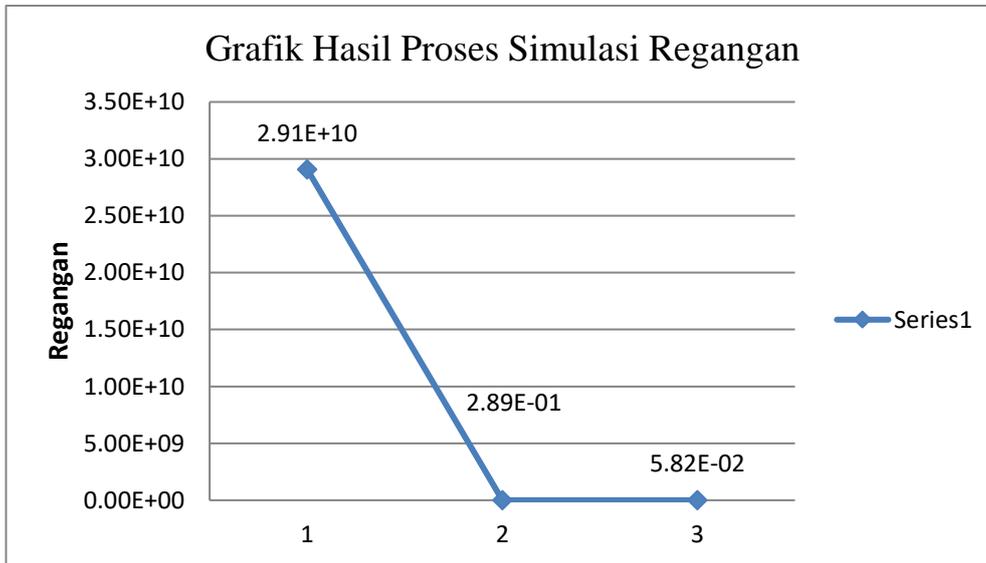
Gambar 4.8 Hasil Proses Simulasi Regangan

Tabel 4.2 Hasil Proses Simulasi Regangan

| No | Regangan   |
|----|------------|
| 1  | 1.424e-004 |
| 2  | 2.889-004  |
| 3  | 5.820e-005 |

#### 4.4.1 Grafik dari Hasil Proses Simulasi Regangan

Hasil dari proses simulasi regangan pada bagian tabung silinder sebesar  $2.91e+10$  pada bagian ujung tabung silinder sebesar  $2.89e-01$  dan pada diameter keseluruhan tabung silinder sebesar  $5.82e-02$  seperti terlihat pada gambar 4.9 di bawah ini.



Gambar 4.9 Grafik Hasil Simulasi Regangan

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini Silinder Hidrolik dengan melakukan proses simulasi pada software *Solidworks* dengan mencari tegangan dan regangan memperoleh hasil sebagai berikut:

Hasil Simulasi dari Cylinder Tube:

**A.** Hasil dari proses simulasi untuk mencari nilai Tegangan Tabung

Silinder Hirolik sebesar :

1. Hasil dari proses tegangan 1 sebesar =  $2.908e+007 \text{ N/m}^2$
2. Hasil dari proses tegangan 2 sebesar =  $5.210e+007 \text{ N/m}^2$
3. Hasil dari proses tegangan 3 sebesar =  $1.300e+007 \text{ N/m}^2$

**B.** Hasil dari perbandingan untuk mencari nilai Regangan pada Tabung

Silinder Hidrolik sebesar :

1. Hasil dari proses regangan 1 sebesar =  $1.424e-004$
2. Hasil dari proses regangan 2 sebesar =  $2.889e-004$
3. Hasil dari proses regangan 3 sebesar =  $5.820e-005$

## **5.2 Saran**

1. Penulis menyarankan untuk mempelajari komponen-komponen yang ada dalam software solidworks agar dapat di mengerti apa apa saja yang mau di kerjakan pada saat proses mendesign komponen tersebut.
2. Agar para penerus dapat lebih memberikan pengetahuan lebih tentang apa saja yang terbaik untuk kedepannya.
3. Diharapkan agar melengkapi peralatan yang cukup untuk melakukan proses penelitian baik dari komputer maupun dari alat uji lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

Dr. Prabuono Buyung Kosasih. Wollongong, Australia, 2012, Teori dan Penerapan Metode Elemen Hingga.

Komponen alat berat 2017. Jenis-jenis Silinder Hidrolik,

<https://komponenalat-berat.blogspot.com/2017/08/selinder-hidrolik.html#>

RA Nugraha - 2014. Wheel Loader Pengertian dan Jenis-jenis Dari Loader (Shop Manual Wheel Loader, 2000).

Sejarah Sistem Hidrolik dan Pengertian dari Sistem Hidrolik Pada Alat Berat  
<http://eprints.polsri.ac.id/246/3/BAB%20II.pdf>.

Soesanto, Aktuator Linier 13th November 2014. Macam-macam Komponen dan Pengertian Yang ada dalam Cylinder Hidrolik.

Teknik Mekatronika Smk Negri 7 Semarang. Pengertian Sistem Hidrolik Jln Simpang Lima Semarang.

<https://komponenalat-berat.blogspot.com/2017/08/selinder-hidrolik.html>

<http://eprints.polsri.ac.id/246/3/BAB%20II.pdf>

<https://mekatronikasmkn7smg.wordpress.com/pengertian-sistem-hidrolik/>

<https://artikel-teknologi.com/komponen-silinder-hidrolik/>

<http://blandong.com/aktuator-linear/>