

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISA NUMERIK PENGARUH SUDUT TERHADAP DISTRIBUSI TEGANGAN PADA EXCAVATOR BUCKET TEETH**

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

Disusun Oleh:

**ZULKIFLI**

**1407230114**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Zulkifli  
NPM : 14072300114  
Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Analisa Numerik Pengaruh Sudut Terhadap Distribusi Tegangan  
Pada Excavator Bucket Teeth  
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



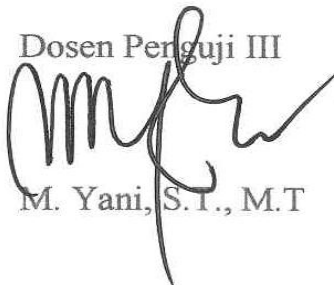
Ahmad Marabdi Siregar.ST.,M.T

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,



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Zulkifli  
Tempat /Tanggal Lahir : Belawan 16 Juni 1996  
NPM : 1407230114  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

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

**“Analisa Analisa Numerik Pengaruh Sudut Terhadap Distribusi Tegangan Pada Excavator Bucket Teeth.”,**

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 Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 19 Juli 2019



Saya yang menyatakan,

  
Zulkifli

## ABSTRAK

Excavator sering digunakan dalam kegiatan pertambangan maupun konstruksi. Alat berat yang lebih dikenal dengan nama backhoe ini merupakan mesin penggali yang biasanya digunakan untuk mengeruk bahan tambang, menggali tanah, meratakan tanah, mengeruk sungai, membongkar jalan atau merobohkan bangunan. Pada excavator terdapat komponen yang sering mengalami pergantian yaitu bucket teeth. Pergantian pada bucket teeth dilakukan karena habis masa pemakaian dan juga sering mengalami kegagalan seperti aus, bengkok, retak serta patah saat digunakan. Untuk mencegah terjadinya kegagalan tersebut perlu dilakukan analisa struktur pada bucket teeth. Analisa yang dilakukan adalah untuk mencari distribusi tegangan pada bucket teeth akibat pengaruh rake angle pada saat penggalian. Dalam proses menganalisa menggunakan software Autocad dapat dibuat perhitungan yang selanjutnya dibuat simulasi dengan menggunakan software Ansys. Besarnya gaya penetrasi tertinggi pada saat proses penggalian adalah 4074.539 N yang diperoleh dari hasil perhitungan. Sementara itu besarnya gaya resistif berbanding lurus dengan naiknya rake angle untuk masing-masing bucket teeth. Dari hasil simulasi terlihat bahwa semakin tinggi kenaikan rake angle semakin menunjukkan tingkat bahaya terhadap bucket teeth. Untuk pembebanan gaya pada rake angle dari hasil perhitungan dan hasil simulasi menunjukkan nilai yang tinggi pada sudut  $90^{\circ}$  yang berakibat pada gambar simulasi terjadi kelengkungan yang lebih besar.

**Kata Kunci:** Sudut *rake angle*, gaya dan simulasi *bucket teeth*

## ABSTRACT

*Excavators are often used in mining and construction activities. This heavy equipment, better known as the backhoe, is a digging machine that is usually used to dredge mining materials, dig soil, flatten land, dredge rivers, dismantle roads or tear down buildings. On the excavator there are components that often experience changes, namely bucket teeth. The change in bucket teeth is done because it has expired and also often fails, such as wear, bending, cracking and breaking when used. To prevent this failure, a structural analysis of bucket teeth is needed. The analysis is to find the stress distribution on bucket teeth due to the effect of rake angle at the time of excavation. In peruses analyzing using Autocad software, calculations can be made which are then simulated using Ansys software. The highest penetration force during the excavation process is 4074,539 N obtained from the calculation results. Meanwhile the magnitude of the resistive force is directly proportional to the rise of angel rake for each of the teeth buckets. From the simulation results it can be seen that the higher the angel rake increase the more the level of danger against bucket teeth shows. To load the force on the rake angel from the results of calculations and simulation results show a high value at an angle of  $90^0$  which results in a larger image of curvature*

*Keywords: Angel rake angle, style and bucket teeth 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 Pengaruh Sudut Terhadap Distribusi Tegangan Pada Excavator Bucket Teeth”. 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 Sumatrautara.

8. Orang tua penulis: Muhammad Taufik dan Krismalena Sembiring, 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 dan selalu memberikan support kepada penulis dukungan serta doanya.

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, 22 Juli 2019

ZULKIFLI

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang lingkup	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	4
2.1. Excavator	4
2.1.1. Pengertian Excavator	4
2.1.2. Komponen - Komponen Utama Excavator	9
2.2. Jenis – Jenis Bucket Excavator	13
2.3. Bentuk Standart Bucket Teeth	16
2.4. Bucket Teeth Material Spesifikasi	17
2.5. Bucket Teeth Excavator	18
2.5.1. Jenis – Jenis Teeth Bucket Excavator	19
2.6. Persamaan Earthmoving Mendasar	20
2.6.1. Penetration Force	21
2.6.2. Gaya Resistif	22
2.7. Mathematical Model	24
2.8. Metode Element Hingga	24
2.8.1. Geometri Element	25
2.9. Factor – Factor Yang Bias Mempengaruhi Proses Produksi Bucket Teeth Excavator	26
<b>BAB 3 METODOLOGI</b>	<b>28</b>
3.1. Tempat Dan Waktu	28
3.2. Bahan, Peralatan Dan Metode	28
3.2.1. Bahan dan alat-alat	28
3.3. Teknik Pengumpulan Data	31
3.4. Prosedur Penelitian	31
3.5. Diagram Alir Penelitian	32
3.6. Material bucket teeth	33
3.7. Software Autocad	33
3.8. Software Ansys 15	34



3.8.1. Pembuatan model geometrid an mesh	34
3.8.2. Penguncian model dan pemberian beban (gaya)	36
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>37</b>
4.1. Hitungan	37
4.1.1. Spesifikasi matrial bucket teeth	37
4.2. Analisa menggunakan software autocrd dan ASYS	40
4.3. Proses analisa simulasi	41
4.4. Penguncian model dan pemberian beban (Gaya)	43
4.5. Hasil simulasi sudut $15^0$ , $30^0$ , $45^0$ , $60^0$ , dan $90^0$	47
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>50</b>
5.1. Kesimpulan	50
5.2. Saran	50
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>LEMBAR ASISTENSI</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Table 1. Dimensi Standard <i>Bucket Teeth Excavator</i>	17
Table 2. Some <i>Type Of Finite Element In Structural Analysis</i>	25
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	28
Tabel 4.1 Dimensi bucket teeth	38
Tabel 4.2 ukuran <i>Bucket Teeth</i>	39
Tabel 4.3 uraian gaya resestif berdsarkan sudut bucket teeth	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Excavator hitachi ex200	4
Gambar 2.2	Rangkaian hidrolik travel motor	7
Gambar 2.3	Bucket excavator	9
Gambar 2.4	Silinder bucket	9
Gambar 2.5	Arm excavator	10
Gambar 2.6	Arm silinder	10
Gambar 2.7	Boom excavator	11
Gambar 2.8	Cylinder boom	11
Gambar 2.9	Cabin	12
Gambar 2.10	Track frame	12
Gambar 2.11	Engine/pumo	13
Gambar 2.12	Bucket standrt excavator	13
Gambar 2.13	Ripper bucket	14
Gambar 2.14	Trapezoid bucket	14
Gambar 2.15	Slope finis	15
Gambar 2.16	Ditchcleaning	15
Gambar 2.17	<i>Three shank ripper</i>	16
Gambar 2.18	Scrap grapple	16
Gambar 2.19	Dimendi standart bucket teeth excavator	17
Gambar 2.20	Bucket teeth excavator	18
Gambar 2.21	bucket teeth standart long	19
Gambar 2.22	Bucket teeth plat penetrator(SYL)	19
Gambar 2.23	Bucket teeth rock chisel	20
Gambar 2.24	Bucket teeth tigher lon	20
Gambar 2.25	perhitungan gaya pengalihan maksimum	21
Gambar 2.26	Resistive force modeling (McKyes,1985)	23
Gambar 3.1	Excavator ex 200 merek hitachi	28
Gambar 3.2	Bucket teeth	29
Gambar 3.3	laptop	30
Gambar 3.4	jangka sorong	31
Gambar 3.5	Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 3.6	<i>Bucket Teeth</i> Hitachi EX 200	33
Gambar 3.7	<i>Bucket teeth</i> dengan software Autocad	34
Gambar 3.8	<i>Bucket teeth</i> pada software Ansys	35
Gambar 3.9	Proses meshing pada benda kerja	35
Gambar 3.10	Pernguncian model	36
Gambar 3.11	Daerah pembebanan gaya(merah)	36
Gambar 4.1	Uraian gaya	38
Gambar 4.2	garfik perbedaan sudut bucket teeth $F_x$ (N)	39
Gambar 4.3	garfik perbedaan sudut bucket teeth $F_y$ (N)	40
Gambar 4.4	<i>Bucket teeth</i> dengan software Autocad	40
Gambar 4.5	Hasil Impor Gambar Belum Muncul Karena Belum Digenerate	41
Gambar 4.7	Hasil Generate Gambar	42

Gambar 4.8	Memunculkan Gambar untuk Di Mesh	42
Gambar 4.9	Melaksanakan Mesh Pada Gambar	42
Gambar 4.10	Pemberian Kunci pada Ujung Rod	43
Gambar 4.11	Hasil Penguncian pada Ujung Rod	44
Gambar 4.12	Langkah Pemberian Beban pada Ujung Rod	44
Gambar 4.13	Pemberian Beban pada Ujung Rod	45
Gambar 4.14	Peyelesaian Dengan Deformasi Total	46
Gambar 4.15	Peyelesaian Dengan Deformasi Total	46
Gambar 4.16	Hasil Eksekusi Simulasi Akhir Dengan Total Deformasi	47
Gambar 4.17	Simulasi Rake Angel Sudut $15^{\circ}$ , $30^{\circ}$ , $45^{\circ}$ $60^{\circ}$ Dan $90^{\circ}$	49

## DAFTAR NOTASI

<i>Width of the tool</i>	w
<i>Rake angle</i>	$\alpha$
<i>Angle of the internal shearing resistance</i>	$\phi$
<i>Soil to metal friction angle</i>	$\delta$
<i>Angle of the soil failure wedge</i>	$\beta$
<i>Bulk density</i>	$\gamma$
<i>Acceleration due to the Earth gravity</i>	g
<i>Soil cohesion</i>	c
<i>Depth of the operating tool</i>	d
<i>Soil surcharge pressure</i>	q
<i>Soil to metal adhesion</i>	ca
<i>Length of the tool</i>	L
<i>At rest Earth coefficient</i>	$K_0$
<i>Vertical acceleration</i>	$a_v$
<i>Horizontal acceleration</i>	$a_h$
<i>Weight of the tool</i>	Wb

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Sekarang ini sudah banyak kemajuan yang telah dicapai dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi seiring dengan perkembangan jaman yang didukung oleh sumber daya manusia yang semakin tinggi tingkat kecerdasannya. Sudah disadari sepenuhnya berkembang ilmu pengetahuan dituntut karena semakin maraknya persaingan dan kebutuhan masyarakat yang semakin kompleks. Oleh karena itu pakar ilmu pengetahuan mencoba membuat dan mencari sebuah metode baru untuk memenuhi hal tersebut, sementara kalangan praktisi pendidikan juga melakukan hal yang sama agar bisa menambah wacana dan suasana baru dalam bidang pendidikan yang semakin dibutuhkan oleh pasar.

Dalam hal ini teknologi misalnya kemajuan dapat dilihat dari banyaknya kegiatan yang dulu dikerjakan oleh tenaga manusia ataupun hewan, sekarang mulai berpindah kearah pemanfaatan tenaga yang di hasilkan oleh mesin-mesin yang tentu saja ini dapat menambah afisiensi dalam pekerjaan.

Perkembangan jaman yang semakin pesat seiring dengan semakin kompleknya kebutuhan manusia mendorong manusia untuk menciptakan alat bantu Yang semakin canggih yang dapat meringankan proses kerja, mengurangi waktu kerja dalam pembangunan sebuah proyek-proyek besar misalnya seperti : pembangunan jalan tol, gedung-gedung pencakar langit, jembatan layang, perambangan dan lain-lain, oleh Karena itu diperlukan sebuah alat yang memiliki kemampuan untuk dapat melakukan pekerjaan berat seperti pengalihan tanah pengangkutan tanah dan lain-lain, dengan waktu yang semakin efisien.

Dan Salah satu jenis alat yang di gunakan untuk penggalian adalah alat berat *Excavator* ,alat berat *Excavator* adalah suatu peralatan konstruksi alat berat yang memiliki fungsi untuk melakukan pekerjaan berat seperti melakukan penggalian tanah serta mengangkut barang dan lain-lain, dalam peroses penggalian pasti ada bagian yang rusak, aus, di karenakan pada saat penggalian tanah, pengumpulan tanah, dan pengangkutan tanah pada saat alat berat (*Excavator*) sedang bekerja. Oleh sebab itu Disini penulis akan meneliti tentang kemungkinan kegagalan yang akan dialami *bucket teethexcavator* atau yang di artikan cakar

(kuku) *Excavator* yang mengalami keausan atau kerusakan yang bisa mengakibatkan kegagalan pada saat proses penggalian.

Bentuk bucket teeth dan komposisi material *bucket teeth* yang tidak sesuai akan menyebabkan proses penggalian buruk, selain itu juga menyebabkan keausan yang tinggi pada *bucket teeth* (Shaikh dan mulla,2015(8)).

Bucket teeth memiliki dua karakteristik yang penting yaitu performa maksimal dan umur keausan. Performa yang maksimal dipengaruhi oleh desain dari bucket teeth sedangkan umur keausan dipengaruhi kekuatan material *bucket teeth*, untuk kekuatan *bucket teeth* didapat dari panduan komposisi material dan juga perlakuan pada proses pembuatan (John Deere,2002.(4)).

Pada proses penelitian ini, analisa yang digunakan adalah menggunakan metode elemen hingga, metode elemen hingga atau *Finite Element Method* (FEM) adalah prosedur numeris yang dapat menyelesaikan masalah-masalah dalam bidang rekayasa (*Engineering*), Metode ini digunakan pada masalah-masalah rekayasa dimana *exact solution* atau *analytical solution* tidak dapat menyelesaikannya. Inti dari metode elemen hingga adalah membagi suatu benda yang akan di analisa, menjadi beberapa bagian dengan jumlah hingga (*Finitie*).bagian-bagian ini disebut elemen yang tiap elemen satu dengan elemen lainnya dihubungkan dengan titik nodal (node), kemudian dibangun persamaan matematikanya yang menjadi representasi benda tersebut (Zienkiewicz dkk., 2005(12)).

Dengan demikian peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Analisis Numerik Pengaruh Sudut Terhadap Distribusi Tegangan Pada Excavator Bucket Teeth”**

1.2 Rumusan Masalah.

Permasalahan Utama Pada Penelitian Ini Adalah :

1. Bagaimana Menganalisa pengaruh sudut terhadap distribusi tegangan *bucket teeth excavator* Hitachi Ex-200 ?
2. Bagaimana Menganalisa hasil pengaruh sudut distribusi tegangan, pada saat proses penggalian *bucket teeth excavator* .

### 1.3 Ruang lingkup.

Permasalahan Pada Penelitian Ini Dibatasi Pada :

1. Menganalisa pengaruh sudut terhadap distribusi tegangan *bucket teeth excavator*.
2. Metode analisa Simulasi dengan *software AISYS*.
3. Mendisain *bucket teeth excavator* dengan menggunakan Aplikasi *AISYS* dan Aplikasi *Autocad*.
4. Tidak menganalisa material bucket teeth.
5. Jenis/tipe : Excavator Ex-200

### 1.4 Tujuan Penelitian.

Adapun Tujuan Penulisan Penelitian Tugas Akhir Ini Adalah :

1. Untuk menganalisa pengaruh sudut terhadap distribusi tegangan *bucket teeth excavator* pada saat proses penggalian.
2. Untuk menganalisa kegagalan bucket teeth pada saat proses penggalian yang diakibatkan adanya pengaruh distribusi tegangan.

### 1.5 Manfaat.

Adapun Manfaat Dari Penyusunan Tugas Sarjana Ini Adalah :

1. Dapat bermanfaat sebagai bahan referensi untuk penulisan Tugas akhir di bidang alat berat di bagian bucket teeth excavator.
2. Dengan menganalisa bucket teeth kita dapat mengetahui batasan masalah penggunaan bucket teeth.
3. Dapat Mengetahui distribusi tegangan pada bucket teeth excavator pada saat proses penggalian.



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Excavator

##### 2.1.1 Pengertian Excavator

Excavator adalah peralatan kontruksi alat berat yang digunakan untuk Menggali dan Menggangkut (*loading and unloading*) matrial berupa (tanah, batu bara, pasir, dan lain-lainnya). Excavator ini biasa di gunakan di pekerjaan berat seperti pertambangan, pembuatan jalan, pembuatan konstruksi baguanan dan pekerjaan berat lainnya, dalam prorses pengerjaan ini excavator mempunyai koponen bucket teeth (kuku bucket) untuk mempermudah proses pengerjaannya.



Gambar 2.1 Excavator *Hitachi Ex200*

Tujuannya adalah membantu dalam melakukan pekerjaan yang sulit agar menjadi lebih ringan dan dapat mempercepat waktu pekerjaan sehingga dapat menghemat waktu, excavator banyak di gunakan untuk :

1. Menggali parit, lubang dan pondasi
2. Menghancurkan gedung
3. Meratakan permukaan tanah
4. Mengangkat dan memindahkan material
5. Pertambangan
6. Dan pekerjaan berat lainnya

Excavators terdiri dari dua tipe yaitu excavator dengan roda dari ban biasa digunakan untuk jalanan padat dan rata disebut Wheel Excavator dan ada yang mempunyai roda dari rantai besi / track yang dioperasikan di jalanan yang tidak padat atau mendaki . Excavators jenis ini disebut juga Crawler Excavators.

Tenaga penggerak utama Hydraulic Excavator adalah mesin diesel yang merubah energi mekanik menjadi energi hidraulik melalui tekanan pompa yang kemudian didistribusikan ke silinder hidraulik untuk menghasilkan gerakan tertentu. Sedangkan motor listrik berfungsi untuk menstarter dan menyuplai energi komponen-komponen elektrik seperti dinamo, lampu, alat-alat ukur dan sebagainya.

Secara umum konstruksi Hydraulic Excavator terdiri dari 2 bagian yaitu attachment dan Base Machine. Attachment terdiri dari:

1. Boom adalah attachment yang menghubungkan base frame ke arm dengan panjang tertentu untuk menjangkau jarak loading/unloading.
2. Arm adalah attachment yang menghubungkan boom ke Bucket.
3. Bucket adalah attachment yang berhubungan langsung dengan material pada saat loading.

Base Machine terdiri dari:

1. Base Frame adalah bagian yang terdiri dari cabin, mesin, counter weight dan komponenlainnya diatas revo frame.
2. Track Frame adalah komponen yang terdiri dari center frame dan crawler frame yang menjadi tumpuan operasional Hydraulic Excavator.
3. Track Shoe adalah komponen yang berfungsi seperti roda pada kendaraan, untuk menggerakkan Hydraulic Excavator.

Mekanisme kerja pada Hydraulic Excavator yang digerakkan secara hydraulic adalah:

Mesin Diesel memutar pompa yang kemudian mengalirkan fluida hydraulic dari tangki ke dalam sistem dan kembali lagi ke tangki. Komponen-komponen yang mendapat distribusi fluida hydraulic dan pompa adalah Bucket Cylinder, Arm Cylinder, Boom Cylinder, Swing Motor dan Travel Motor untuk menghasilkan suatu kondisi kerja tertentu,

Dan Jenis gerakan Hydraulic Excavator terdiri atas 6 gerakan, cara kerjanya adalah sbb:

1. Swing

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

2. Traveling Left Shoe

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

3. Traveling Right Shoe

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

4. Boom (Raise-Down)

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

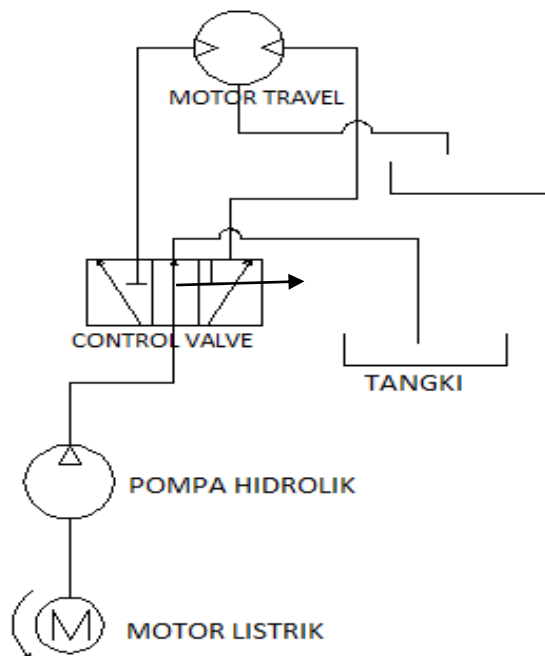
## 5. Arm (In-Out)

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

## 6. Bucket (Crawl-Dump)

Pergerakan Bucket dilakukan oleh *Bucket Cylinder*. Sistem gerakan ini diatur oleh pergerakan katup *Bucket Crawl* dan katup *Bucket Dump*. Bucket akan melakukan gerakan mengangkat (dump) jika katup Bucket dump terbuka sedangkan katup Bucket Crawl tertutup. Pada saat itu, fluida akan mengalir dari katup Bucket dump dan menekan piston *Bucket Cylinder*. Sedangkan gerakan Bucket menekuk (crawl) kondisi katup *bucket crawl* dan katup bucket dump adalah sebaliknya. (<https://komponenalat-berat.blogspot.com/2017/08/sistem-dan-cara-kerja-excavator-hidrolik.html>.)

Keterangan :



Gambar 2.2 Rangkain hidrolik travel motor

Pada dasarnya setiap jenis, merk dan model masing-masing alat berat memiliki fitur dan controlnya yang berbeda, semakin banyak fiturnya dan kegunaan yang dipakai dalam alat tersebut, semakin banyak fitur dan kegunaan yang dipakai dalam alat tersebut, maka semakin banyak pula tombol tuas kontrol, tombol dan alat control lainnya yang memang perlu dikuasai operator alat berat ini, pada umumnya dasar-dasar untuk proses pengoperasiannya sama dan dibawah ini ada system kerja dasar control yang terdapat pada excavator tipe 200:

1. Tuas/panel di sebelah kanan : untuk menggerakkan bucket dan boom.
  - Jika tuas didorong kedepan maka akan menurunkan boom.
  - Jika tuas ditarik ke belakang maka akan menaikkan boom.
  - Jika tuas digeser ke kiri maka akan menutup bucket.
  - Jika tuas di geser ke kanan maka akan membuka bucket teeth.
2. Tuas /panel di sebelah kiri: untuk mengoperasikan arah kabin dan arm.
  - Jika tuas didorong ke depan maka akan menurunkan arm.
  - Jika tuas ditarik ke belakang maka akan menaikkan arm.
  - Jika tuas digeser ke kiri maka menggeser kabin ke kiri.
  - Jika tuas digeser ke kanan maka akan menggeser kabin ke kanan.
3. Lock /shut-off lever (biasanya berada dipaling kiri): untuk mengunci panel excavator.
  - Jika tuas di tarik ke atas maka akan mengunci seluruh kegiatan excavator
  - Jika tuas di dorong kebawah maka excavator dapat dioperasikan kembali
4. Tuas /pedal track kiri dan kanan (berada di depan) maka excavator akan maju/mundur dan belok track excavator.
  - Jika kedua tuas ditarik bersamaan ke belakang maka excavator akan maju
  - Jika kedua tuas ditarik bersamaan kedepan maka excavator akan mundur
  - Jika tuas kanan ditarik bersamaan ke belakang maka excavator akan belok ke kiri.
  - Jika tuas kiri ditarik ke belakang maka excavator akan belok ke kanan

### 2.1.2 Komponen - Komponen Utama Excavator

Bagian utama excavator ini memiliki fungsi dan bentuknya masing - masing, agar mampu melawati medan pekerjaan apapun.

#### 1. Bucket

Bucket adalah keranjang yang berfungsi untuk menunjang fungsi utama excavator untuk menggali tanah, bentuk bucket ini seperti keranjang dan di ujung bucket terdapat beberapa kuku-kuku yang mempermudah proses penggalian tanah.



Gambar 2.3 Bucket Excavator

#### 2. Silinder bucket

Silinder bucket fungsinya untuk menggerakkan bucket naik dan turun.



Gambar 2.4 Silinder bucket

### 3. Arm

Arm atau lengan excavator berfungsi untuk mengayunkan bucket lebih jauh berkan adanya lengan ini jarak ayun bucket bisa lebih jauh sehingga mampu menunjang fungsinya lebih luas, selain itu sabagai pengayun,arm ini juga dapat juga dijadikan tempat peletakan bucket silinder.



Gambar 2.5 Arm excavator

### 4. Arm silinder

Arm silinder adalah aktuatur hidrolik berbentuk tabung yang terletak pada arm yang terletak pada boom excavator, untuk menggerakan.



Gambar 2.6 Arm silinder

## 5. Boom

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



Gambar 2.7 Boom excavator

## 6. Cylinder boom

Cylinder boom merupakan actuator hidrolik yang terdapat pada boom fungsinya untuk menggerakkan naik turun . silinder ini sama seperti arm silinder namun beban yang di angkat bom cylinder lebih berat disbanding arm silinder.



Gambar 2.8 Cylinder boom

## 7. Cabin

Cabin adalah ruangan pengoprasian excavator, sebagai tempat mengendalikan excavator.





Gambar 2.9 Cabin

#### 8. Track frame

Track frame adalah kaki excvato, kaki excavator tidak terbuatdari ban seperti kendaraan umunya, kaki excavator ini terbuat dari rantai besi,ini di buat agar excavator mampu bergerak pada medan yang berat dan curam.



Gambar 2.10 Track frame

#### 9. Engine/pumo

Room Ini terletak di belakang body excavator, digunakan untuk meletakknan mesin dan perangkat pompayang di gunakan sebagai penggerak excavator



Gambar 2.11 Engine/pumo

## 2.2 Jenis - Jenis Bucket Excavator

Karena adanya perbedaan kebutuhan dalam pemakaian excavator di suatu bidang industri, sehingga excavator dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan kegunaan bucket tersebut.

- a) *Standart bucket* : adalah jenis bucket teeth yang sering digunakan karna *flexible* untuk di beberapa kondisi pekerjaan .



Gambar 2.12 Bucket standart

- b) *Ripper bucket* : bucket jenis ini digunakan untuk menggali lapisan bebatuan dan tanah liat yang keras , bucket ini mempunyai penetrasi cukup dalam .



Gambar 2.13 Ripper bucket

- c) *Trapezoid bucket* : digunakan untuk pekerjaan pembuatan irigasi atau kanal.



Gambar 2.14 Trapezoid bucket

- d) *Slope finishing bucket* : digunakan untuk meratakan permukaan tanah karena memiliki bidang yang datar dan lebar , biasa untuk meratakan jalan ,kanal , sisi lereng sungai dan lain-lain.



Gambar 2.15 Slope finishing

- e) *Ditch cleaning bucket* : untuk membersihkan sungai atau menggaruk lumpur di dasar sungai, bucket ini mempunyai beberapa lubang untuk keluarnya air.



Gambar 2.16 Ditch cleaning bucket

- f) *Three shank ripper* : alat yang efisien untuk untuk menggali batuan padalereng, menghancurkan dan mengangkat pondasi beton, dan juga untuk mencabut akar batang pohon.



Gambar 2.17 *Three shank ripper*

- g) *Scrap grapple* : untuk mengangkat dan memindahkan material dengan bentuk yang tidak beraturan. Memiliki 4 buah cakar yang dapat membuka dan menutup dengan silinder dan hidrolik masing-masing.



Gambar 2.18 *Scrap grapple*

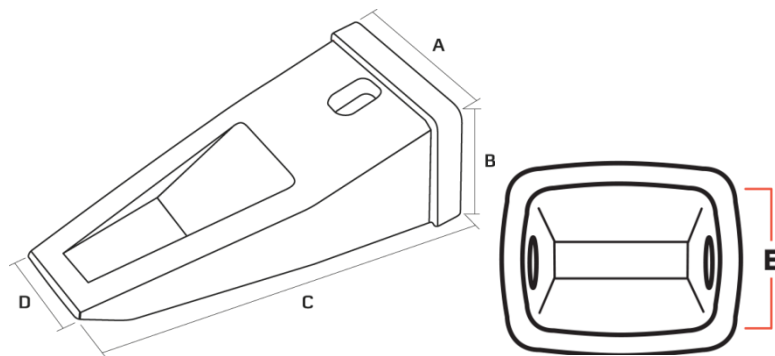
### 2.3 Bentuk Standar Bucket Teeth

Jenis *bucket teeth* dalam analisis ini adalah jenis teeth standar long. Tipe standar ini dipilih karena kemampuannya menggali, daya dan efisiensi cukup baik dan seimbang. Desain bucket teeth ini dibuat mirip dengan bentuk standar spesifikasi teeth, pemodelan dibuat dengan menggunakan perangkat lunak software solidwork. Desain bucket teeth (gigi ember) di solidwork dilakukan setelah mendapatkan data dimensi yang diperoleh dari literatur, yang tercantum pada Table 1 dibawah ini.

Table 1. Dimensi standard bucket teeth excavator

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Berat	Panjang	Tinggi	Lebar	Lebar	Tinggi
4,4kg	219 mm	100 mm	94 mm	72 mm	80 mm

Setelah mengetahui bentuk dimensi geometri bucket teeth, lalu dilakukan proses pendisainan dengan menggunakan aplikasi solidwork yang ada dibawah ini.



Gambar 2.19 dimension Standar buket teeth excavator

#### 2.4 Bucket Teeth Matrial Spesifikasion

Bucket teeth terbuat dari bahan baja yang memiliki unsur besi (Fe), karbon (C), mangan (Mn), silisium (Si) dan elemen lainnya sebagai elemen campuran atau residu. Sifat mekanik baja bergantung pada kandungan karbon dari baja. Semakin banyak kandungan karbon yang terkandung dalam baja, maka akan semakin meningkatkan nilai kekerasan dan ketahanan aus. Kadang-kadang baja untuk bucket teeth tidak memiliki kekerasan yang cukup. Oleh karena itu, perlu dilakukan proses pengerasan. Dengan memiliki proses pengerasan, maka akan mendapatkan sifat kekerasan yang lebih tinggi. Semakin tinggi kekerasan, keuletan akan rendah dan baja akan menjadi rapuh. Jenis baja semacam itu tidak cukup baik untuk berbagai penggunaan. Oleh karena itu, kadang-kadang atau sering, setelah proses pengerasan, kemudian diikuti segera dengan memiliki proses pengerasan.

## 2.5 Bucket Teeth Excavator

Bucket teeth excavator adalah komponen alat berat yang di gunakan untuk mempermudah excavator dalam peroses pekerjaan berat baik di tambang maupun di tempat pekerjaan berat lainnya, dan merupakan salah satu alat berat yang berfungsi untuk menggali dan memuat tanah maupun galian lainnya kedalam truck atau lokasi penumpukan dan material handling. Komponen utama bucket teeth adalah tungkai dari excavator dioprasikan dengn system engsel (winches) yang ditarik oleh hydraulic dengan menggunakan kawat baja.

Bucket teeth excavator adalah salah satu komponen yang penting untuk excavator. Pada penggunaanya bucket teeth ini akan mengalami pembebanan impak dan abrasi yang cukup tinggi, maka material yang di gunakan harus memiliki ketahanan yang cukup tinggi.



Gambar 2.20 Bucket Teeth Excavator

Bentuk buket teeth dan komposisi matrial baket teeth yang tidak sesuai akan menyebabkan proses pengalihan yang buruk, selain itu juga menyebabkan keausan yang tinggi pada pada bucket teeth, kerugian pada waktu dan biaya serta produktifitas akan berkurang ( *Shaikh dan mulla, 2015* ) bucket teeth memiliki dua karakteristik yang penting yaitu performa maksimal dan umur keausan performa yang maksimal dipengaruhi oleh disain dari bucket teeth sedangkan umur keausan dipengaruhi oleh kekuatan material bucket teeth, untuk kekuatan bucket teeth didapat dari panduan komposisi matrial dan juga perlakuan pada saat proses pembuatan ( *Deere, 2002* ).

### 2.5.1. Jenis – Jenis Teeth Bucket Excavator

Dibawah ini ada beberapa Jenis Teeth Bucket yang sering di gunakan pada saat proses pengalihan.

#### 1. Bucket Teeth Standart Long (STD)

secara umum sering digunakan untuk berbagai jenis pekerjaan konstruksi, infrastruktur , pertambangan, perkebunan , pertanian maupun kehutanan.



Gambar 2.21 Bucket Teeth Standart Long

#### 2. Bucket teeth plat Penetrator (SYL)

Digunakan untuk pekerjaan pada lahan yang biasa hingga lahan keras dan dengan bentuk tulang vertical pada bagian permukaan untuk mempertahankan ketajamannya



Gambar 2.22 Bucket teeth plat penetrator (SYL)



### 3. Bucket Teeth Rock Chisel

Digunakan pekerjaan untuk pekerjaan excavator pada lahan berbatu atau lahan keras.



Gambar 2.23 Bucket teeth rock chisel

### 4. Bucket teeth Tigher Long (TL)

Digunakan untuk pekerjaan excavator dalam proses penetrasi pada lahan.



Gambat 2.24 Bucket Teeth Tigher Lon

## 2.6 Persamaan Earthmoving Mendasar

Mekanika tanah berkaitan dengan prediksi kekuatan yang diperlukan untuk menghasilkan kegagalan dalam massa tanah. Ini berkaitan dengan pembatasan keseimbangan dan kekuatan maksimum yang dijelaskan dalam kekuatan tanah tanpa memperhatikan gaya regangan. Dalam kasus pemindahan tanah, bagaimanapun, tanah selalu dibawa ke keadaan gagal dan, oleh karena itu, prinsip-prinsip mekanika tanah diterapkan dan harus ada pengembangan teori

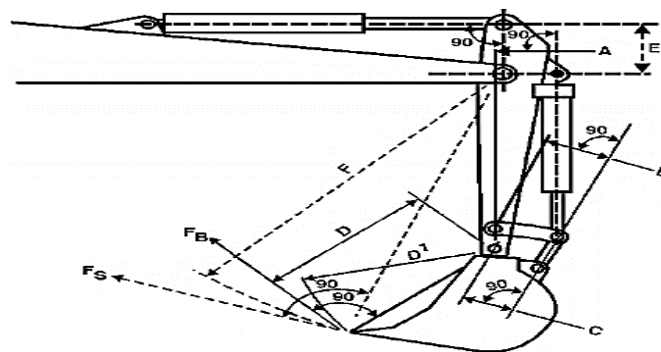
pemindahan tanah . Persamaan Earthmoving Mendasar ini (FEE) memprediksi gaya resistif tanah yang berlawanan dengan pisau (dalam hal ini gigi ember) yang bergerak secara horizontal ke tanah. Saat pisau bergerak maju, tanah akan terpotong oleh bilah dan menciptakan irisan dari tanah yang meluncur di sepanjang permukaan kegagalan. Persamaan earthmoving fundamental memprediksi gaya statis yang diperlukan untuk memotong tanah berdasarkan semua kekuatan pada irisan .

$$F = cd^2N_2 + \gamma d^3N_\gamma + qd^2N_2 + c_a d^2N_a \dots\dots\dots (1)$$

Dimana F adalah gaya resistif atau gaya yang diperlukan untuk memotong tanah dalam Newton (N), c adalah kohesi tanah (N / m2), d adalah kedalaman pisau kerja (m),  $\gamma$  adalah kerapatan curah ( N / m3), q adalah gaya permukaan (N / m2),  $c_a$  adalah adhesi tanah dengan sudu,  $N_c$ ,  $N_\gamma$ ,  $N_q$  dan  $N_a$  adalah faktor tanpa dimensi yang menggambarkan bentuk kegagalan permukaan tanah berdasarkan sudut gesekan internal ( $\phi$ ). Sudut gesekan tanah-pisau ( $\delta$ ), struktur tanah dan massa tanah.

### 2.6.1 Penetration Force

Menggali bucket ke dalam tanah akan menghasilkan gaya bucket curling ( $F_b$ ) dan arm crowd force ( $F_s$ ). Tingkat kekuatan ini telah ditetapkan oleh SAE J1179 standar "Standar Permukaan Kendaraan - Hydraulic Excavators and Backhoe Digging Forces" [11]. Gaya dinilai dari gaya yang diberikan oleh bagian samping dari excavator (gigi ember). Tingkat ini dapat dihitung dengan memfungsikan tekanan hidraulik silinder pada proses penggalian.



Gambar 2.25 Perhitungan Gaya Penggalian Maksimum

Kekuatan radial maksimum bucket teeth yang diperoleh dari bucket curling force cylinder ( $F_b$ ) adalah gaya penggalian yang dihasilkan oleh silinder bucket dan radius singgung  $dD1$ . Bucket harus diposisikan untuk mendapatkan output momen maksimum dari silinder bucket dan konektor.  $F_b$  mencapai maksimum ketika rentang  $d_A$  mencapai maksimum juga, karena rentang lainnya dalam Persamaan 2 adalah konstan,

$$F_b = \frac{p \times \left(\frac{\pi}{4}\right) D_b^2}{d_D} \left(\frac{d_A \times d_C}{d_B}\right) \dots \dots \dots (2)$$

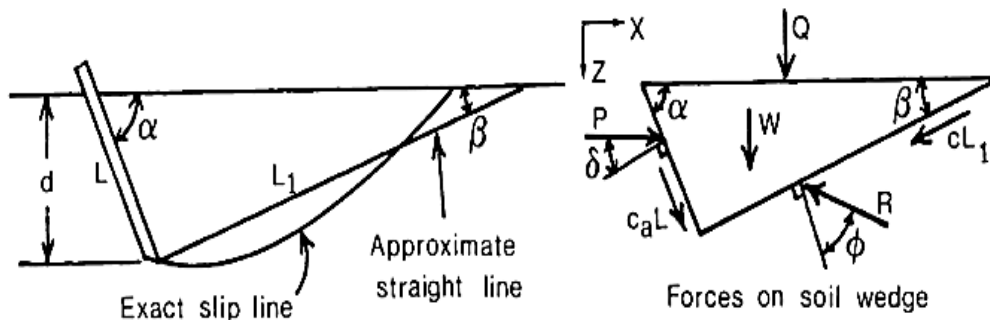
Dimana  $p$  adalah working force (MPa) dan  $D_B$  adalah diameter piston dari bucket cylinder (mm). Arm crowd force ( $F_s$ ) adalah gaya penggalian yang dihasilkan oleh silinder lengan dan radius singgung  $d_F$ . Lengan harus diposisikan untuk mendapatkan hasil maksimalmomen dari silinder lengan dan ember. Dalam menghitung nilai maksimum  $F_S$ , sumbu lengan silinder berada pada sudut yang sejajar dengan garis penghubung pin arm cylinder dan boom nose pin (Persamaan 3).

$$F_s = \frac{p \times \left(\frac{\pi}{4}\right) D_A^2 \times d_E}{d_F} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana  $d_F$  adalah jari-jari dari gigi bucket ( $dD$ ) ditambah panjang konektor lengan,  $D_A$  adalah diameter piston silinder lengan [1]. Kemampuan gaya penggalian yang baik akan memberikan efek yang lebih baik pada bucket; mudah dimuat. Selain itu, gaya penggalian tinggi memungkinkan ekskavator memproses material dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi seperti chip batu dan batu gamping.

### 2.6.2 Gaya Resistif

Ketika bucket melakukan penetrasi ketanah, maka proses selanjutnya adalah pengerukan atau pemotongan. Proses ini akan menghasilkan gaya resistif atau kekuatan pemotongan tanah. Gaya resistif adalah gaya yang dibutuhkan oleh gigi bucket ketika memotong atau membelah tanah selama proses penggalian



Gambar 2.26 Resistive force modeling (McKyes,1985)

Di mana P adalah gaya resistif (N), L adalah panjang gigi bucket (m), L1 adalah panjang permukaan kegagalan (m),  $\alpha$  adalah sudut rake,  $\phi$  adalah sudut gesekan internal, W adalah tanah berat pada panjang (N / m), q adalah gaya permukaan tanah (N / m<sup>2</sup>),  $\delta$  adalah sudut gesekan untuk gigi ember, d adalah kedalaman penggalian (m),  $\gamma$  adalah bulk density (kg / m<sup>3</sup>), g adalah kecepatan gravitasi (9,81 m / s<sup>2</sup>), c adalah gaya kohesi tanah (N / m<sup>2</sup>),  $c_a$  adalah besarnya gaya adhesi tanah terhadap Bucket teeth (N / m<sup>2</sup>) dan  $\beta$  adalah sudut baji kegagalan. Gaya total pada vertikal dan horizontal diasumsikan nol karena kondisi keseimbangan (Persamaan 4 dan 5).

$$\sum F_x = p \sin(\alpha + \delta) + c_a L \cos \alpha - R \sin(\beta + \phi) - c L_1 \cos \beta = 0 \dots \dots \dots (4)$$

$$\sum F_z = -p \sin(\alpha + \delta) + c_a L \cos \alpha - R \sin(\beta + \phi) - c L_1 \cos \beta + W + Q = 0 \dots \dots \dots (5)$$

Berdasarkan Persamaan 3 dan 4, diperoleh besarnya kekuatan gaya resistif (Persamaan 6).

$$P = \frac{W+Q+cd[1+cot(\beta+\phi)]+c_a d[1-cot\alpha cot(\beta+\phi)]}{\cos(\alpha+\delta)+\sin(\alpha+\delta)cot\phi(\beta+\phi)} \dots \dots \dots (6)$$

Untuk tanah dengan kekuatan permukaan seragam (q), besarnya W dan Q dapat dilihat pada Persamaan 7 dan 8.

$$W = \gamma g \frac{d^2}{2} (cot\alpha cot\beta) \dots \dots \dots (7)$$

$$Q = qb (cot\alpha + cot\beta) \dots \dots \dots (8)$$

Di mana Q adalah bobot per satuan panjang dari kegagalan baji (N / m). Ketika persamaan gaya resistif ditulis ke persamaan Persamaan Fundamental dari Earthmoving.

Untuk menemukan sudut kerusakan tanah ( $\beta$ ), ia menggunakan nilai minimum  $\beta_{cr}$  value yang diperoleh dari jumlah sudut  $\beta$  dari  $0^\circ$  hingga  $90^\circ$  yang dimasukkan ke Persamaan.

## 2.7 Mathematical Model

Penelitian yang dilakukan oleh Patel et al. menggunakan model McKyes dan Zeng sebagai perbandingan. Dari dua prosedur perhitungan, salah satu dari keduanya dapat diterapkan ke tanah dan parameter alat untuk secara akurat memprediksi penggalian atau gaya resistif. Berdasarkan jenis tanah yang akan dipotong, salah satu dari dua model dapat dimanfaatkan. Misalnya, jika kedalaman operasi ( $d$ ) alat penggalian sangat tinggi, dibandingkan dengan model McKyes, model Zeng akan memberikan nilai kekuatan yang lebih tinggi, yang membutuhkan pemotongan tanah.

Ketika ember excavator sedang mengerjakan proses penggalian, proses pertama yang terjadi adalah proses penggalian dari gigi ember ke tanah. Proses penggalian ini akan menghasilkan gaya penggalian yang dipengaruhi oleh jumlah daya yang dilepaskan oleh silinder bucket dan arm. Proses selanjutnya adalah proses pengerukan dimana gigi ember akan memotong tanah yang menghasilkan gaya resistif atau kekuatan pemotongan tanah. Gaya resistif biasanya dipengaruhi oleh karakteristik medium di bawah penggalian.

## 2.8 Metode Element Hingga



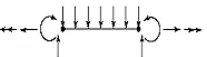



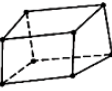

Metode element hingga adalah metode numeris untuk penyelesaian masalah teknik fisika matematis, untuk permasalahan kompleks dari geometri, pembebanan, dan sifat material umumnya susah diselesaikan/dipecahkan secara matematis. Penyelesaian matematis adalah menggunakan persamaan matematis yang menghasilkan persamaan untuk mendapatkan informasi/penyelesaian dari nilai yang tidak diketahui disetiap lokasi dibagian struktural/objeknya.

Inti dari metode element hingga adalah membagi objek yang akan dianalisa menjadi beberapa bagian dengan penjumlahan (finite). Bagian ini disebut element, setiap elemen dari suatu ke yang lain terkait dengan judul nodal (*node*). Kemudian, persamaan matematika dapat dibuat untuk merepresentasikan objek, proses membagi benda menjadi beberapa bagian yang disebut meshing.

### 2.8.1 Geometri Element

Bentuk geometri element digunakan dalam analisa element hingga untuk aplikasi tertentu, berbagai element yang digunakan dalam perangkat lunak komersial FEM umumnya membentuk kesepakatan kode sebagai referensi, seperti element pustaka kode, element dapat ditempatkan dalam kategori berikut : element garis, element permukaan, element padat, dan element tujuan khusus biasa kita lihat Tabel 2 dibawah ini .

Table 2. Some Type Of Finite Element In Structural Analysis

Element Type	Name	Shape	Nodal Number	Applikasion
LINE	Truss		2	The rod is withdrawn or pressed
	Beam		2	Bend
	Frame		2	Axial, twist, bend, with or without the burden of stiffness
SURFACE	4-node Quadrilateral		4	tension/strain field, axis shear panel, bend on thin flat plate
	8-node Quadrilateral		8	Tension/strain field, shear panel,
	3-node Quadrilateral preferred		3	tension/strain field, bend on thin flat the use of quad element is preferred for transition if possible.
SOLID	8-node hexagonal (brick)		8	solid, thick plate
	3- node tetrahedron (Tet)		3	solid, thick plate for transition



	Gap		2	free movement for the definition of Pressure difference
SPESIAL PURPOSE	Hook		2	Free movement for the definition of pressure difference ( <i>extension</i> )

Table diatas adalah table yang digunaka untuk memilih jenis element atau model element dari structural model yang di analisis.

## 2.9 Faktor - Fakto Yang Biasa Mempengaruhi proses produksi Bucket Teeth

### Excavator.

Dalam melakukan perose pengalian, banyak hal yang mempengaruhi pencapain proses produksi, diantaranya :

#### 1.7 Faktor alat :

Faktor - faktor yang mempengaruhi proses pengalian atau kapasitas pengalian adalah :

- a. Karakteristik bahan dan bucket teeth.
- b. Kecepatan pengalian.
- c. Desain kapasitas bucket.
- d. Jumlah dan betuk teeth bucket

#### 2.7 Factor alam :

##### a. Kekerasan matrial :

Kekerasan matrial mempengaruhi produksi karena semakin besar pengisian bucket, maka semakin besar produksi yang akan di capai. Jenis matrial ini akan sangat berpengaruh terhadap konstruksi bucket teeth karena saat proses menggali matrial keras ini akan terjadi vibrasi yang tinngi yang akan mengakibatkan kerusakan pada konstruksi bucket teeth, agar tidak terjadi vibrasi maka kecepatan pengalian harus dikurangi untuk mengurangi vibrasi.

##### b. Kelengketan matrial (*sticky material*) :

Matrial yang lengket akan menyebabkan tanah galian yang telah masuk kedalam bucket atau tidak tumpah ke tempatnya yang di sediakan, tetapi akan jatuh ke lantai lain atau ikut berputar bersama bucket sehingga pada pengisian berikutnya baket tidak terisi penuh.

##### c. Matrial abrasive :

Material abrasive ini akan berpengaruh terhadap bucket teeth, yang mengakibatkan cepatnya aus terhadap bucket teeth. Akibatnya, pengerukan yang dilakukan bucket teeth tidak bias terlalu dalam sehingga pengisian bucket menjadi berkurang atau rendah.

d. Selective mining :

Yang merupakan system pengalihan dengan cara memilih lapisan tanah , dimana prinsip kerja bucket teeth menggali batu yang diatasnya terdapat lapisan tanah penutup yang tipis akibat sisa pengalihan bucket teeth.

e. Kondisi permukaan kerja :

Kondisi permukaan kerja yang dapat dihadapi adalah hal yang menyangkut geometri block pengalihan. Kondisi permukaan kerja ini merupakan suatu pola dimana bucket teeth dapat bekerja dengan leluasa.



## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1. Tempat dan Waktu

Tempat penelitian direncanakan atau dilaksanakan di CV Karya Murni Pratama mandiri. Waktu yang direncanakan untuk penelitian pada tanggal 15 Oktober 2018 hingga selesai, selama 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 dan bahan						
5	pengukuran sampel dan Pembuatan model						
6	Pengolahan dan analisa data						
7	Seminar Hasil laporan						
8	Perbaikan Dan Pengesahan						

### 3.2 Bahan, Peralatan dan Metode pene

#### 3.2.1 Bahan dan alat-alat

1. Excavator



Gambar 3.1 *Excavator Ex200* merek Hitachi

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah bucket teeth dan pendukungnya yang mengalami kerusakan.

## 2. Teeth bucket



Gambar 3.2 *Bucket Teeth*

(Sumber,CV Karya murni pratama)

### Spesifikasi Excavator Ex-200

#### ENGINE

Number of Cylinders	: 6
Engine Make	: 2353
Engine Model	: Isuzu A-6BG1T
Net Power	: 132 hp(98 kW)
Power Measured @	: 1950 rpm
Displacement	: 396 cu in
Max Torque	: 340.1 lb ft(47 Kgf.m)
Torque Measured @	: 1600 rpm
ASPIRATION	: Turbocharged
Operational	
Operating Weight	: 41500 lb(1 lb= 0.45359 kg)
Fuel Capacity	: 81.9 gal
Cooling System Fluid Capacity	: 6.1 gal
Hydraulic System Fluid Capacity	: 52.9 gal
Engine Oil Capacity	: 6.7 gal
Swing Drive Fluid Capacity	: 2.2 gal

Alternator Supplied Amperage	: 40 amps
Hydraulic System Relief Valve Pressure	: 4980 psi
Hydraulic Pump Flow Capacity	: 97.8 gal/min

[html\_upload\_userfiles\_file\_Hitachi\_Graafmachines]

3.2.2 Adapun peralatan yang di pergunakan selama penelitian ini adalah:

a. Laptop

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

- 1) Computer Name : HP- PC
- 2) Processor : AMD A8-7410 APU With AMD Radeon R5 Graphics
- 3) Memory : 4 GB RAM
- 4) Windows 7 Professional 64 bit



Gambar 3.3 Laptop

Mistar adalah sebuah alat pengukur dan alat bantu gambar untuk menggambar garis lurus. Terdapat berbagai macam penggaris, dari mulai yang lurus sampai yang berbentuk segitiga (biasanya segitiga siku-siku sama kaki dan segitiga siku-siku  $30^{\circ}$ – $60^{\circ}$ ).

b. Jangka sorong

Jangka sorong diperlukan untuk mengukur diameter atau kedalam bahan yang dipotong atau dibubut.



Gambar . 3.4 Jangka sorong

- c. Bahan berupa literatur berisi hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dikerjakan . .
- d. Buku-buku referensi dan Jurnal – jurnal penunjang penelitian

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

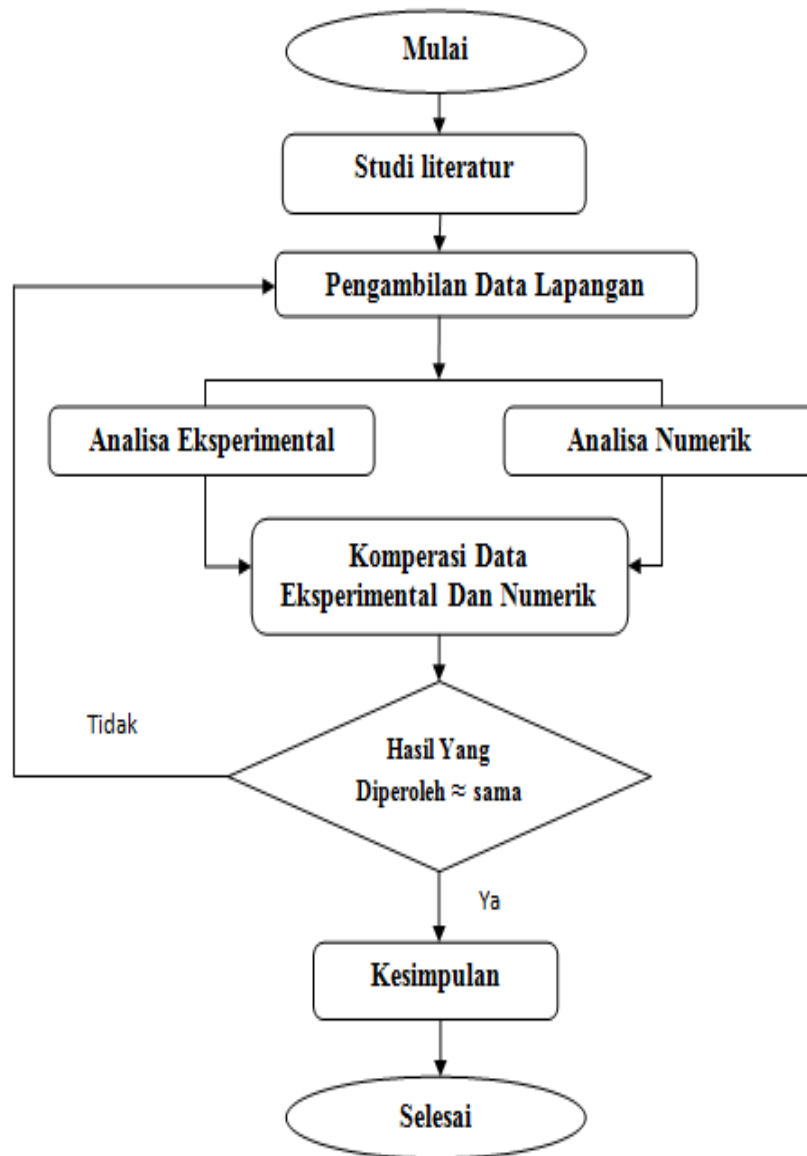
Pengumpulan data untuk penulisan tugas akhir adalah dengan cara sebagai berikut: Library riset (Pengambilan data dari literatur yang berhubungan dengan objek penelitian), data-data dipelajari dari Manual Book, Part Catalog, jurnal-jurnal dan data di lapangan serta melalui wawancara langsung dengan karyawan/mechanic CV. Karya Pratama .

### 3.4 Prosedur Penelitian

Untuk mendapat kanhasil yang lebih baik dan benar,maka disusun langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

1. Mengukur dimensi dari *bucket teeth excavator*
2. Mencari per hitungan tekanan dan gaya dengan menggunakan rumus yang sudah ditentukan.
3. Membuat gambar modeling dengan *Software Autocad*
4. Menganalisis gambar modeling dengan menggunakan *Software Ansys*.
5. Hasil simulasi
6. Selesai

### 3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian

### 3.6 Material bucket teeth

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



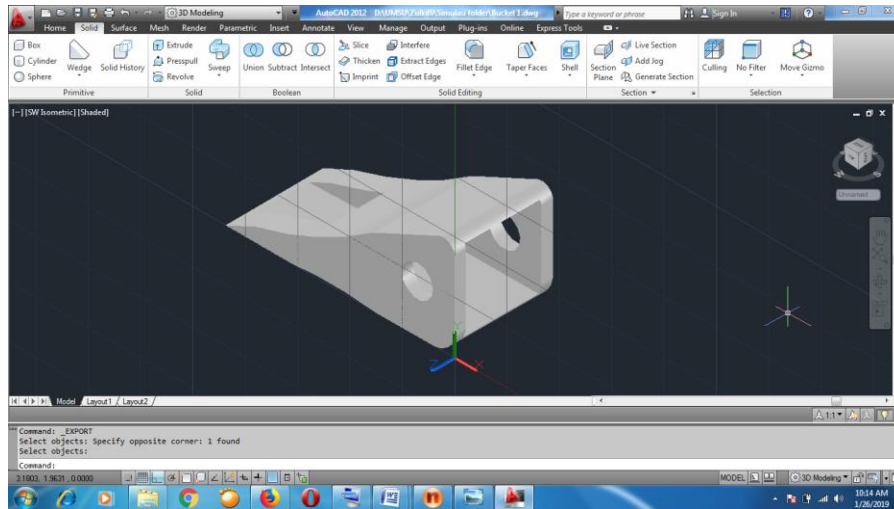
Gambar 3.6 *Bucket Teeth* Hitachi EX 200

Jenis bahan yang digunakan baja chromium-molybdenum steel (sumber <https://www.steelsino.com/aisi--steel>) mempunyai sifat mekanik material uji (AISI 4140):

Densitas	= 7,80 g/cm <sup>3</sup>
Kekuatan tarik	= 1630Mpa
Modulus Young	= (10 <sup>3</sup> x N/mm <sup>2</sup> )/210
Elongation	= 12 %
Poisson'sratio	= 0,3

### 3.7 Software Autocad

Dalam penelitian menggunakan software Autocad dalam pembuatan gambar *bucket teeth* dari excavator Ex200 merek Hitachi yang telah dibongkar dan diukur, sehingga menghasilkan gambar di bawah ini.



Gambar 3.7 *Bucket teeth* dengan software Autocad

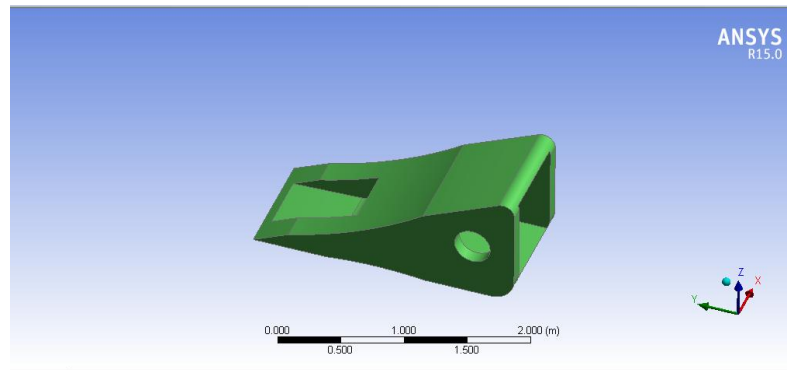
### 3.8 Software Ansys 15

Software Ansys digunakan untuk membuat simulasi akibat pengaruh gaya dan momen yang bekerja pada *bucket teeth*. Beban yang bekerja pada ujung dan bidang dari bucket teeth.

Sebelum melakukan pembebanan dan penguncian pada pemodelan pola meshing maka perlu pembagian elemen atau meshing. Semakin kecil pembagiannya maka nilai yang di dapatkan pada saat proses solver selesai semakin akurat. Pembagian geometri menjadi lebih kecil biasa disebut mesh dapat dilakukan pada software Ansys yang terlihat pada gambar 3.8.

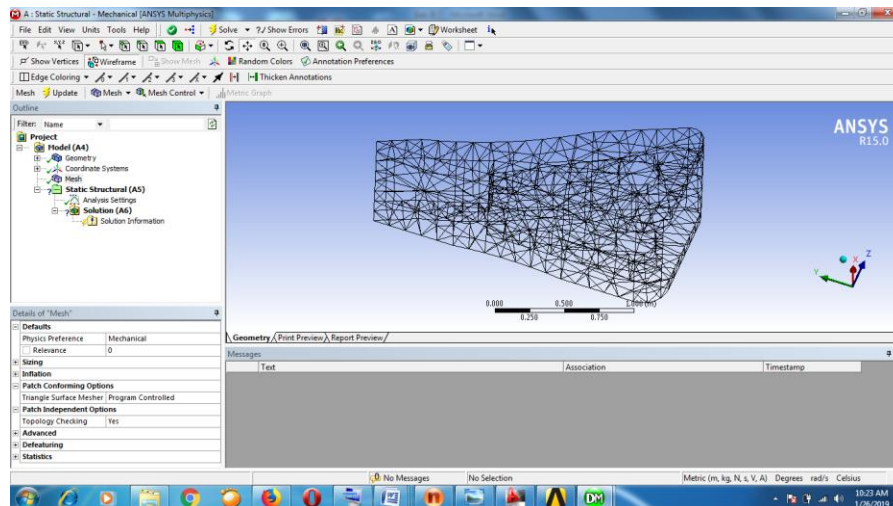
Pada proses simulasi ada beberapa tahap sehingga mendekati dengan permasalahan sebenarnya, pada *bucket teeth* akan terjadi beban (gambar 3.10) yang ditransmisikan oleh *bucket teeth*, gaya terjadi pada seluruh bagian *bucket teeth*, sehingga dapat dilihat pada gambar berikut:

#### 4.1 Pembuatan model geometri *bucket teeth* Dan Mesh



Gambar 3.8 Bucket teeth pada software Ansys

Gambar model dari software Autocad secara tiga dimensi di ekspor ke software Ansys sehingga terlihat seperti pada gambar 3.6 di atas.

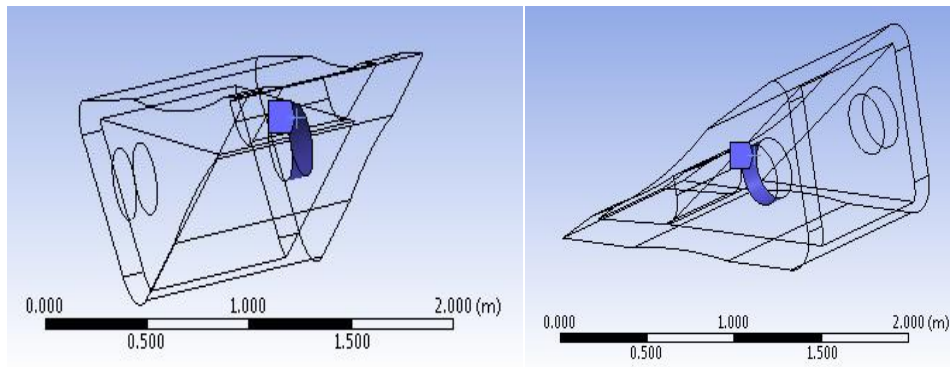


Gambar 3.9 Proses meshing pada benda kerja

Sebelum melakukan pembebanan dan penguncian pada pemodelan pola meshing maka perlu pembagian elemen atau meshing. semakin kecil pembagiannya maka nilai yang didapatkan pada saat proses solver selesai semakin akurat. Pembagian geometri menjadi lebih kecil biasa disebut mesh dapat dilakukan pada software Ansys yang terlihat pada gambar 3.7.

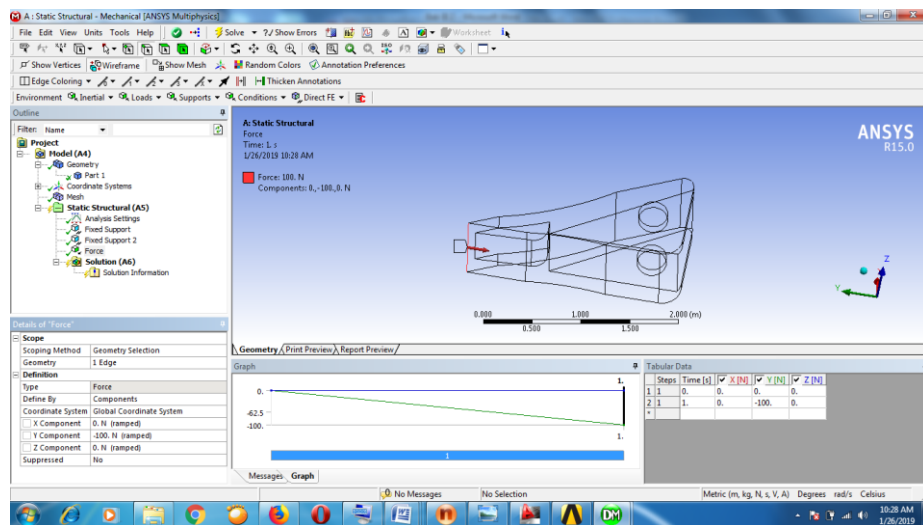


## 4.2 Penguncian Model Dan Pemberian Beban (Gaya)



Gambar 3.10 Penguncian model

Pada proses simulasi ada beberapa tahap sehingga mendekati dengan permasalahan sebenarnya, pada *bucket teeth* akan terjadi beban (gambar 3.8) yang ditransmisikan oleh *bucket teeth*, gaya terjadi pada seluruh bagian *bucket teeth*, sehingga dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3.11 Daerah pembebanan gaya(merah)

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hitungan

Sudut failure wedge ( $\beta$ ) dapat diperoleh dengan menggunakan nilai minimal dari sudut  $\beta_{cr}$  yang diperoleh dengan mencoba besar sudut  $\beta$  dari sudut  $0^\circ$  sampai  $90^\circ$  .dan salah satu contoh sudut sempel hitungan data yang sudah dihitung dan dimasukkan ke dalam hitungan dibawah ini.

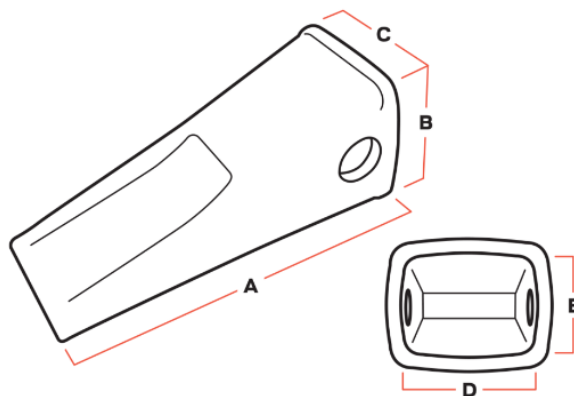
#### 4.1.1. Spesifikasi Material Bucket Teeth

Tabel 4.1 Dimensi bucket teeth.

$d_A$ (mm)	$d_B$ (mm)	$d_C$ (mm)	$d_D$ (mm)	$d_E$ (mm)	$d_r$ (mm)	$D_A$ (mm)	$D_B$ (mm)	$p$ (Mpa)
594	631	453	1496	829	4415	95	80	28,9

Tabel 4.2 Ukuran Buckeet Teeth

Dimensi (mm)							
A	B	C	D	AI	BI	CI	$\Theta$
98	102	220	76	75	84	95,3	31,8



Gambar 4.1 Dimensi Buckeet Teeth

$$F_b = \frac{p \times (\frac{1}{4} \times 3,14) d_B}{d_D} \left( \frac{d_A \times d_C}{d_B} \right) \dots \dots \dots (9)$$

$d_B = 1100 \text{ mm}$  (diameter piston)

$$= \frac{28,9 (\frac{1}{4} \times 3,14) \times 80}{1496} \left( \frac{594 \times 453}{1100} \right)$$

$$= 296,77 \text{ N}$$

$$F_s = \frac{p \times (\frac{1}{4} \pi) D_A^2 d_E}{d_F} \dots \dots \dots (10)$$

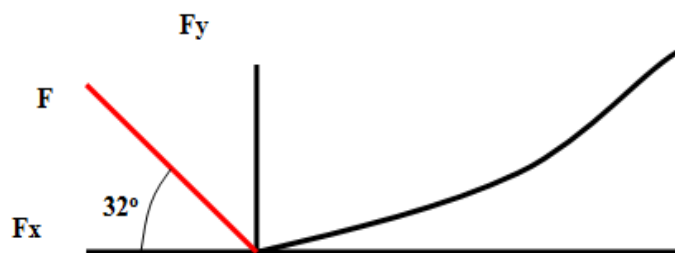
$$= \frac{28,9 (\frac{1}{4} \times 3,14) 95^2}{4415} \times 829$$

$$= 38444,48 \text{ N}$$

Karena ada 5 gigi maka :

$$= 38444,48 / 5 = 7688,98 \text{ N}$$

Vektor Gaya



Gambar 4.1 Uraian gaya

$$F = 7688,98 \text{ N}$$

$$\frac{F_x}{F} = \cos 32^\circ$$

$$F_x = F \cos 32^\circ$$

$$= 6520,622 \text{ N}$$

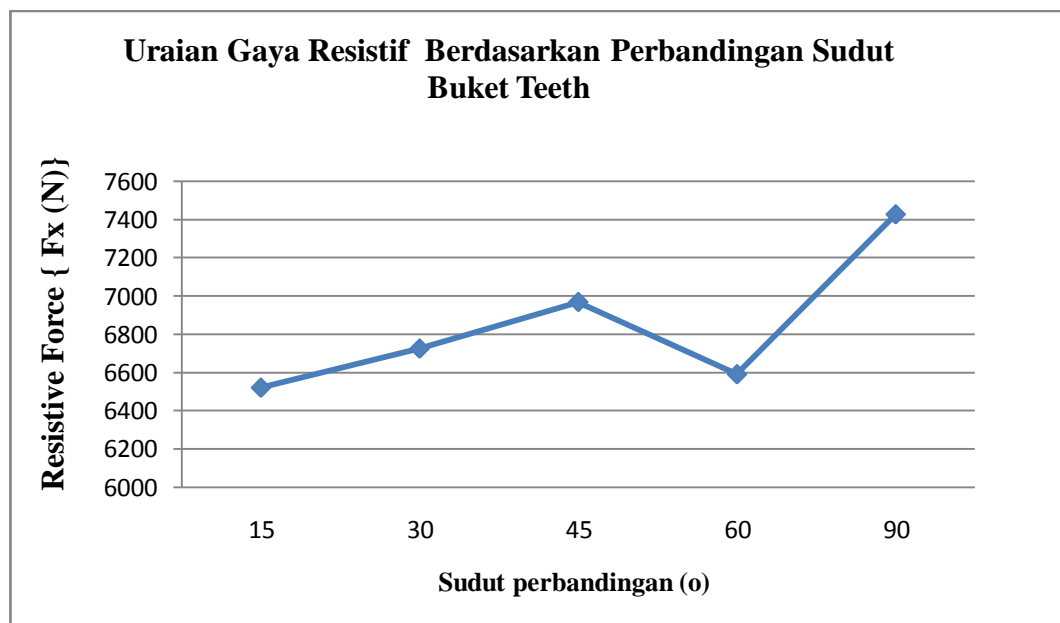
$$\frac{F_y}{F} = \sin 32^\circ$$

$$F_y = F \sin 32^\circ$$

$$= 4074,537 \text{ N}$$

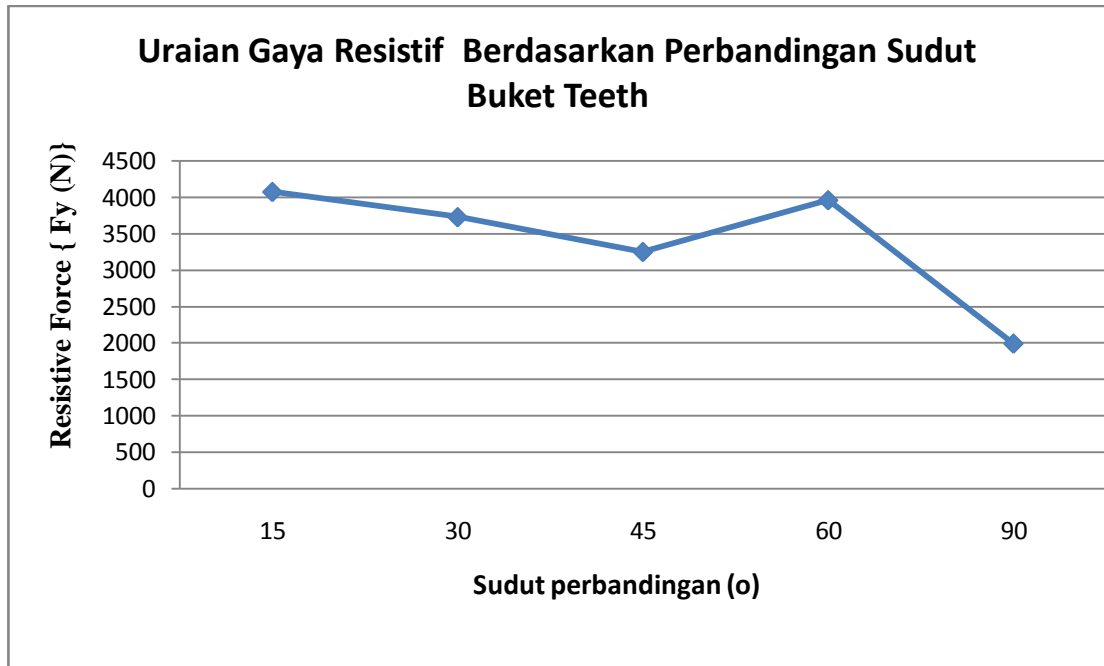
Tabel 4.3 Uraian Gaya Resistif Berdasarkan Perbedaan Sudut Bucket Teeth

$\alpha^\circ$	$\beta^\circ$	Kedalaman(m)	$N_y$	$N_c$	$F_x(\text{N})$	$F_y(\text{N})$
32	15	0.0572	1.543818	3.087636	6520.625	4074.539
29	30	0.2134	1.629785	3.25957	6724.933	3727.691
25	45	0.1782	1.784405	3.568811	6968.582	3249.503
31	60	0.1973	1.552165	3.10433	6590.742	3960.117
15	90	0.2732	2.421407	4.842814	7426.984	1990.054



Gambar 4.2 garfik perbedaan sudut bucket teeth Fx (N)

Dari hasil grafik menunjukkan perbedaan besaran sudut yang terjadi saat proses analisis simulasi bucket teeth.

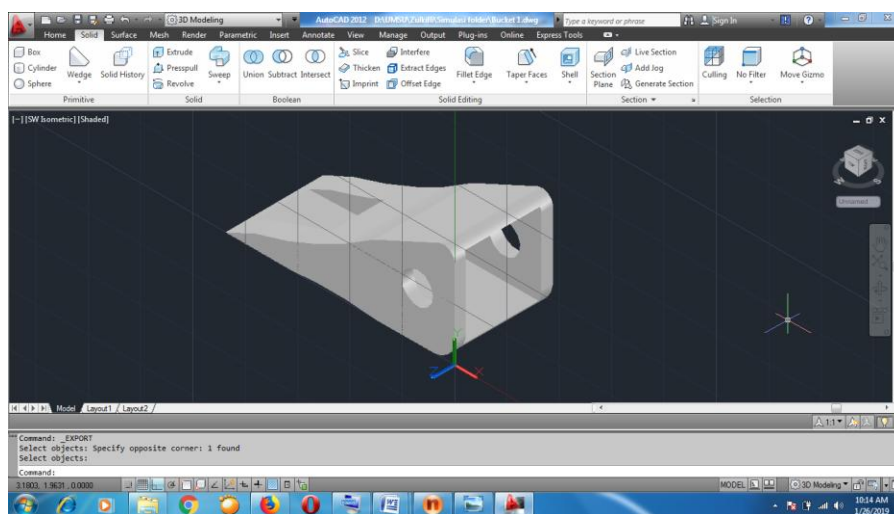


Gambar 4.3 garfik perbedaan sudut bucket teeth (Fy (N))

Dari hasil grafik menunjukkan perbedaan besaran sudut yang terjadi saat proses analisis simulasi bucket teeth.

#### 4.2 Analisa Menggunakan software autocad dan software ansys

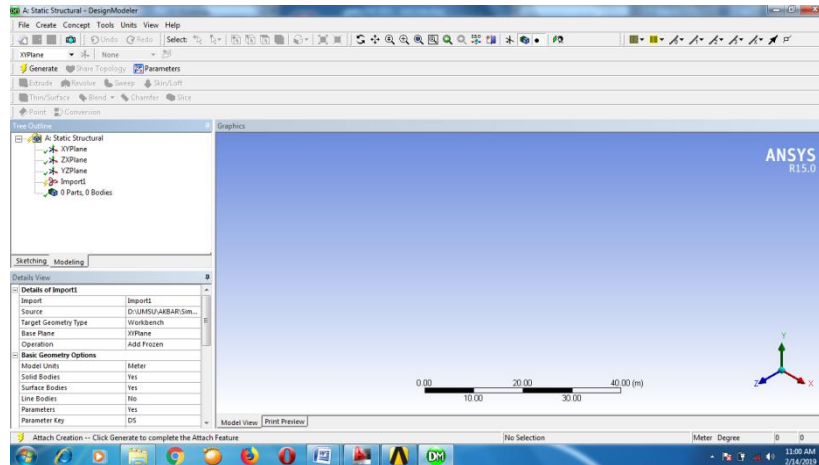
Dalam penelitian menggunakan software Autocad dalam pembuatan gambar *bucket teeth* dari excavator Ex200 merek Hitachi yang telah dibongkar dan diukur, sehingga menghasilkan gambar di bawah ini.



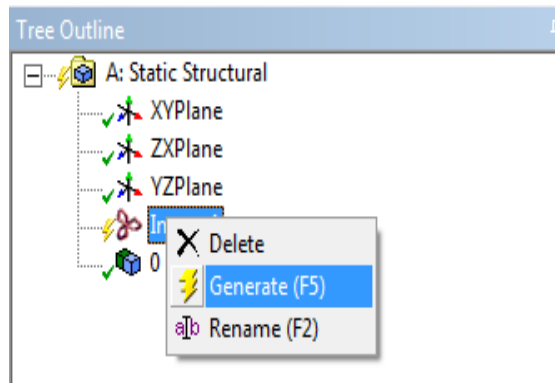
Gambar 4.4 *Bucket teeth* dengan software Autocad

### 4.3 Proses analisa simulasi

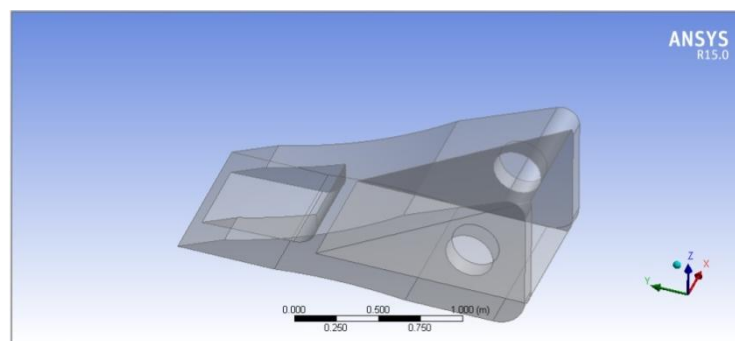
Dalam proses analisa simulasi yang menggunakan software Ansys terlebih dahulu gambar dibuat dalam software Autocad. Sehingga dari gambar proses di software Autocad kemudian dikirimkan ke software Ansys seperti pada (gambar 4.4.)

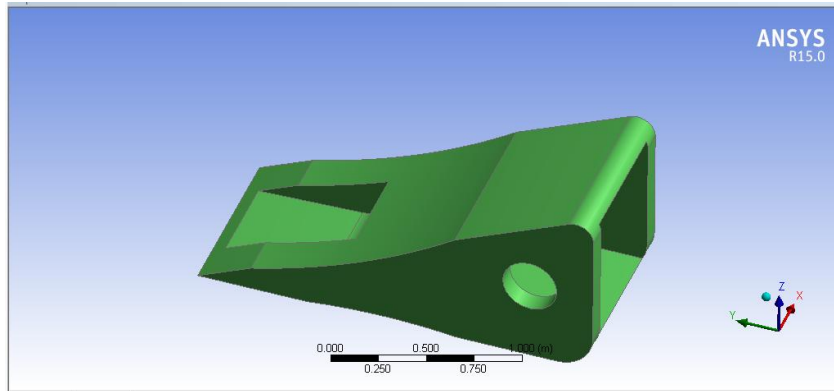


Gambar 4.5 Hasil Impor Gambar Belum Muncul Karena Belum Digenerate

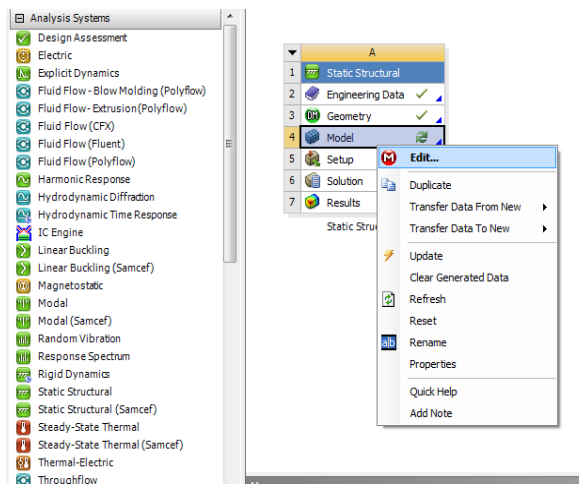


Gambar 4.6 Langkah generate Gambar dari Autocad

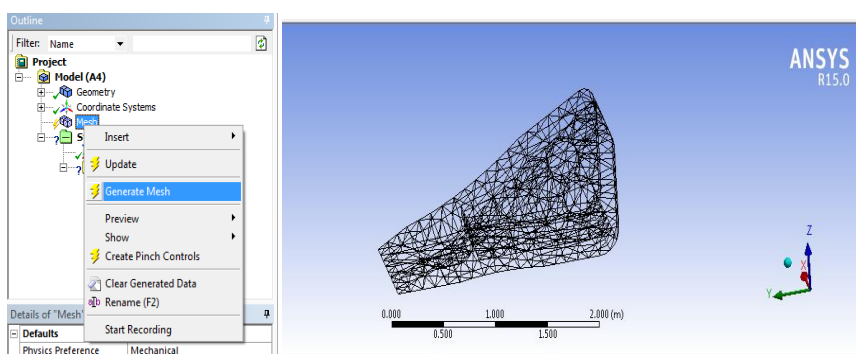




Gambar 4.7 Hasil Generate Gambar



Gambar 4.8 Memunculkan Gambar untuk Di Mesh

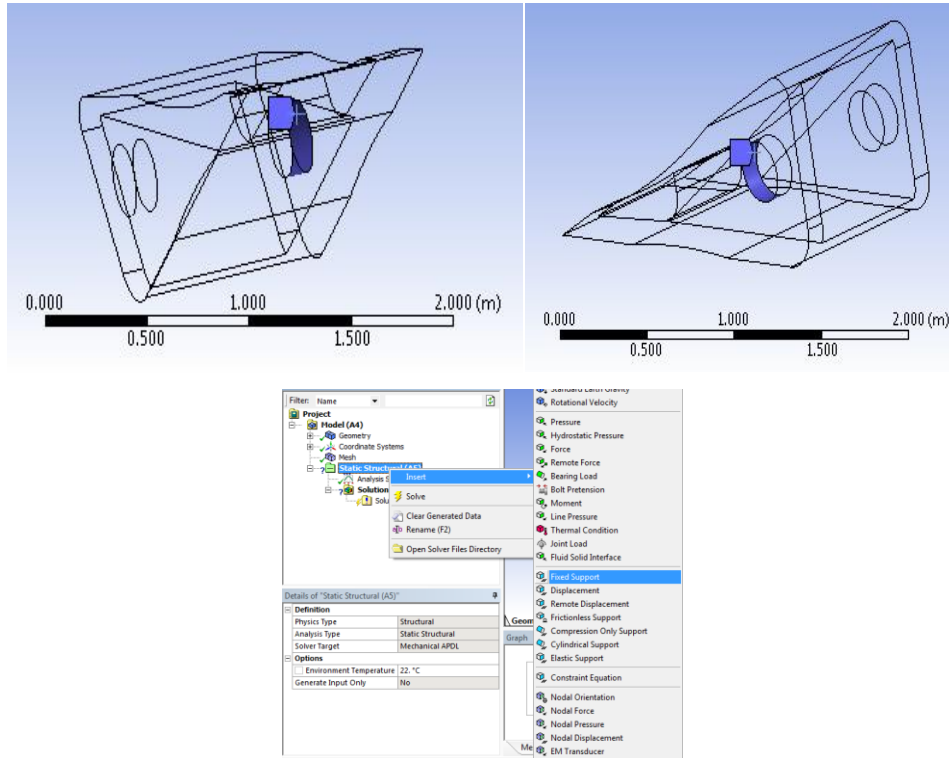


Gambar 4.9 Melaksanakan Mesh Pada Gambar

Setelah dapat diterima oleh software Ansys maka dengan cara menggeneratannya (gambar 4.6) maka muncullah gambar dari impor software

Autocad (gambar 4.7). Kemudian gambar yang telah degenerate akan dibuat proses meshing (Gambar 4.8) sehingga menghasilkan gambar mesh (gambar 4.9)

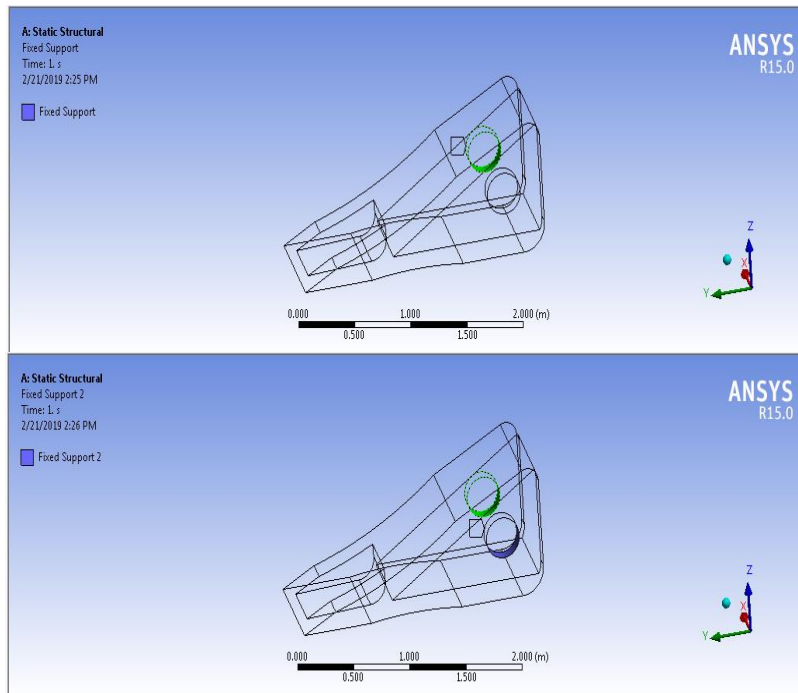
#### 4.4 Penguncian Model Dan Pemberian Beban (Gaya)



Gambar 4.10 Pemberian Kunci Pada Ujung Rod

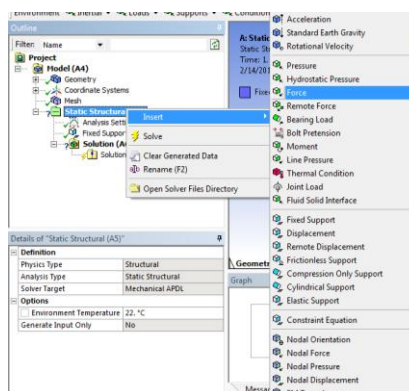
Pada proses simulasi ada beberapa tahap sehingga mendekati dengan permasalahan sebenarnya, pada *bucket teeth* akan terjadi beban (gambar 3.10) yang ditransmisikan oleh *bucket teeth*, gaya terjadi pada seluruh bagian *bucket teeth*, sehingga dapat dilihat pada gambar berikut:





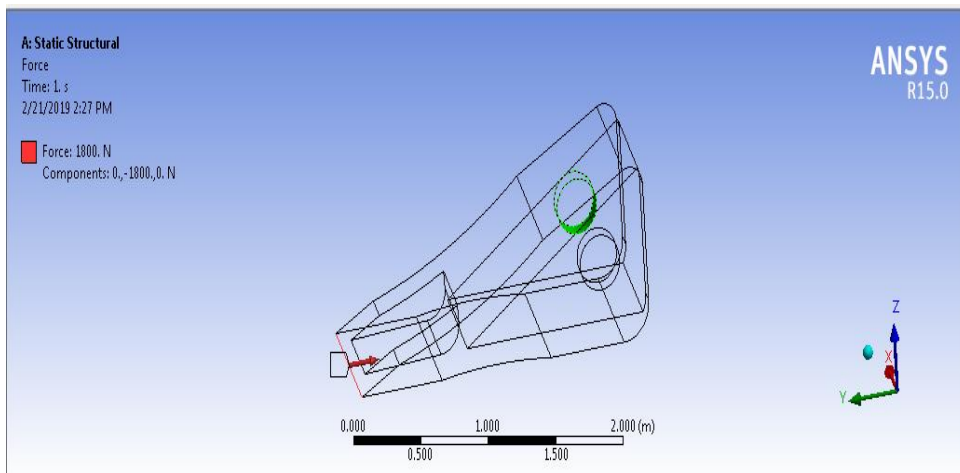
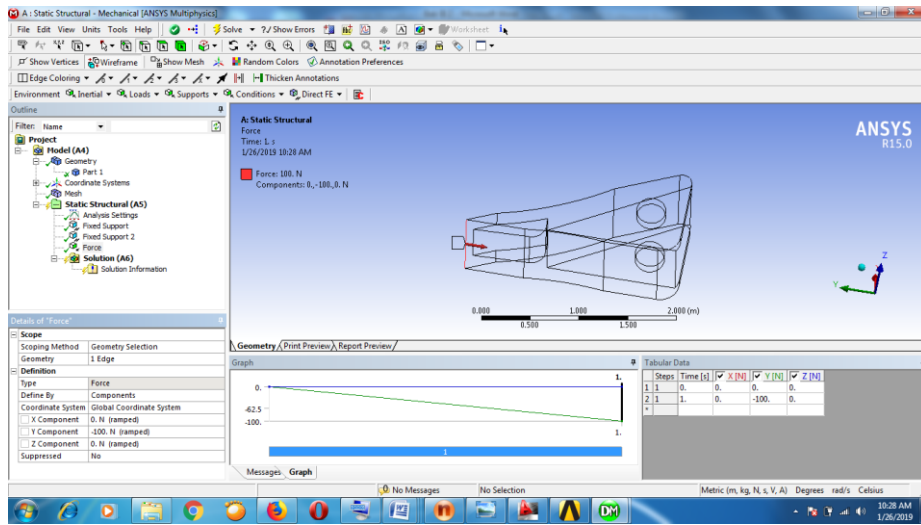
Gambar 4.11 Hasil Penguncian pada Ujung Rod

Pemberian beban pada ujung batang rod yang lain akan memberikan efek pembebanan sesuai dengan hasil perhitungan manual seperti terlihat pada gambar 4.11.

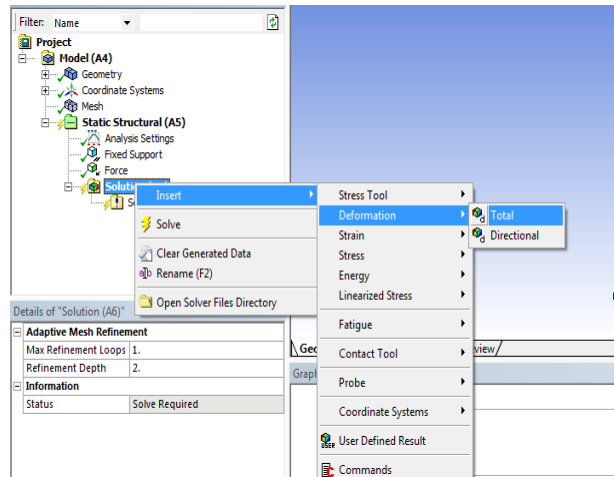


Gambar 4.12 Langkah Pemberian Beban pada Ujung Rod

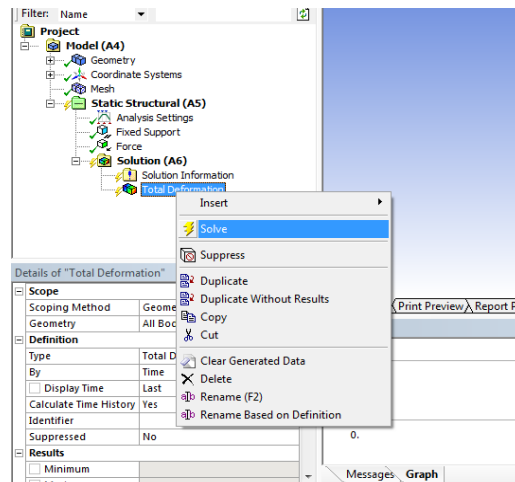
Pada proses simulasi ada beberapa tahap sehingga mendekati dengan permasalahan sebenarnya, pada *bucket teeth* akan terjadi beban (gambar 3.14) yang ditransmisikan oleh *bucket teeth*, gaya terjadi pada seluruh bagian *bucket teeth*, sehingga dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.13 Pemberian Beban pada Ujung Rod



Gambar 4.14 Peyelesaian Dengan Deformasi Total

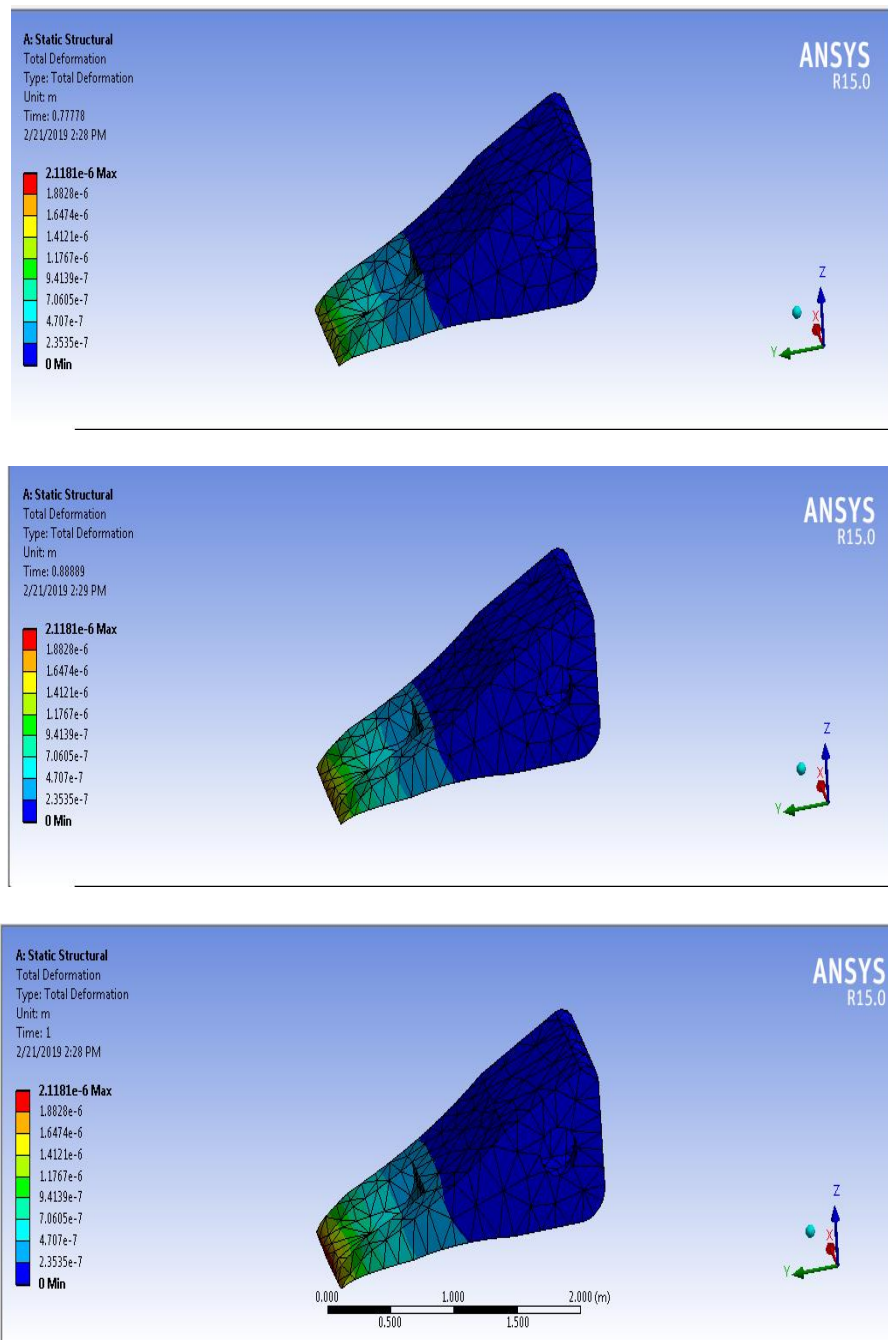


Gambar 4.15 Peyelesaian Dengan Deformasi Total

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

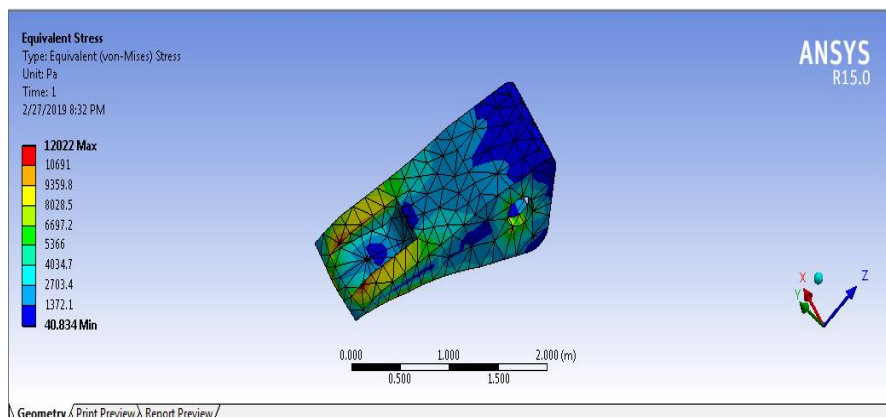
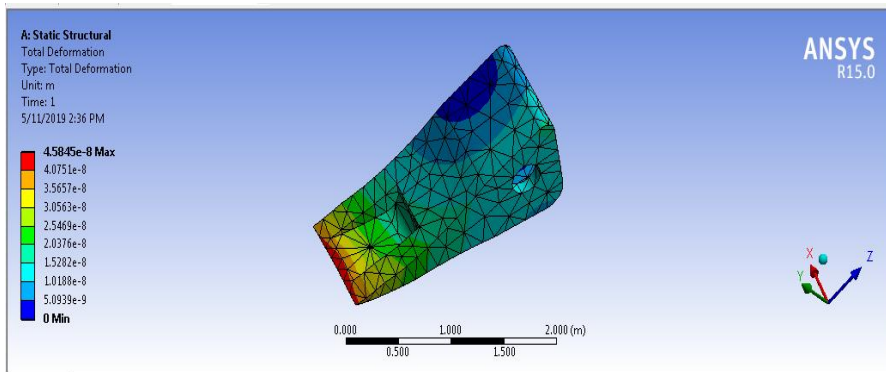
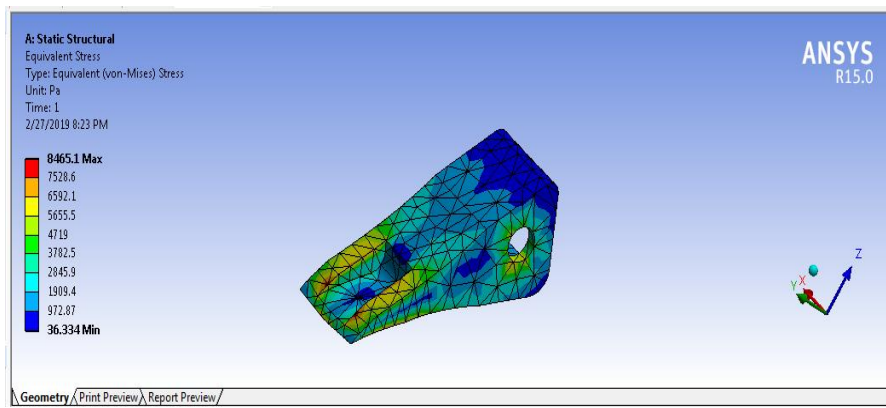
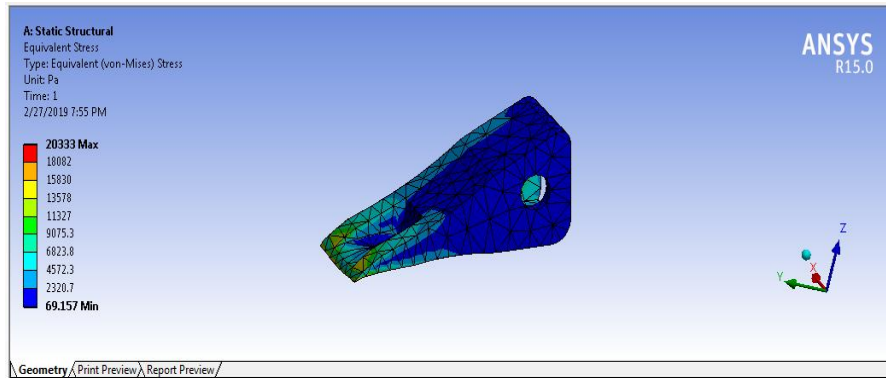
Sementara itu untuk simulasi pada bagian ujung bucket teet seperti pada gambar 4.17, titik kuning kemerahan menunjukkan bagian terkena beban sehingga akibatnya menimbulkan lengkungan pada bucket teet. Pada gambar 4.16 menunjukkan hasil simulasi pada posisi bucket teet di sudut  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  dan  $90^\circ$ . Pada posisi  $45^\circ$  pada ujung bucket teet terlihat warna merah yang lebih banyak menunjukkan beban terkonsentrasi penuh pada bucket teet.

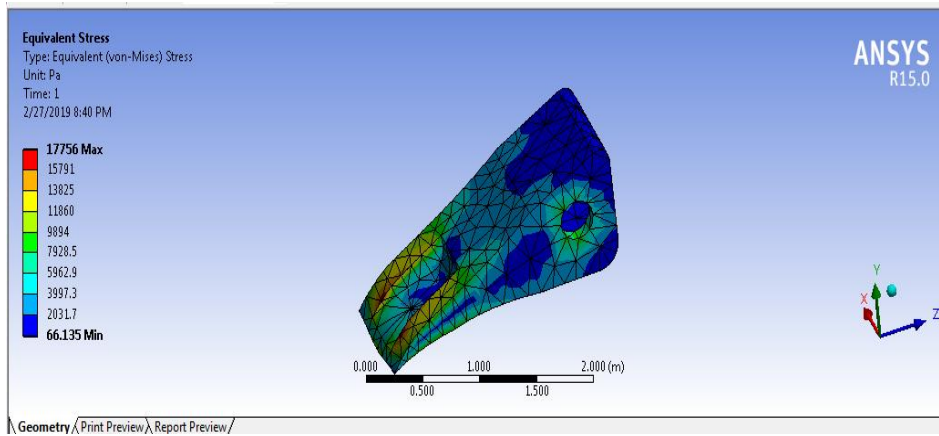
#### 4.5 Hasil simulasi sudut $15^{\circ}$ , $30^{\circ}$ , $45^{\circ}$ , $60^{\circ}$ , dan $90^{\circ}$



Gambar 4.16 Hasil Eksekusi Simulasi Akhir Dengan Total Deformasi

Untuk sudut-sudut teeth bucket yang lain terlihat kelengkungan pada ujung bucket teet, karena ujung nya tertarik sehingga terlihat melengkung jika dibandingkan dengan sudut-sudut rake angel yang lain.





Gambar 4.17 Simulasi rake angle sudut 15°, 30°, 45°, 60° dan 90°

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 5.1. Kesimpulan

1. Besarnya gaya penetrasi tertinggi pada saat proses penggalian adalah 4074.539 N yang diperoleh dari hasil perhitungan. Sementara itu besarnya gaya resistif berbanding lurus dengan naiknya sudut untuk masing-masing bucket teeth.
2. Dari hasil simulasi terlihat bahwa semakin tinggi kenaikan sudut semakin menunjukkan tingkat bahaya terhadap bucket teeth.
3. Untuk pembebanan gaya pada sudut dari hasil perhitungan dan hasil simulasi menunjukka nilai yang tinggi pada sudut  $90^{\circ}$  yang berakibat pada gambar simulasi terjadi kelengkungan yang lebih besar

#### 5.1. Saran

1. Sebaiknya dalam penelitian lanjutan dimensi dari sudut sudut dapat dirancang sesuai dengan medan dan bahan yang akan digali.
2. Pembuatan gambar bucket teeth agar lebih banyak di kombinasika

## DAFTAR PUSTAKA

1. Erdogan Madenci, The Finite Element Method and Applications in Engineering Using Ansys, Springer.
2. Steven dkk, Numerical Methods For Engineers, Mc Graw Hill, 2002
3. <https://komponenalat-berat.blogspot.com/2017/08/sistem-dan-cara-kerja-excavator-hidrolik.html>.
4. John Deere. 2002. *Bucket Tooth Catalogue*. USA : John Deere.
5. McKyes, E. 1985. *Developments in Agricultural Engineering 7 "Soil Cutting and Patel, BP. Prajapati, JM. and Gadhvi, BJ. 2011. An excavation force calculation*
6. Shaikh, BP And Mulla, AM. 2015. Analysis Of Bucket Teeth Of Backhoe Excavator.
7. Tasevski, A. And Hedlund, C. Design Of Bucket Teeth. Eskilstuna : Mälardalen University, 2016.
8. Shaikh, Bilal Pirmahamad, And Abid M. Mulla. "Analysis Of Bucket Teeth Of Backhoe Excavator Loader And Its Weight Optimization." *International Journal Of Engineering Research & Technology* 4 (5) (201): 289-295.
9. Deere, John. *Bucket Tooth Catalogue*. USA, 2002.
10. Fang ZQ, Hu GM, Gui WJ, Liu Y. Analysis Of Contact Forces Of Particles With Excavator Bucket In Digging Process By Using Discrete Element Method. In *Mechanics And Mechanical Engineering: Proceedings Of The 2015 International Conference (MME2015) 2016 Jul 14 (Pp. 30-38)*.
11. Patel, Bhaveshkumar P. And Prajapati., J. M. "Evaluation Of Bucket Capacity,
12. Zienkiewicz, O. C., Taylor, R. L. And Zhu, J. Z. *The Finite Element Method: Its Basis And Fundamentals* 6th Edition. Amsterdam, 2005.
13. Sumber, <https://www.indiamart.com/proddetail/hitachi-bucket-teeth>
14. <http://www.investmentcastchina.com/bucket-teeth/>.
15. [<https://www.alibaba.com/product-detail/Strong-wear-proof-mini-excavator>]
16. [html\_upload\_userfiles\_file\_Hitachi\_Graafmachines].



## LAMPIRAN

Bukti Riset Pabrik Yang Di Lagukan Selama Beberapa Minggu







## LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

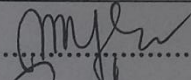
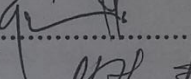
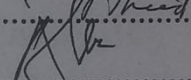
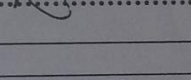
Nama : Zulkifli  
 NPM : 1407230114


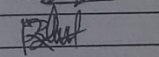
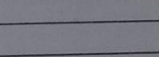
Dosen Pembimbing 1 : Muhammad yani, S.T., M.T  
 Dosen Pembimbing 2 : Chandra A siregar, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
		- Pemberian spesifikasi tugas akhir	my
	Kamis 20-12-18	- Perbaiki Bab I & II	my
	Senin 8-1-19	- Perbaiki Bab II format, tabel & Spasi	my
	Rabu 30-1-19	: Perbaiki Bab III, flowchart	my
	Kamis 28-2-19	: Perbaiki Bab IV & V Acc Bab IV & V selain ke pembimbing II	my
	04-3-2019	perbaiki format	9
	28-4-2019	Acc. Seminar	9

**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK - UMSU  
TAHUN AKADEMIK 2018 - 2019**

Peserta seminar : Zulkifli  
 Nama : 1407230114  
 NPM :  
 Judul Tugas Akhir : Analisa Numerik Pengaruh Sudut Terhadap Distribusi Tegangan Pada Excavator Bucket Teeth.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing - I : M.Yani.S.T.M.T	: 
Pembimbing - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T	: 
Pemanding - I : Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T	: 
Pemanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	140230120	FENKI INSANDI	
2	1407230124	MUHAMMAD AKBAR	
3	140230173	SATRIA IRVAN AFIF	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 09 Ramadhan 1440 H  
14 Mei 2019 M

Ketua Prodi. T Mesin



DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Zulkifli  
NPM : 1407230114  
Judul T.Akhir : Analisa Numerik Pengaruh Sudut Terhadap Distribusi Tegangan Pada Excavator BucketTeeth.

Dosen Pembimbing - I : M. Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
  - o Sesuaikan judul, Tujuan, Metode dan hasil
  - o Metode, prosedur, dan hasil di sesuaikan.
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....

Medan 09 Ramadhan 1440H  
14 Mei 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin

Dosen Pembanding- I



*Ahmad Marabdi Srg.*  
Ahmad Marabdi Srg.S.T.M.T

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Zulkifli  
NPM : 1407230114  
Judul T.Akhir : Analisa Numerik Pengaruh Sudut Terhadap Distribusi Tegangan Pada Excavator Bucket Teeth.

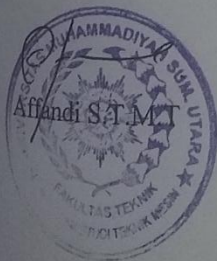
Dosen Pembimbing - I : M.Yani.S.T.M.T  
Dosen Pembimbing - II : Chandra A Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : Ahmad Marabdi Siregar.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :  
- Perbaiki merode pemulom massa dogam bola ,  
- Perbaiki ....  
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....

Medan 09 Ramadhan 1440H  
14 Mei 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Mesin



Dosen Pembanding- II  
*[Signature]*  
Sudirman Lubis.S.T.M.T

**SURAT BALASAN**

Medan, 25 April 2019

Nomor : 24/AM/BP/2019  
Lampiran : -  
Prihal : Balasan Permohonan Mengenai Penelitian Untuk Mengerjakan Tugas Akhir.

Kepada Yth  
Dekan Fakultas Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Di tempat

Dengan Hormat

Melalui surat ini, kami dari CV. Karya Murni Pratama menyatakan bahwa mahasiswa yang tertera nama dibawah ini :

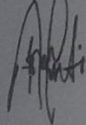
Aditya Putra Malau	1407230140
Fengki Insandi	1407230120
Muhammad Akbar	1407230126
Satria Irvan Afif	1407230173
Zulkifli	1407230114

Telah mengadakan penelitian/riset atau pengumpulan data tugas akhir dari tanggal 15 Oktober 2018 sampai 29 Desember 2018 dengan ketentuan mahasiswa tersebut diatas, menaati semua peraturan dan tata tertib yang berlaku di CV. Karya Murni Pratama.

Demikian surat ini kami sampaikan dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Hormat Kami,

Penanggung jawab  
lapangan



Sofyan Effendi

Manager

CV. Karya Murni



Chandra



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama : Zulkifli  
NPM : 1407230114  
Tempat/ Tanggal Lahir : BELAWAN, 16 Juni 1996  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Alamat : Jl. Kptn. Rahmad Budin Gg. Seri Lingk 8 Medan  
Marelan  
Nomor HP : 085668359168  
Email : [zulkifli199410@gmail.com](mailto:zulkifli199410@gmail.com)  
Nama Orang Tua  
Ayah : M Taufik  
Ibu : Krismalena Sembiring Milala

### PENDIDIKAN FORMAL

2001-2002 : TK AISYIYAH BUSTANUL ATHFAL P.SIDEMPUAN SELATAN  
2003-2008 : SD NEGERI 067773 MEDAN MARELAN  
2008-2011 : SMP SWASTA PGRI-3 MEDAN  
2011-2014 : SMK SWASTA SINAR HUSNI 2 DELI SERDANG  
2014-2019 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)