

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR

**ANALISA NUMERIK KEKUATAN PISTON PADA
MOTOR BAKAR DENGAN VARIASI GEOMETRI**

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh :

NAMA : BUDI ASHARI

NPM : 1307230036



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

ABSTRAK

Penulisan tugas sarjana ini bertujuan untuk melakukan analisis finite element nonlinier untuk memeriksa karakteristik utama kekuatan piston dan untuk mengembangkan formula desain sederhana untuk memprediksi kekuatan dari struktur piston, pemodelan elemen hingga teknik yang di kembangkan untuk menghitung perilaku utama kekuatan piston dengan berbeda jenis atau variasi geometri, Tekanan kompresi motorik yang dihasilkan mesin mencapai kisaran 9-13 psi atau 900-1300 kPa, Dalam penelitian analisa numerik pada piston bakar dengan variasi geometri ini memiliki daya total deformation masing-masing yaitu, geometri satu tekanan 100.000 Pa = 2.2256e-6 Max, geometri dua tekanan 300.000 Pa = 1.8078e-6 Max, geometri tiga tekanan 500.000 Pa = 3.6927e-6 Max.

Kata kunci : Piston, Geometri, Analisis Elemen Hingga

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatu

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat ALLAH SWT, atas segala rahmat, hidayah, nikmat, serta karunia-Nya, sehingga dengan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Sarjana yang berjudul “ANALISA NUMERIK KEKUATAN PISTON PADA MOTOR BAKAR DENGAN VARIASI GEOMETRI”, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik S-1, pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Adapun Tugas Sarjana ini tidak luput dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, dengan segenap kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua, Ayahanda Sugito dan Ibunda Mesradiati, S.pd yang selalu memberikan kasih sayang dan dukungan baik moril maupun materil.
2. Bapak Rahmat Kartolo Simanjuntak, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing I, dan Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.,M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Khairul Umurani, S.T.,M.T. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak H.Muharnif, S.T.,M.Sc. selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Affandi, S.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin dan Staf Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Kepada Kakanda Suci Prastiwi, Rafita, Dan Tri Lestari Yang Selalu Senantiasa Memberikan Dukungan Dan Semangat Dalam Tugas Akhir ini.
9. Kepada Yang Tersayang Noorsheha, Sp.i Yang Telah Memberikan Semangat Support Dan Canda Tawa Sehingga Penulis Dapat Menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Teman-Teman Satu Kelas A1 Pagi Stambuk 2013, Dan Teman-Teman Satu Tugas Sarjana yang nama nya tidak bisa di sebutkan satu persatu yang telah Membantu Penulis Sehingga Tersusunnya Tugas Sarjana.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga Tugas Sarjana ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca serta dapat menjadi referensi untuk selanjutnya.

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatu.

Medan, Oktober 2017

BUDI ASHARI

1307230036

DAFTAR ISI

COVER	
LEMBAR PENGESAHAN-1	
LEMBAR PENGESAHAN-2	
LEMBAR SPESIFIKASI	
LEMBAR ASISTENSI	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR NOTASI	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengerian Piston	5
2.2 Bahan Piston	6

2.3	Bagian Bagian Piston	7
2.3.1	Paduan Logam Alumunium	8
2.3.2	Struktur Alumunium	10
2.3.3	Klasifikasi Alumunium	11
2.3.4	Sifat Sifat Alumunium	12
2.3.5	Ciri Ciri Alumunium	13
2.3.6	Keuntungan Alumunium	14
2.4	Sifat Material	14
2.4.1	Kekerasan Sifat Material	14
2.4.2	JIS (Japan Industrial Standart)	16
2.5	Pengujian Kekerasan	17
2.5.1	Kekerasan Brinel	18
2.5.2	Kekerasan Rockwell	19
2.5.3	Kekerasan Vickers	19
2.5.4	Kekerasan Mayers	20
2.5.5	Microhardness Test	21
2.6	Pengujian Tekan	22
2.7	FEM (Finite Elements Method)	24
BAB 3	METODE PENELITIAN	26
3.1	Tempat Dan Waktu Penelitian	26
3.1.1	Tempat Penelitian	26
3.1.2	Waktu	26
3.2	Alat Penelitian	26
3.2.1	Laptop	26
3.2.2	Softwere Catia	27
3.2.3	Softwere Ansys	27

3.3	Diagram Alir	28
3.4	Tahap Mendesain Piston	29
3.4.1	Menyalakan Komputer Dan Pilih Software Catia	29
3.5	Mendisain Model Piston Geometri 1	30
3.6	Mendisain Model Piston Geometri 2	31
3.7	Mendisain Model Piston Geometri 3	32
3.8	Tahapan Menggunakan Ansys	33
3.8.1	Tampilan Awal Workbench 15	33
3.8.2	Menentukan Analisis Sistem	33
3.8.3	Engineering Data	34
3.8.4	Menentukan Geometri	35
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Hasil Konsep Simulasi Tekanan Pada Piston	36
4.1.1	Hasil Geometri Satu Dengan Tekanan 100.000 Pa	36
4.1.2	Hasil Simulasi Dari Total Deformation	37
4.1.3	Hasil Bentuk Pada Piston	38
4.1.4	Hasil Grafik Dari Penekanan 100.000 Pa	38
4.2	Hasil Geometri Dua Simulasi Tekanan 300.000 Pa	40
4.2.1	Hasil Simulasi Dari Total Deformation	41
4.2.2	Hasil Bentuk Pada Piston	42
4.2.3	Hasil Grafik Dari Penekanan 300.000 Pa	43
4.3	Hasil Geometri Tiga Simulasi Tekanan 500.000 Pa	45
4.3.1	Hasil Simulasi Dari Total Deformation	45
4.3.2	Hasil Bentuk Pada Piston	46
4.3.3	Hasil Grafik Dari Penekanan 500.000 Pa	47

BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	50
	5.1 Kesimpulan	50
	5.2 Saran	51

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 :	Bagian Bagian piston	8
Gambar 2.2 :	Alumunium Batang (ingot)	11
Gambar 2.3 :	bentuk spesimen pada pengujian tekanan dengan satuan	17
Gambar 3.1 :	Diagram Alir	28
Gambar 3.2 :	Tampilan Layar Komputer	29
Gambar 3.3 :	Piston Geometri Satu	30
Gambar 3.4 :	Piston Geometri Dua	31
Gambar 3.5 :	Piston Geometri Tiga	32
Gambar 3.6 :	Tampilan Awal Workbench 15	33
Gambar 3.7 :	Jendela Kerja Statik Struktural	34
Gambar 3.8 :	Propertis Material	34
Gambar 3.9 :	Memilih Geometri	35
Gambar 4.1 :	Dengan Pemberian Tekanan 100.000 Pa	36
Gambar 4.2 :	Hasil Simulasi Dari Total Deformation	37
Gambar 4.3 :	Grafik Hasil Tekanan 100.000 Pa	39
Gambar 4.4 :	Dengan Pemberian Tekan 300.000 Pa	40
Gambar 4.5 :	Hasil Simulasi Dari Total Deformation	42
Gambar 4.6 :	Grafik Hasil Tekanan 300.000 Pa	44
Gambar 4.7 :	Dengan Pemberian Tekanan 500.000 Pa	45
Gambar 4.8 :	Hasil Simulasi Dari Total Deformation	46
Gambar 4.9 :	Grafik hasil Daya Tekanan 500.000 Pa	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 :	Sifat Sifat Fisik Alumunium	13
Tabel 2.2 :	Sifat Sifat Mekanik Alumunium	13
Tabel 2.3 :	Memilih Dan Menentukan Kekerasan	16
Tabel 2.4 :	Satuan Tekanan	22
Tabel 4.1 :	Hasil Penekanan Geometri 1	38
Tabel 4.2 :	Hasil Penekanan Geometri 2	43
Tabel 4.3 :	Hasil Penekanan Geometri 3	47

DAFTAR NOTASI

Notasi		Satuan
P	= beban yang diterapkan	(kg)
D	= diameter bola	(mm)
D	= diameter lekukan	(mm)
T	= kedalaman jarak	(mm)
P	= beban yang diterapkan	(kg)
L	= panjang diagonal rata-rata	(mm)
Θ	= sudut antara permukaan intan yang berlawanan 136°	
P	= beban yang diterapkan	(kg)
d	= diameter lekukan	(mm)
n'	= konstanta beban pengerasan regangan	
K	= konstanta bahan yang menyatakan ketahanan bahan terhadap Penembusan	
P	= beban yang diterapkan	(kg)
AP	= luas proyeksi lekukan yang tidak pulih kebentuk semula	(mm ²)
L	= panjang diagonal yang lebih panjang	
C	= konstanta untuk setiap penumbuk (ditentukan oleh pabrik pembuat)	
N	= Newton	
M	= Meter	
Kg	= Kilogram	
S	= Detik / Sekon	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan manusia akan kendaraan khususnya di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Selama ini di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan kendaraan tersebut masih bergantung dari luar negeri. Oleh sebab itu, perlu di rancang kendaraan buatan dalam negeri yang mampu memenuhi kebutuhan rakyat Indonesia. Kendaraan nasional tersebut mampu bekerja sesuai dengan kondisi yang ada di Indonesia.

Salah satu langkah pada pengembangan pembuatan kendaraan nasional tersebut dengan melakukan modifikasi pada pistonya. Mesin yang akan di bangun menggunakan sistem injeksi langsung. Sistem ini membutuhkan bentuk kepala piston yang sedemikian rupa untuk memenuhi kebutuhan turbulensi pada saat pemasukan bahan bakar dan udara. Sehingga di butuhkan perubahan bentuk kepala piston untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Dengan pengembangan mesin tersebut di harapkan akan menaikkan rasio kompresi nya sehingga menaikkan tenaga yang di hasilkan.

Pada *analisa numerik kekuatan piston pada motor bakar* ini adalah pembelajaran untuk mengetahui sejauh mana perubahan tersebut terjadi pada piston maka perlu dilakukan pengamatan yang salah satu nya bisa di lakukan dengan simulasi numerik. Simulasi numerik memiliki keuntungan dalam penghematan waktu dan biaya.

Memilih 3 benda kerja piston dengan variasi geometri yang berbeda dan membangun 3 model fem (finite elemen method) piston dengan menggunakan software catia dan menganalisa uji Tekan dengan bervariasi geometrinya dan mengevaluasi kekuatan pada piston nya dengan variasi geometri menggunakan software ansys.

1.2 Rumusan Masalah

Sehubungan dengan judul tugas akhir ini maka perumusan masalah yang diperoleh dalam tugas sarjana ini adalah Bagaimana mengevaluasi kekuatan pada piston dengan variasi geometri.

1.3 Batasan Masalah

Karena luasnya jangkauan permasalahan dalam menganalisa kekuatan piston dengan variasi geometri maka perlu adanya pembatasan masalah, adapun batasan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui kekuatan maksimum pada piston atau Total deformation dengan menggunakan software finite element (ANSYS).
2. Untuk mengevaluasi kekuatan pada piston.

1.4 Tujuan

1.4.1 Tujuan Umum

Secara umum tujuan dari penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisa numerik kekuatan piston pada motor bakar menggunakan software finite element (ANSYS).

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus pada penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Untuk memilih 3 piston yang akan di analisa Kekuatan nya.
2. Untuk menggambar 3 piston dengan variasi geometri dengan menggunakan software catia.
3. Untuk menganalisa piston dengan variasi geometri menggunakan software finite element (ANSYS).
4. Untuk mengevaluasi kekuatan piston atau Total deformation dengan variasi geometri.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan piston dengan variasi geometri yang berbeda agar dapat mengetahui dengan geometri yang terbaik dengan kekuatan yang maksimum agar dapat mengetahui dari ketiga model piston yang terbaik dalam pemilihan beban yang diberikan.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB 1 : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan pengujian, manfaat dan sistematika penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang landasan teori yang di gunakan yaitu mengenai persamaan-persamaan teori yang bersinggungan dengan judul Tugas Akhir.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan cara atau metode penelitian, jalannya penelitian yang di lakukan.

BAB 4 : ANALISA DATA STRUKTUR PISTON

Bab ini berisikan data-data, dan analisa data.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan hasil perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini berisikan tentang sumber atau buku yang penulis baca yang membahas persoalan dalam tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Piston

Piston adalah komponen mesin yang membentuk ruang bakar bersama-sama dengan silinder blok dan silinder head. Piston jugalah yang melakukan gerakan naik turun untuk melakukan siklus kerja mesin, serta piston harus meneruskan tenaga hasil pembakaran ke crankshaft. Jadi dapat kita lihat bahwa piston memiliki fungsi yang sangat penting dalam melakukan siklus kerja mesin dan dapat menghasilkan tenaga pembakaran.

Dengan fungsi tersebut, maka piston harus terpasang dengan rapat dalam silinder. Satu atau beberapa ring (cincin) di pasang pada piston agar sangat rapat dengan silinder. Pada silinder dengan temperatur menengah ke atas, bahan ring terbuat dari logam, di sebut dengan (ring piston). Sedangkan pada silinder dengan temperatur kerja rendah, umumnya bahan ring terbuat dari karet, di sebut dengan ring sil (seal ring).

Untuk mengetahui bentuk fisik dari piston pada motor 4 tak ada beberapa ciri-ciri sebagai berikut :

1. Mempunyai 3 lubang rumah ring.
2. Pada permukaan kepala piston terdapat tanda coakan / lekukan besar dan kecil.

Piston juga merupakan salah satu komponen utama pada motor bakar yang berfungsi sebagai komponen penekan udara masuk dan penerima tekanan hasil pembakaran pada ruang bakar. Komponen ini di rancang harus ringan dan tahan terhadap tekanan. Selain pemilihan jenis material yang tepat, pemilihan proses

manufaktur piston akan mempengaruhi karakteristik nya, terutama sifat fisik dan sifat mekanis, piston yang di jual di pasaran kebanyakan di buat dengan proses pengecoran. Namun untuk peningkatan efisiensi juga telah di kembangkan piston yang dibuat dengan proses tempa (Zainal, 2013).

2.2. Bahan Piston

Umumnya material standart yang di gunakan untuk membuat piston adalah jenis *Aluminium silicon alloy* (seri 4032) yang mengacu pada AA (*aluminium association*) atau setara dengan A94032 (UNS).

Jenis alumunium paduan seri 4XXX ini memang di rekomendasikan untuk aplikasi komponen yang membutuhkan koefisien muai panas yang rendah seperti yang di butuhkan untuk komponen piston baik dengan proses tempa mau pun pengecoran.

Bila dibandingkan dengan material piston tempa, maka komposisi antara piston hasil tempa berbeda pada jumlah kandungan Cu, Mg dan Ni. Pada piston tempa, kandungan Cu lebih besar yaitu 4,182 % sedangkan piston cor 1,139 % namun pada piston tempa tidak ada kandungan Mg dan sedikit Ni.

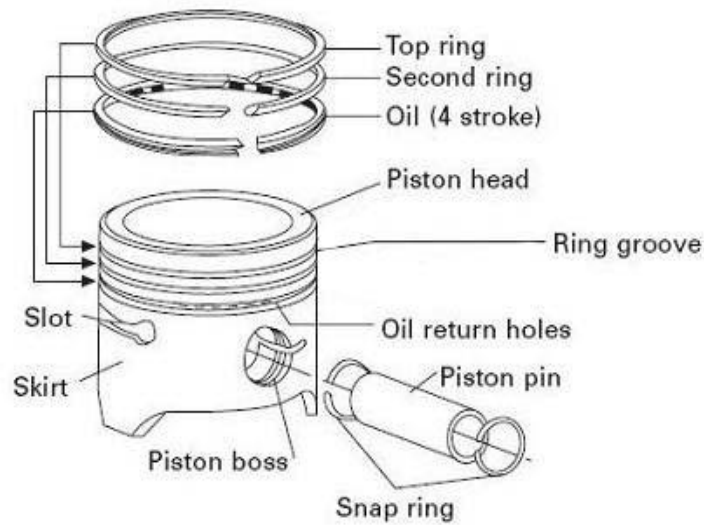
Kandungan Cu yang besar berperan untuk meningkatkan kekuatan piston, namun untuk produk tempa tidak boleh melebihi 5,6 % karna dapat membentuk CuAl yang menjadikan rapuh. Pada material piston cor terdapat tambahan unsur Mg dan Ni yang cukup signifikan sebesar masing-masing 1,179% dan 1,221% yang bertujuan untuk meningkatkan piston dan sebagai penghalus butir.

Hasil uji kekerasan produk piston yang di buat dengan tempah memiliki nilai kekerasan rata-rata lebih tinggi sebesar 14,9% di banding produk piston cor

yaitu sebesar 139,2HV (produk tempah) dan 121,1HV (produk tempa). Di samping peranan komposisi alumunium paduan, peranan proses produksinya dengan penempaan memberikan pengaruh dalam peningkatan kekerasan. Dalam proses tempa terjadi *strain hardening* (pengerasan regang), dimana bagian yang paling besar mengalami deformasi memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi (Setyadi, 2012).

2.3 Bagian – Bagian Piston

Piston bekerja pada temperatur tinggi maka, pada bagian-bagian tertentu seperti antara diameter piston dan diameter silinder ruang bakar oleh para desainer sengaja diciptakan celah. Celah ini secara otomatis akan berkurang (menjadi presisi) ketika komponen-komponen itu terkena suhu panas. Ini yang kemudian mengurangi terjadinya kebocoran kompresi. Celah piston bagian atas lebih besar dibandingkan bagian bawah. Ukuran celah piston ini bervariasi tergantung dari jenis mesinnya. Umumnya antara 0,02 hingga 0,12 mm. Memakai ukuran celah yang tepat sangat penting. Alasannya, bila terlalu kecil akan menyebabkan tidak ada celah antara piston dan silinder ketika kondisi panas. Kondisi ini akan menyebabkan piston bisa menekan silinder dan merusak mesin. Sebaliknya, kalau celahnya terlalu berlebihan, tekanan kompresi dan tekanan gas hasil pembakaran akan menjadi rendah. Akibatnya mesin kendaraan pun tidak bertenaga dan mengeluarkan asap (Surdia, 1992).



Gambar 2.1 : Bagian-bagian piston

2.3.1 Paduan logam aluminium

Paduan aluminium dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu aluminium *wrought alloy* (lembaran) dan aluminium *casting alloy* (batang cor). Aluminium (99,99%) memiliki berat jenis sebesar 2,7 g/cm³, densitas 2,685 kg/m³, dan titik leburnya pada suhu 6600C, aluminium memiliki *strength to weight ratio* yang lebih tinggi dari baja. Sifat tahan korosi aluminium diperoleh dari terbentuknya lapisan oksida aluminium dari permukaan aluminium. Lapisan oksida ini melekat kuat dan rapat pada permukaan, serta stabil (tidak bereaksi dengan lingkungan sekitarnya) sehingga melindungi bagian dalam.

Unsur - unsur paduan dalam aluminium antara lain :

a. Al-Cu dan Al-cu-Mg

Sebagai paduan coran dipergunakan paduan yang mengandung 4-5% Cu . pada fasa penguatan penguatan terjadi penyusutan yang besar , resiko yang besar pada kegetasan panas dan mudah terjadi retakan

pada coran . Sebagai paduan Al-Cu-Mg paduan yang mengandung 4%Cu dan 0,5%Mg dapat mengeras dengan sangat cepat dalam beberapa hari oleh penuaan pada temperature biasa setarlah pelarutan .

b. Paduan Al-Mn

Mn adalah unsure yang memperkuat alumunium tanpa mengurangi ketahanan korosi , dapat ditahan untuk membuat paduan yang tahan korosi pada Al 1,2% Mn 1,0% dinamakan paduan 3003 dan 3004 yang dipergunakan sebagai paduan tahan korosi tanpa perlakuan panas.

c. Paduan Al-Si

Pada paduan ini adanya perlakuan silumi yang memodifikasi struktur sehingga adanya perbaikan sifat sifat mekanik nya . paduana Al-Si sangat baik kecairan nya mempunyai permukaan bagus sekali , tanpa kegetasan paanas, dan sangat baik untuk paduan coran , mempunyai tahan korosi , hantaran listrik serta hantaran panas yang baik . Paduan Al 12% dan Si 29% sangat banyak digunakan untuk paduan cor cetak .

d. Paduan Al-Mg

Dalam paduan Al-Mg secara praktis penambahan Mg tidaklah terlalu banyak . Memiliki tahana korosi yang baik dan sejak lama disebut hidronalium paduan dengan 2-3%Mg dapat mudah ditempa , dirol dan diekstrusi .

e. Paduan Al-Mg-Si

Kalau sedikit Mg ditambahkan kepada Al pegerasan penuaan sangat jarang terjadi , tetapi apabila mengandung Si maka dapat dikeraskan dengan penuan panas . Paduan pada system ini mempunyai kekuatan

kurang sebagai bahan tempaan di bandingkan dengan paduan paduan lain tetapi baik untuk mampu bentuk tinggi pada temperature biasa.

f. Paduan Al-Mg-Zn

Pada paduan ini telah banyak diketahui sejak lama bahwa site ini dapat dibuat keras sekali dengan penuaan setelah pelarutan . tetapi sejak lama tidak dipakai karena mempunyai sifat patah getas oleh retakan korosi tegangan . Al-5,5%, Zn 2,5%, Mn 1,5% sekarang dinamakan paduan 7075 paduan ini mempunyai kekuatan tinggi diantara paduan-paduan lainnya . penggunaan paduan ini paling besar adalah untuk bahan kontruksi pesawat terbang (Maknewsnews, 2013).

2.3.2 Struktur Aluminium

Aluminium (dalam bentuk bauksit) adalah suatu mineral yang berasal dari magma asam yang mengalami proses pelapukan dan pengendapan secara residual. Proses pengendapan residual sendiri merupakan suatu proses pengkonsentrasian mineral bahan galian di tempat. Aluminium merupakan suatu metal reaktif, dan tidak terjadi secara alami.

Aluminium adalah logam yang memiliki kekuatan rendah dan relatif lunak. Aluminium merupakan logam yang ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik pula. Umumnya aluminium dicampur dengan logam lain sehingga membentuk aluminium paduan . Material ini dimanfaatkan bukan saja untuk peralatan rumah tangga , tetapi juga dipakai untuk peralatan industry dan lain sebagainya.

Aluminium ditemukan pada tahun 1825 oleh Sir Humphrey Davy sebagai suatu unsur dan pertama kali direduksi menjadi logam oleh Hans Christian Orsted pada tahun 1825. Sumber unsur ini tidak bebas, biji utamanya adalah bauksit. Penggunaan aluminium antara lain untuk pembuatan kabel, mobil, kerangka pesawat terbang dan berbagai produk peralatan rumah tangga.

Dalam proses pembuatannya aluminium terbagi menjadi dua tahap yaitu proses Bayer yang merupakan proses pemurnian biji bauksit untuk memperoleh aluminium oksida (alumina) dan proses Hall-Heroult merupakan proses peleburan aluminium oksida untuk menghasilkan aluminium murni.



Gambar 2.2 : Aluminium batang (ingot)

2.3.3 Klasifikasi Aluminium

Aluminium secara garis besar terbagi menjadi dua bagian utama yaitu aluminium murni dan aluminium paduan.

1. Aluminium Murni

Aluminium didapat dalam keadaan cair dengan elektrolisa, umumnya mencapai kemurnian 99,85%. Dengan mengelektrolisa kembali dapat dicapai kemurnian 99,99%. Tanpa tambahan logam paduan apapun dan dicetak dalam keadaan biasa.

2. Aluminium paduan

Elemen paduan yang umum digunakan pada aluminium adalah silikon, magnesium, tembaga, seng, mangan, dan juga lithium. Secara umum, penambahan logam paduan hingga konsentrasi tertentu akan meningkatkan kekuatan tensil dan kekerasan, serta menurunkan titik lebur. Jika melebihi konsentrasi tersebut, umumnya titik lebur akan naik disertai meningkatnya kerapuhan.

2.3.4 Sifat-sifat Aluminium

Aluminium memiliki ketahanan terhadap korosi yang baik pada beberapa korosi lingkungan karena permukaan aluminium mampu membentuk lapisan alumina bila bereaksi dengan oksigen. Struktur Kristal yang dimiliki aluminium adalah struktur Kristal FCC (*face centered cubic*), sehingga aluminium tetap ulet walaupun pada temperatur yang sangat rendah.

Seperti logam murni lainnya, aluminium memiliki kekuatan rendah yang tidak bias langsung diaplikasikan karena tahanan deformasi dan patahannya kurang tinggi. Oleh karena itu diperlukan adanya penambahan elemen lain. Kedalaman aluminium, sifat aluminium tergantung dari interaksi komposisi kimia dan struktur mikro, perlakuan panas dan proses deformasi.

Adapun sifat sifat alumunium antara lain : ringan , tahan korosi , penghantar panas yang baik , penghantar listrik yang baik . sifat tahan korosi pada alumunium diperoleh karena terbentuknya lapisan oksida alumunium pada permukaan alumunium tersebut. Lihat pada table dibawah ini

Tabel 2.1: sifat sifat fisik alumunium (Tata Surdia,2005).

No	Sifat sifat	Kemurnian Al (%)	
		99,996	>99,0
1	Masa jenis (20°C)	2,6989	2,71
2	Titik cair	660,2	653-657
3	Panas jenis (cal/g. °C) (100 °C)	0,226	0,2997
4	Hantaran listrik (%)	64,94	59 (dianil)
5	Tahanan listrik koefisien temperataur (°C)	0,00429	0,0115
6	Koefisien pemuaian (20-100 °C)	23,68x10 ⁻⁶	23,5x10 ⁻⁶
7	Jenis Kristal	<i>Fcc</i>	<i>Fcc</i>

Sumber: Pengetahuan bahan teknik 2005

Tabel 2.2:Sifat sifat mekanik alumunium (Tata surdia,2005)

No	Sifat-sifat	Kemurnian Al (%)			
		99,996		>99,0	
		Dianil	75%dirol dingin	Dianil	1118
1	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	4,9	11,6	9,3	16,9
2	Kekuatan mulur (0,2%)(kg/mm ²)	1,3	11,0	3,5	14,8
3	Perpanjangan%	48,8	5,5	35	5
4	Kekerasan brinel	17	27	23	44

Sumber : Pengetahuan bahan Teknik 2005

2.3.5 Ciri-ciri Aluminium

- Aluminium merupakan logam yang berwarna perak-putih
- Aluminum dapat dibentuk sesuai dengan keinginan karena memiliki sifat plastis yang cukup tinggi.

- Merupakan unsur metalik yang paling berlimpah dalam kerak bumi setelah setelah silisium dan oksigen.

2.3.6 Keuntungan Alumunium

- Ringan : memiliki bobot sekitar 1/3 dari bobot besi dan baja, atau tembaga dan karenanya banyak di gunakan dalam industri transportasi seperti angkutan udara.
- Mudah di bentuk dengan semua proses pengerjaan logam, mudah di rakit karna dapat di sambung dengan logam/material lainnya melalui pengelasan, brazing, solder.
- Tahan korosi : sifat nya durabel sehingga baik di pakai untuk lingkungan yang di pengaruhi oleh unsur-unsur seperti air,udara,suhu dan unsur kimia lainnya.

2.4 Sifat Material

Sifat mekanik sangat di pengaruhi oleh struktur Aluminium, misalnya suatu paduan Aluminium atau paduan (dengan komposisi kimia tertentu) akan mempunyai sifat mekanik material yang berubah dan berbeda bila struktur mikronya berubah. Dan mempengaruhi kekerasan atau keuletan pada benda kerja.

2.4.1 kekerasan sifat material

Kekerasan suatu bahan pada umumnya, menyatakan terhadap deformasi dan untuk logam dengan sifat tersebut merupakan ukuran ketahanannya terhadap deformasi plastik atau deformasi permanen. apabila yang menyatakan kekerasan

sebagai ukuran terhadap lekukan dan ada pula yang mengartikan kekerasan sebagai ukuran kemudahan dan kuantitas khusus yang menunjukkan sesuatu mengenai kekuatan dan perlakuan panas dari suatu logam.

Terdapat 3 jenis ukuran kekerasan secara umum, yang bergantung pada cara pengujian ketiga jenis tersebut adalah:

1. Kekerasan goresan (*Stracht Hardness*), adalah kekerasan yang diukur dari hasil goresan yang terdapat pada benda kerja. misalnya cara pengujian MOHS.

2. Kekerasan Lekukan (*Indentation Hardness*), adalah harga kekerasan yang diukur dari hasil lekukan yang terdapat pada benda kerja.

3. Kekerasan Pantulan (*Rebound*) atau kekerasan dinamik (*Dinamic Hardness*), adalah harga kekerasan yang diukur dari hasil pantulan yang lakukan pada saat pengujian. Misalnya cara penekanan : *BRINELL*, *MEYER*, *VICKERS*, *ROCKWELL*, dan lain-lain.

Penentuan kekerasan untuk keperluan industri biasanya digunakan metode. Pengukuran ketahanan penetrasi bola kecil, kerucut atau piramida. Pengujian kekerasan adalah salah satu dari sekian banyak pengujian yang dipakai. Karena dapat dilaksanakan pada benda uji yang kecil tanpa kesukaran mengenai spesifikasinya.

Pengukuran kekerasan digolongkan dalam kelompok pengujian tak merusak. dan diterapkan untuk inspeksi sebagai suku cadang karena kekerasan dengan kekuatan tarik sedang ketahanan aus berbanding terbalik dengan kekerasan (Terasepter, 2013).

Tabel 2.3 : Memilih dan Menentukan Kekerasan

Skala	Pemakaiannya
A	Untuk <i>carbide cementite</i> , baja tipis, dan baja dengan lapisan keras yang tipis
B	Untuk paduan tembaga, baja lunak, paduan aluminium, dan besi tempa
C	Untuk baja, besi tuang keras, besi tempa peritik, titanium, baja dengan lapisan keras yang dalam, dan bahan-bahan lain yang lebih keras daripada skala B-100
D	Untuk baja tipis, baja dengan lapisan keras yang sedang, dan besi tempa peritik
E	Untuk besi tuang, paduan aluminium, magnesium, dan logam-logam bantalan
F	Untuk paduan tembaga yang dilunakkan dan pelat lunak yang tipis
G	Untuk besi tempa, paduan tembaga, nikel-seng, dan tembaga-nikel
H	Untuk aluminium, seng, dan timbal
K	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
L	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
M	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
P	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
R	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
S	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis
V	Untuk logam, bantalan, dan logam yang sangat lunak lainnya, atau bahan-bahan tipis

2.4.2 JIS (Japan industrial standart)

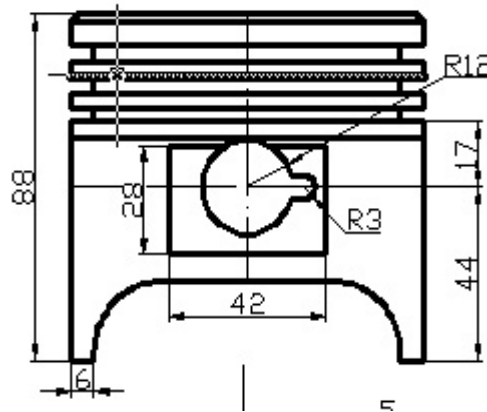
Japanese Industrial Standar (JIS) menentukan standar yang digunakan untuk kegiatan industri di Jepang. Proses standardisasi dikoordinasikan oleh Komite Standar Industri Jepang dan dipublikasikan melalui Jepang Standards Association. JIS adalah standar untuk menyepuh plating pemasok untuk membuktikan kualitas mereka dalam industri otomotif.

Lebih jelasnya membahas tentang pengujian kekerasan paduan logam yaitu secara umum semua sifat mekanik dapat terwakili oleh sifat kekerasan bahan, orang yang beranggapan benda yang keras pasti kuat, sehingga “jika di butuhkan bahan yang kuat, maka pilih bahan yang keras” ini merupakan pernyataan yang keliru bahwa ada suatu bahan yang memiliki kesebandingan antara kekerasan dengan kekuatan itu benar tetapi ada juga sifat yang justru perbandingannya terbalik bahwa bahan yang keras akan rapuh. Oleh karena itu di

perlu definisi yang spesifik antara kekerasan dengan kekuatan kendali masing-masing memiliki korelasi.

Berdasarkan pada persyaratan tersebut maka ketiga metoda tersebut pengujian kekerasan yang di bakukan pemakaiannya adalah :

- Pengujian kekerasan dengan cara penekanan (Indentation Test)
- Pengujian kekerasan dengan cara goresan (Scratch Test)
- Pengujian kekerasan dengan cara dinamik (Dynamic test)(scribd.com).



Gambar 2.3 : bentuk spesimen pada pengujian tekanan dengan satuan milimeter

2.5 Pengujian Kekerasan

Proses pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui kekuatan paduan pada benda uji. Pengujian kekerasan pada piston di maksudkan untuk mengetahui kekuatan piston itu sendiri seperti untuk mengetahui kekerasan struktur micro dari bahan yang di gunakan.

Kekerasan (Hardness) adalah salah satu sifat mekanik (Mechanical properties) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan

(frictional force), dalam hal ini bidang keilmuan yang berperan penting mempelajarinya adalah Ilmu Bahan Teknik (Metallurgy Engineering). Kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan). Didunia teknik, umumnya pengujian kekerasan menggunakan 4 macam metode pengujian kekerasan, yakni :

1. Kekerasan Brinell (HB / BHN)
2. Kekerasan Rockwell (HR / RHN)
3. Kekerasan Vickers (HV / VHN)
4. Kekerasan Meyer
5. Micro Hardness (Namun jarang sekali dipakai-red)

2.5.1. Kekerasan Brinell

Pengujian brinell adalah salah satu cara pengujian kekerasan yang paling banyak digunakan. Pada pengujian brinell digunakan bola baja yang dikeraskan sebagai indenter. Kekerasan Brinell di hitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{BHN} &= \frac{P}{\left(\pi \cdot \frac{D}{2}\right) (D^2 - \sqrt{D^2 - d^2})} \\ &= \frac{P}{\pi \cdot D \cdot t} \quad (\text{Kg} / \text{mm}^2) \end{aligned} \quad (2.1)$$

P = Beban yang di terapkan (kg)

D = Diameter bola (mm)

D = Diameter Lekukan (mm)

T = Kedalaman jarak (mm)

2.5.2. Kekerasan Rockwell

Ada cara rockwell pengukuran langsung dilakukan oleh mesin, dan mesin langsung menunjukkan angka kekerasan dari bahan yang di uji. Cara ini lebih cepat dan lebih akurat. Pada cara rockwell yang normal , permukaan logam yang di uji di tekan oleh indentor dengan gaya tekan 10 kg, beban awal (minor load P_0) sehingga ujung indikator menembus permukaan sedalam h .

Uji ini menggunakan kedalaman lekukan pada beban yang konstan sebagai ukuran kekerasan. Mula-mula diterapkan beban kecil sebesar 10 kg untuk mendapatkan benda uji. Hal ini akan memperkecil jumlah preparasi permukaan yang di butuhkan dan juga diperkecil kecendrungan untuk terjadi penumbukan ke atas atau penurunan yang disebabkan oleh penumbuk. Kemudian diterapkan beban besar dan secara otomatis kedalaman lekukan akan tekanan pula gage penumbuk yang menyatakan angka kekerasan. penunjuk tersebut terdiri atas 100 bagian masing-masing bagian menyatakan penembusan sedalam 0,00008 inci.

Petunjuk kebalikannya sedemikian hingga kekerasan yang tinggi yang berkaitan dengan penembusan yang kecil menghasilkan penunjukan angka kekerasan yang tinggi. Hal ini sesuai dengan angka kekerasan lain yang telah dijelaskan sebelumnya. Tetapi tidak seperti penentuan kekerasan cara brinell dan vickers yang mempunyai satuan (kg/mm^2), angka kekerasan rockwell semata-mata tergantung pada kita.

2.5.3. Kekerasan Vickers

Uji kekerasan rockwell ini juga didasarkan kepada penekanan sebuah indentor dengan suatu gaya tekan tertentu ke permukaan yang rata dan bersih dari

suatu logam yang diuji kekerasannya. Setelah gaya tekan dikembalikan ke gaya minor maka yang dijadikan dasar perhitungan nilai kekerasan rockwell bukanlah hasil pengukuran diameter ataupun diagonal bekas lekukan tetapi justru “dalamnya bekas lekukan yang terjadi itu”.

Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diagonal jejak. DPH dapat ditentukan dari persamaan berikut :

$$\text{DPH} = \frac{2 P \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{L^2} = \frac{1,854 \cdot P}{L^2} \quad (2.2)$$

L = Panjang diagonal yang lebih panjang (mm)

P = Beban yang di terapkan (kg)

Θ = Sudut antara intan yang berlawanan

Hasil pengujian kekerasan vickers ini tidak tergantung pada besarnya gaya tekan (tidak seperti pada Brinell), dengan gaya tekan yang berbeda akan menunjukkan hasil yang sama untuk bahan yang sama. dengan demikian juga Vickers dapat mengukur kekerasan bahan mulai dari yang sangat lunak (5HV) sampai yang amat keras (1500 HV) tanpa perlu mengganti gaya tekan.

2.5.4. Kekerasan mayer

Mayer mengukur kekerasan dengan cara yang hampir sama seperti brinell juga menentukan indenter bola hanya saja angka kekerasannya tidak dihitung dengan luas permukaan tampak tekan, tetapi dihitung dengan luas proyeksi tampak tekan.

Tekanan rata-rata antara luas penumbuk (identor) dan lekukan adalah sama dengan beban dibagi luas proyeksi lekukan.

$$P_m = \frac{P}{\pi \cdot r^2} \quad (2.3)$$

Meyer mengemukakan bahwa tekanan rata-rata ini, dapat diambil sebagai ukuran kekerasan dan dinamakan kekerasan meyer.

$$\text{Kekerasan Meyer} = \frac{4 P}{\pi \cdot d^2} \quad (\text{kg} / \text{mm}^2) \quad (2.4)$$

P = beban yang di berikan (kg)

D = diameter lekukan (mm)

N = konstanta beban pengerasan regangan

K = konstanta bahan yang menyatakan ketahanan bahan

Dengan cara ini pengukuran tidak lagi terpengaruh oleh besarnya gaya tekan yang digunakan untuk menekan indenter (jadi tidak seperti brinel). Hasilnya akan sama walaupun pengukuran dilakukan dengan gaya tekan berbeda.

Kekerasan meyer merupakan cara pengukuran lebih mendasar dalam hal mengukur kekerasan lekukan, namun jarang digunakan untuk pengukuran kekerasan.

Meyer mengajukan suatu hubungan empiris antara beban dan ukuran lekukan. Hubungan tersebut dinamakan hukum meyer

$$P = K \cdot d n' \quad (2.5)$$

2.5.5. Microhardness Test

Pada mikro vicker, indenter yang di gunakan juga sama seperti pada vickers biasa, juga cara perhitungan angka kekerasannya, hanya saja gaya tekan

yang di gunakan kecil sekali , 1 sampai 1000 garam dan panjang diagonal indentasi diukur dalam mikron.

Angka kekerasan knoop dihitung sebagai berikut :

$$KHN = \frac{P}{AP} = \frac{P}{L^2C} \quad (2.6)$$

P = beban yang di terapkan

Ap = luas proyeksi lekukan

L = panjang diagonal yang lebih panjang

C = konstanta untuk setiap penumbuk

Mengingat bentuk indentornya maka knoop akan menghasilkan indentitas yang sangat dangkal (dibandingkan dengan vickers), sehingga sangat cocok untuk pengujian kekerasan pada lapisan yang sangat tipis (indo-digital.com).

2.6 Pengujian Tekanan

adalah suatu alat uji mekanik yang berguna untuk mengukur dan mengetahui kekuatan benda terhadap gaya tekan. Uji tekan ini memiliki kinerja yang bagus dan berkualitas untuk mengetahui kekuatan benda. Pada umumnya uji tekan ini digunakan pada logam yang bersifat getas, karena alat uji tekan ini memiliki titik hancur yang terlihat jelas di saat melakukan pengujian benda tersebut (alat uji.com).

Keragaman fungsi dan dimensional uji tekan ini menjadikan beragam ragam syarat mekanis yang perlu di penuhi karena akan beragam pula gaya dan arah gaya yang akan di uji kekuatan benda tersebut. Pada beberapa alat yang akan di uji yang di buat panjang, dia akan melengkung jika di uji dengan alat uji tekan.

Pascal disimbolkan dengan Pa satuan turunan SI satuan turunan untuk tekanan atau tegangan. Satu pascal setara dengan satu newton per meter persegi. Dalam kehidupan sehari-hari, pascal dikenal karena penggunaannya untuk menyatakan laporan tekanan udara yang umumnya dilaporkan dalam hektopascal (1 hPa = 100 Pa). Satuan ini dinamakan menurut nama Blaise Pascal, seorang matematikawan, fisikawan dan filsuf Perancis (wikipedia).

Definisi 1 Pa

$$\begin{aligned} \text{Pa} &= 1 \frac{\text{N}}{\text{M}^2} = 1 \frac{\text{Kg}}{\text{M.S}^2} && (2.7) \\ &= 0,01 \text{ Milibar} \\ &= 0,00001 \text{ Bar} \\ &= 1 \times 10^{-5} \text{ Bar} \end{aligned}$$

Tabel 2.4 : Satuan Tekanan

Pressure units						
	Pascal	Bar	Technical atmosphere	Standard atmosphere	Torr	Pounds per square inch
	(Pa)	(bar)	(at)	(atm)	(Torr)	(psi)
1 Pa	$\equiv 1 \text{ N/m}^2$	10^{-5}	1.0197×10^{-5}	9.8692×10^{-6}	7.5006×10^{-3}	1.450377×10^{-4}
1 bar	10^5	$\equiv 10^6 \text{ dyn/cm}^2$	1.0197	0.98692	750.06	14.50377
1 at	0.980665×10^5	0.980665	$\equiv 1 \text{ kp/cm}^2$	0.9678411	735.5592	14.22334
1 atm	1.01325×10^5	1.01325	1.0332	$\equiv p_0$	$\equiv 760$	14.69595
1 Torr	133.3224	1.333224×10^{-3}	1.359551×10^{-3}	1.315789×10^{-3}	$\approx 1 \text{ mm}_{\text{Hg}}$	1.933678×10^{-2}
1 psi	6.8948×10^3	6.8948×10^{-2}	7.03069×10^{-2}	6.8046×10^{-2}	51.71493	$\equiv 1 \text{ lb}_f/\text{in}^2$

2.7 FEM (Finite Elements Method)

Persoalan perancangan dapat diselesaikan dengan cara matematis dan numerik. Untuk benda-benda yang mempunyai bentuk yang tidak teratur (elemen *-isoparametrik*), penyelesaiannya akan sulit menggunakan cara matematis. Sehingga perlu digunakan cara numerik, yang dalam perkembangannya disebut sebagai Metode Elemen Hingga (*Finite Elements Method*). Bila suatu kontinue dibagi-bagi menjadi beberapa bagian yang lebih kecil (*subregion*) maka bagian-bagian kecil ini disebut elemen hingga. Proses pembagian suatu kontinu menjadi elemen hingga ini dikenal sebagai proses pembagian (*deskritisasi*), sehingga elemen hingga merupakan pendekatan bagian demi bagian dengan menggunakan polinomial yang masing-masing terdefinisi pada daerah elemen yang kecil dinyatakan dalam harga-harga titik simpul dari fungsi tersebut (Robert D.Cook, 1990).

Dinamika elemen hingga karena ukuran elemen kecil ini berhingga dan umumnya mempunyai bentuk geometri yang lebih sederhana dibandingkan kontinuenya. Metode ini menjadi suatu solusi permasalahan yang sering dijumpai dalam dunia teknik seperti pemindahan kalor, mekanika fluida, analisa struktur, mekanika benda pejal, sampai dengan getaran. Tujuan utama analisis dengan menggunakan Metode Elemen Hingga adalah untuk memperoleh pendekatan tegangan dan perpindahan yang terjadi pada suatu struktur *Ansys* merupakan tujuan utama dari paket pemodelan elemen hingga untuk secara numerik memecahkan masalah mekanis yang berbagai macam.

Masalah yang ada termasuk analisa struktur statis dan dinamis (baik *linier* dan *non-linier*), distribusi panas dan masalah cairan, begitu juga dengan ilmu bunyi dan masalah *elektromagnetik*.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempan Dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Adapun tempat dilakukannya studi numerik untuk kekuatan piston menggunakan *software catia V5R19* dengan menganalisa menggunakan *software ansys 15* dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.1.2 Waktu

Pengujian dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pembimbing hingga selesai.

3.2 Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam studi numerik ini adalah :

3.2.1 Spesifikasi laptop yang digunakan dalam studi numerik ini adalah sebagai berikut :

1. Processor : AMD A6-3400 APU WITH RADEON HD 1.40.
2. RAM : 2.00 GB (1.47 GB USTABLE).
3. Operation system : Windows 7 pro 64 bit operation system.

3.2.2 Software Catia

Software catia yang sudah terinstal pada laptop adalah catia V5R19 64 bit yang di dalamnya terdapat sketch gambar 3D dengan persyaratan system pada computer adalah sebagai berikut :

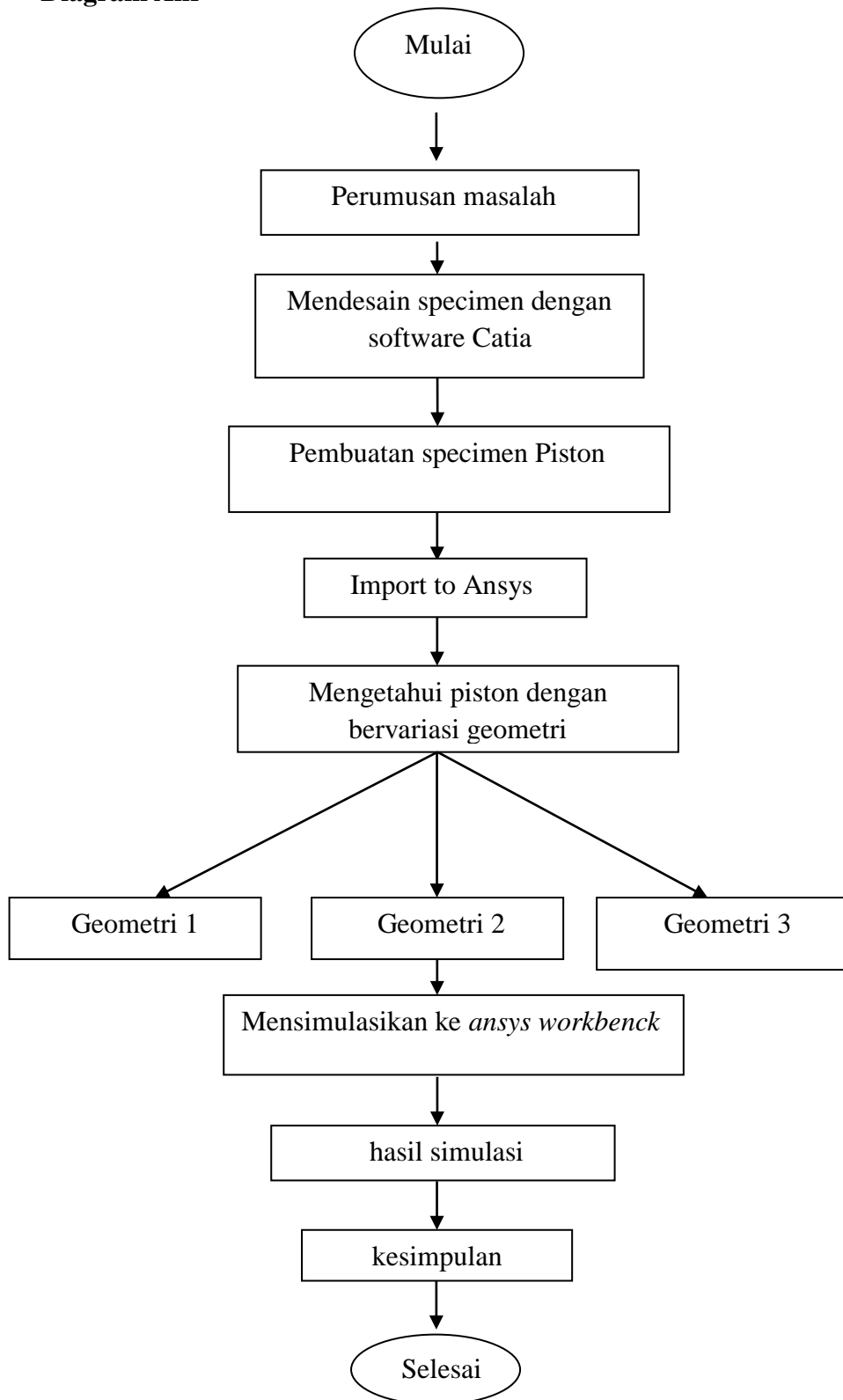
1. Processor : AMD with Radeon Support 64 bit Operation system.
2. RAM : 2 GB or More.
3. Disk Space : 5 GB or More.

3.2.3 Software Ansys

Software ansys yang sudah terinstal pada laptop adalah Ansys 2015 yang didalam nya terdapat mechanical APDL 2015 dan Workbench 2015. Dengan persyaratan sebagai berikut :

1. Processor : AMD with Radeon Support 64 bit operation system.
2. RAM : 2 GB or More.
3. Disk Space : 5 GB or More.

3.3 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram alir

3.4 Tahap Mendisain Piston

3.4.1 Menyalakan Komputer Dan Memilih Software Catia

Sebelum memulai proses menggambar bahwasanya software catia V5R19 telah terinstal di computer atau laptop siap di gunakan.

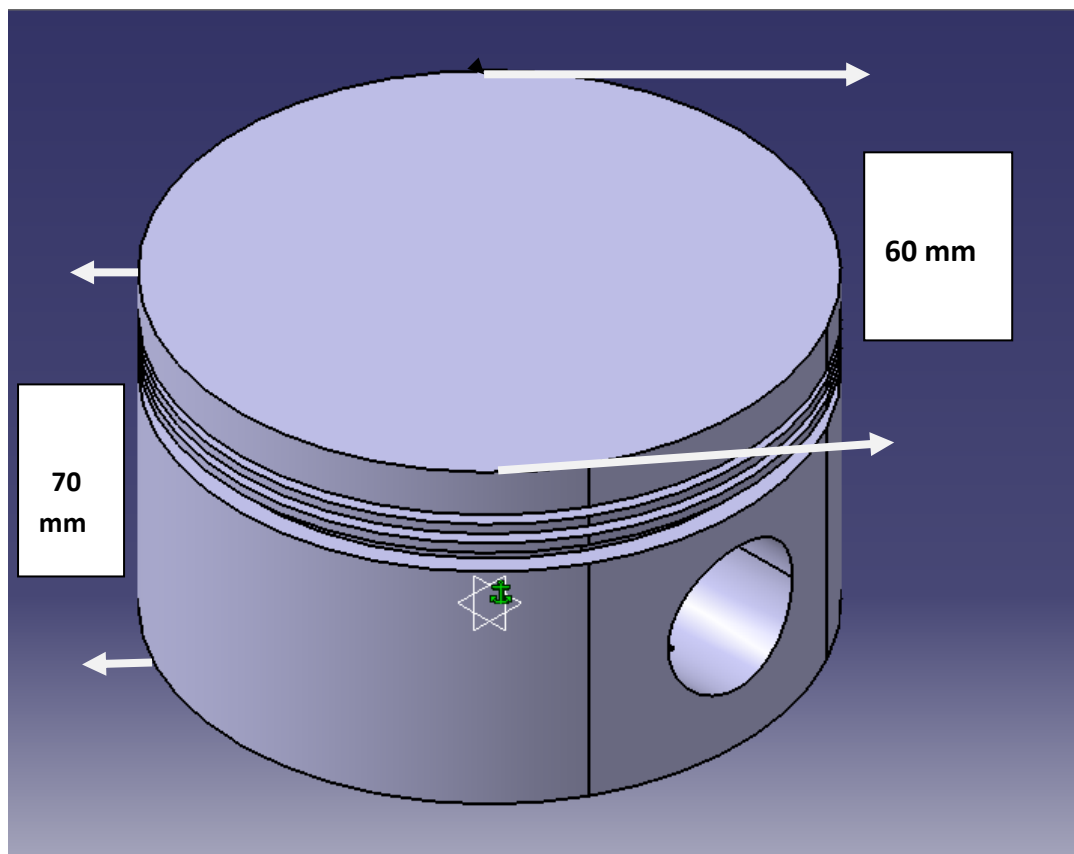


Gambar 3.2 Tampilan Layar Komputer

3.5 Mendisain Model Piston Geometri 1

Menentukan garis piston geometri satu dan ukuran nya sebagai berikut :

1. Diameter kepala piston 60 mm
2. Diameter dalam 50 mm
3. Ketebalan kepala piston 6 mm
4. Tinggi piston 70 mm
5. Ruang ring piston satu dan dua 2 mm
6. Ruang riang piston tiga 4 mm
7. Jarak kedalaman ruang ring piston 4 mm

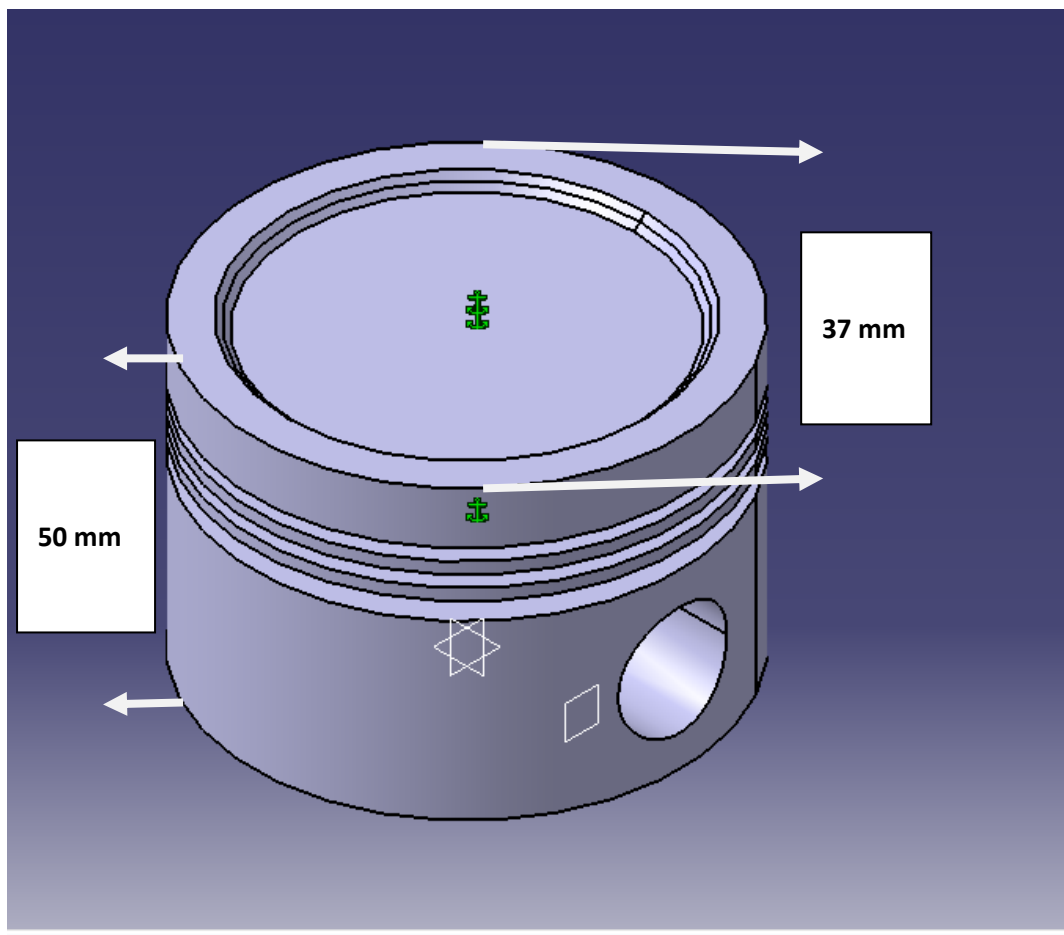


Gambar 3.3 Piston Geometri satu

3.6 Mendisain Model Piston Geometri 2

Menentukan garis piston geometri dua dan ukurannya sebagai berikut :

1. Diameter kepala piston 37 mm
2. Ketebalan kepala piston 8 mm
3. Tinggi piston 50 mm
4. Ruang ring piston satu dan dua 2 mm
5. Ruang riang piston tiga 3 mm
6. Jarak kedalaman ruang ring piston 5 mm

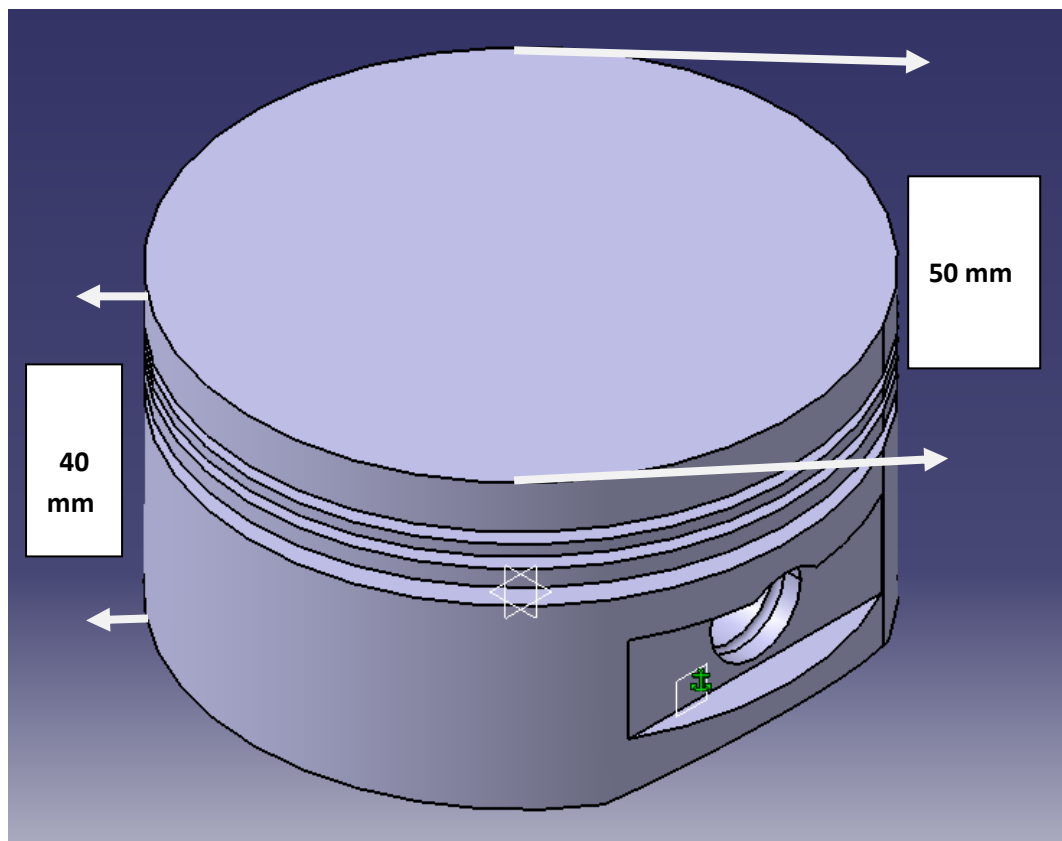


Gambar 3.4 Piston Geometri dua

3.7 Mendisain Model Piston Geometri 3

Menentukan garis piston geometri tiga dan ukurannya sebagai berikut :

1. Diameter kepala piston 50 mm
2. Ketebalan kepala piston 8 mm
3. Tinggi piston 40 mm
4. Ruang ring piston satu dan dua 2 mm
5. Ruang riang piston tiga 3 mm
6. Jarak kedalaman ruang ring piston 5 mm

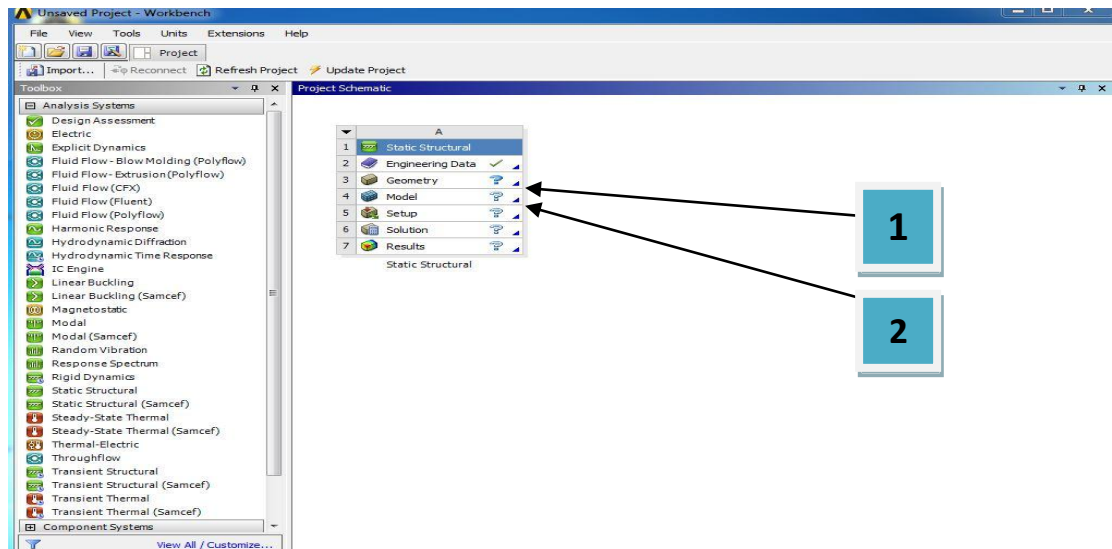


Gambar 3.5 Piston Geometri tiga

3.8 Tahapan menggunakan ansys

3.8.1 Tampilan awal workbench 15

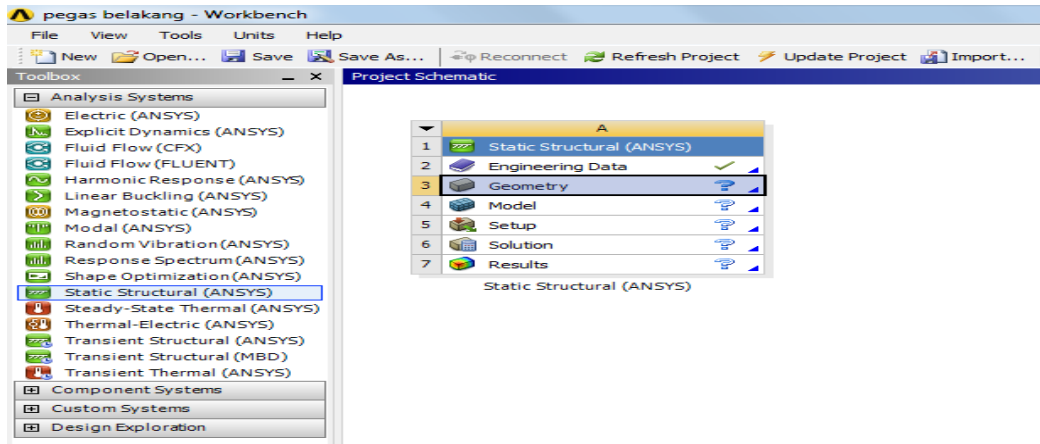
Pada tampilan ini pilih static structural → klik kanan geometry → import geometry → file iges → klik model. Seperti pada gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3.6 Tampilan awal workbench 15

3.8.2 Menentukan Analisis System

Seperti yang telah dijelaskan pada batasan masalah, bahwa Simulasi yang digunakan dalam analisa adalah Static Structural. Maka langkah selanjutnya adalah dengan mengklik Static Structural pada toolbox. Seperti pada gambar 3.9 dibawah ini.



Gambar 3.7. Jendela kerja Static Structural

3.8.3 Engineering Data

Engineering Data adalah fitur yang bertujuan untuk menentukan jenis material yang digunakan pada objek yang akan dianalisa. Jenis material yang digunakan pada piston adalah Aluminium Alloy.

Langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah dengan mengklik dua kali pada *Engineering Data* → *Structural Steel* → *Return to Project*. Maka akan muncul *outline*. Di jelaskan badah gambar di bawah ini 3.10

The screenshot shows the 'Outline of General Materials' dialog box. It contains a table with columns A, B, C, D, and E. The table lists various materials, with 'Aluminum Alloy' highlighted in row 5. A red arrow points from a red box labeled 'Material' to the 'Aluminum Alloy' row.

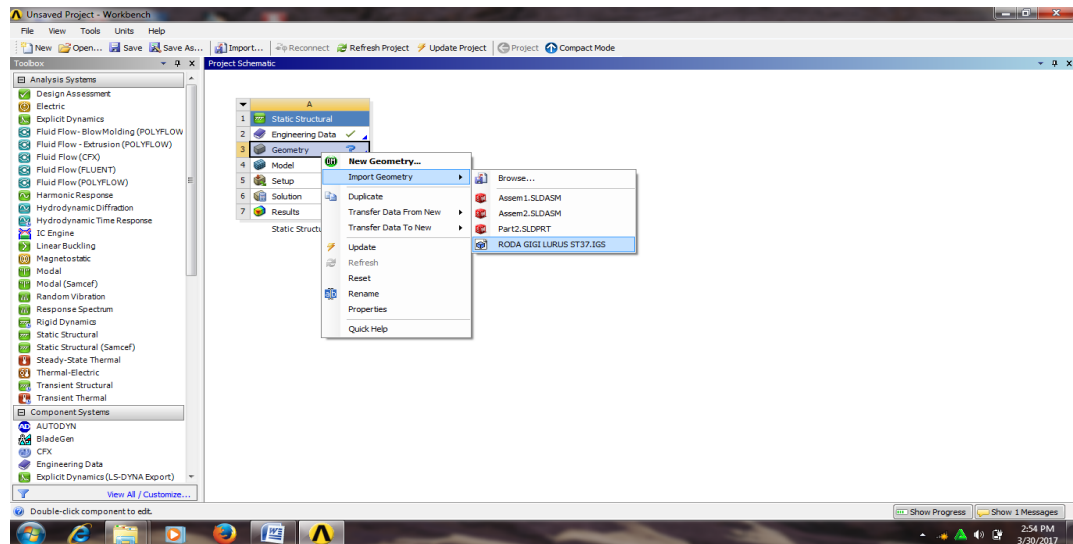
	A	B	C	D	E
1	Contents of General Materials	Add	source		Description
2	Material				
3	Structural Steel	+			Fatigue Data at zero mean stress comes from 1998 ASME BPV Code, Section 8, Div 2, Table 5 -110.1
4	Air	+			General properties for air.
5	Aluminum Alloy	+			General aluminum alloy. Fatigue Properties come from MIL-HDBK -5H, Page 3-277.
6	Concrete	+			
7	Copper Alloy	+			
8	Gray Cast Iron	+			

Gambar 3.8. Propertis material

3.8.4 Menentukan Geometry

Fitur Geometry adalah fasilitas yang diberikan Ansys Workbench yang bertujuan untuk mendesain sebuah model yang akan dianalisa. Dalam kasus ini model didesain dengan menggunakan perangkat lunak catia V5R19. Yang dilakukan untuk menampilkan hasil pemodelan tersebut adalah :

Mengklik kanan pada *Geometry* → *Import Geometry* → *Browse* → Pilih *Geometry* yang sudah di desain menggunakan catia V5R19. Seperti pada gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar 3.9. Memilih geometry

BAB 4

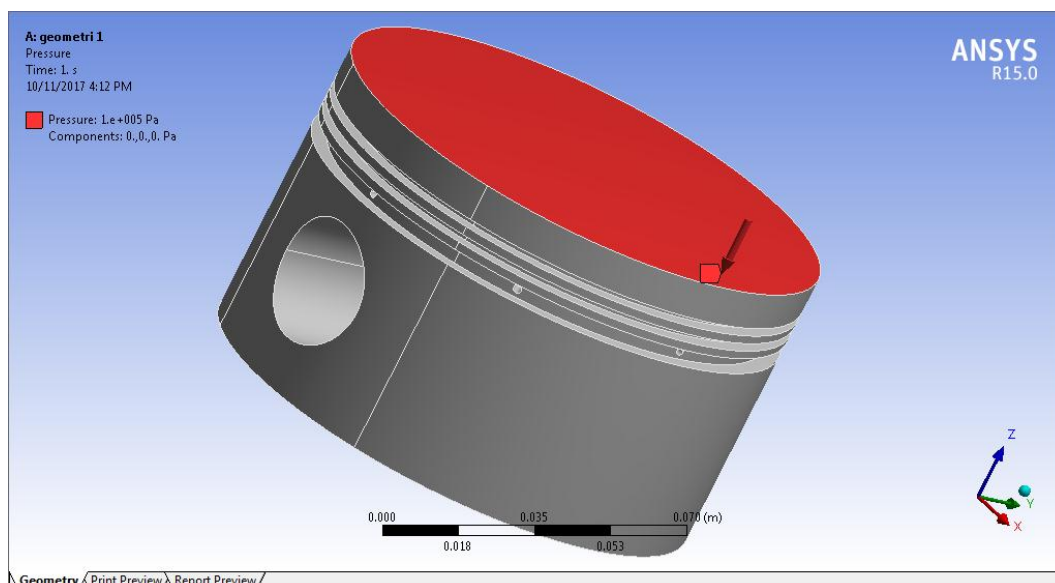
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Konsep Simulasi Tekanan Pada Piston

Seperti yang telah dijelaskan pada bab 3 piston ini dengan 3 geometri, dengan pemberian masing-masing pembebanan yaitu : Geometri Satu beban 100.000 Pa, Geometri Dua beban 300.000 Pa, Geometri Tiga beban 500.000 Pa, Dalam momen yang di cari adalah daya beban maksimum (total deformation). Adapun hasil yang di dapat dari simulasi ini adalah sebagai berikut :

4.1.1 Hasil Geometri Satu Simulasi Dengan Tekanan 100.000 Pa

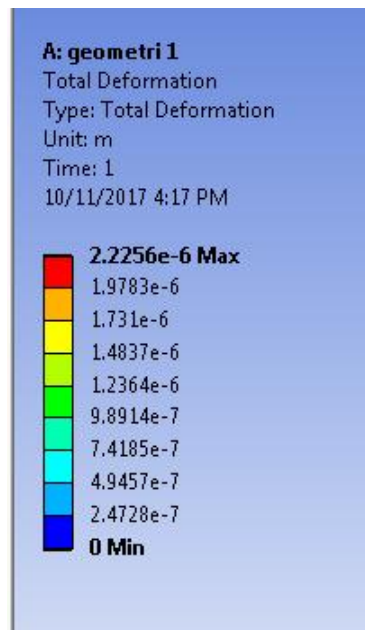
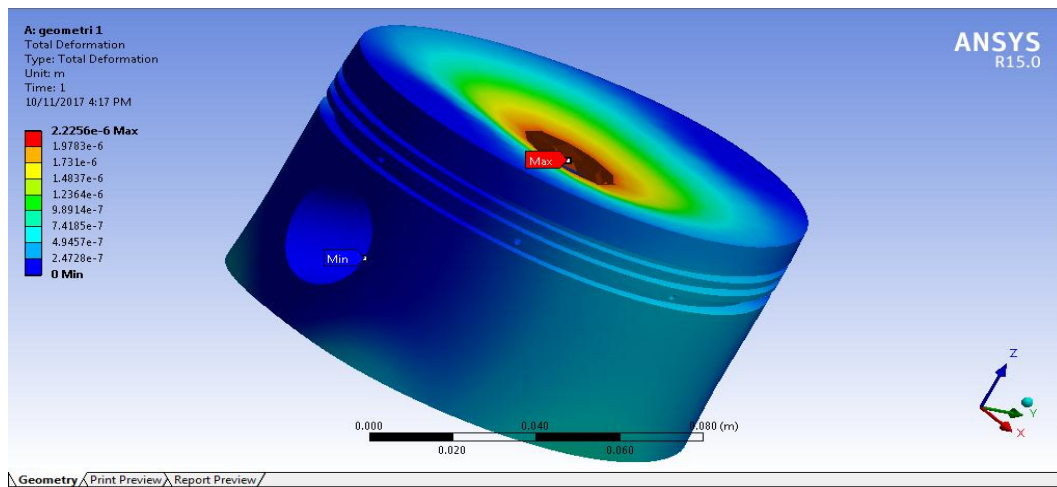
Untuk melihat hasil simulasi klik Solve



Gambar 4.1 dengan pemberian Tekanan 100.000 Pa

4.1.2 Hasil Simulasi Dari Total Deformation Dengan Beban 100.000 pa

Hasil simulasi pada piston dengan diameter atas 60 mm dan tebal kepala piston 6 mm yang memperlihatkan simulasi penekanan 100.000 Pa, akibat total deformation dari hasil gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Hasil simulasi dari Total deformation

4.1.3 Hasil Bentuk Pada Piston Dengan Beban 100.000 Pa

1. Pada warna biru bentuk kepala piston saat di angka 0,000000247 adalah dimana keadaan bentuk kepala piston masi terlihat normal.
2. Pada warna hijau bentuk kepala piston saat di angka 0,000001236 adalah dimana bentuk kepala piston sudah mengalami perubahan.
3. pada warna merah bentuk kepala piston saat di angka maksimal 0,000002225 dimana kepala piston mengalami perubahan bentuk total sehingga piston berlubang dan rusak.

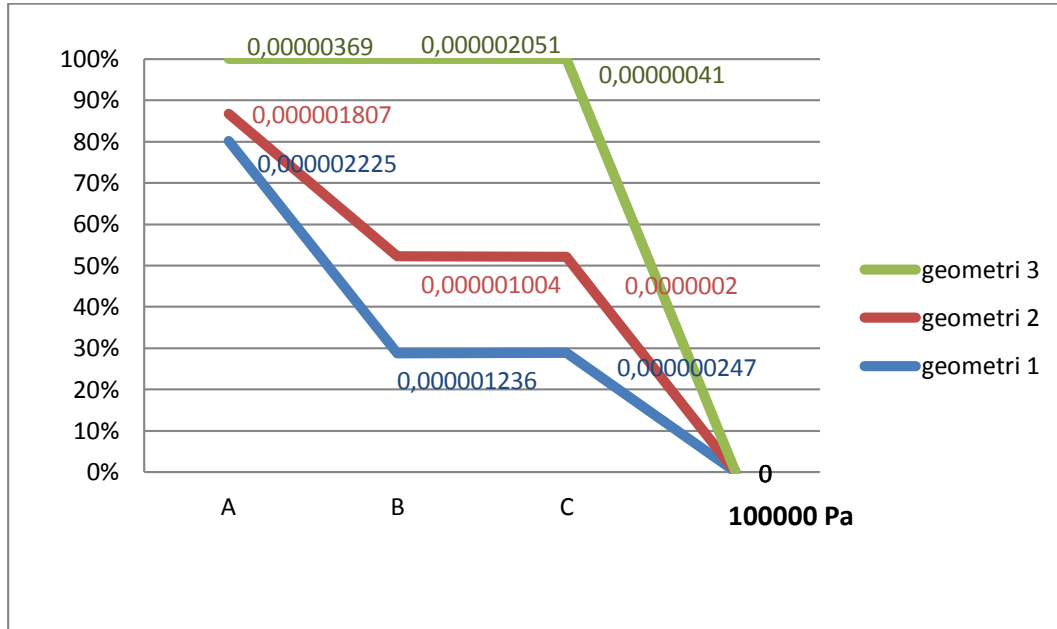
4.1.4 Hasil Grafik Dari Penekanan 100.000 Pa

Tabel 4.1 Hasil Penekanan Geometri 1

Geometri 1 penekanan 100000 Pa	
Hasil Penekanan (m)	
Max	0,000002225
	0,000001978
	0,000001731
	0,000001483
	0,000001236
	0,000000983
	0,000000741
	0,000000494
	0,000000247
Min	0

Hasil grafik dari geometri 1 didapat dari hasil simulasi Total deformation melalui ansys dengan penekanan 100.000 Pa, nilai yang di ambil yaitu dari warna

biru 0,000000247 m, warna hijau 0,000001483 m dan warna merah maximum 0,000002225 m.



Gambar 4.3 Grafik hasil Tekanan 100.000 Pa

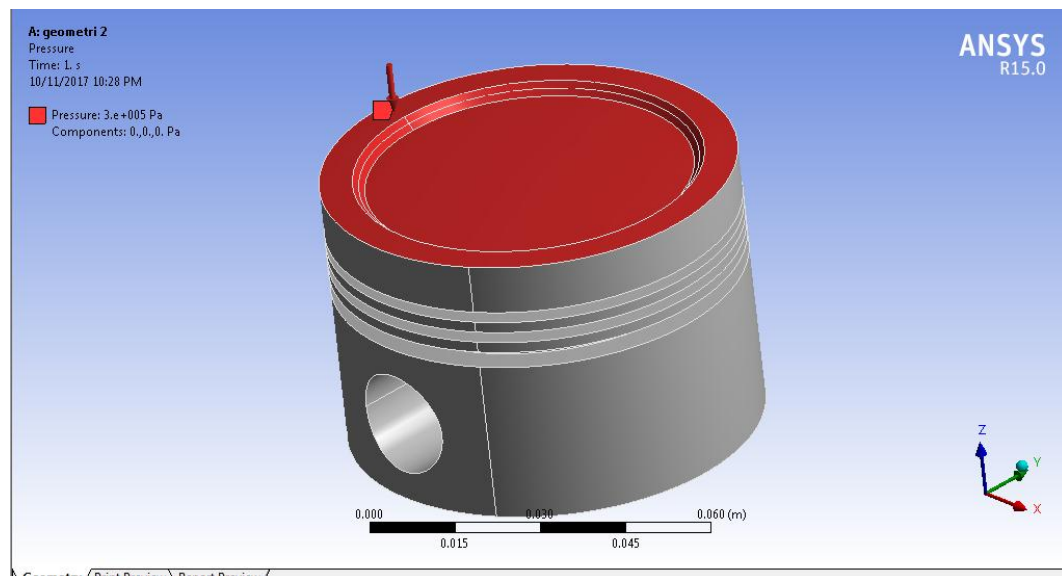
Pada geometri 1 berdiameter 60 mm dan pada titik A mengalami titik max pengujian tekan perubahan bentuk piston 0,000002225 pada titik B mengalami penurunan karena penekanan semakin berkurang yg di berikan 0,000001236 dan C mengalami pada posisi min karena piston pada posisi awal start pengujian 0,000000247.

Pada geometri 2 berdiameter 37 mm dan ada titik A mengalami titik max pengujian tekan perubahan bentuk piston 0,000001807 pada titik B mengalami penurunan karena penekanan semakin berkurang yg di berikan yaitu 0,000001004 dan C mengalami pada posisi min karena piston pada posisi awal start pengujian 0,0000002 min.

Pada geometri 3 berdiameter 50 mm dan pada titik A mengalami titik max pengujian tekan perubahan bentuk piston 0,000003692 pada titik B mengalami penurunan karena penekanan semakin berkurang yg di berikan yaitu 0,000002051 dan C mengalami pada posisi min karena piston pada posisi awal start pengujian 0,00000041 min.

4.2 Hasil Geometri Dua Simulasi Dengan Tekanan 300.000 Pa

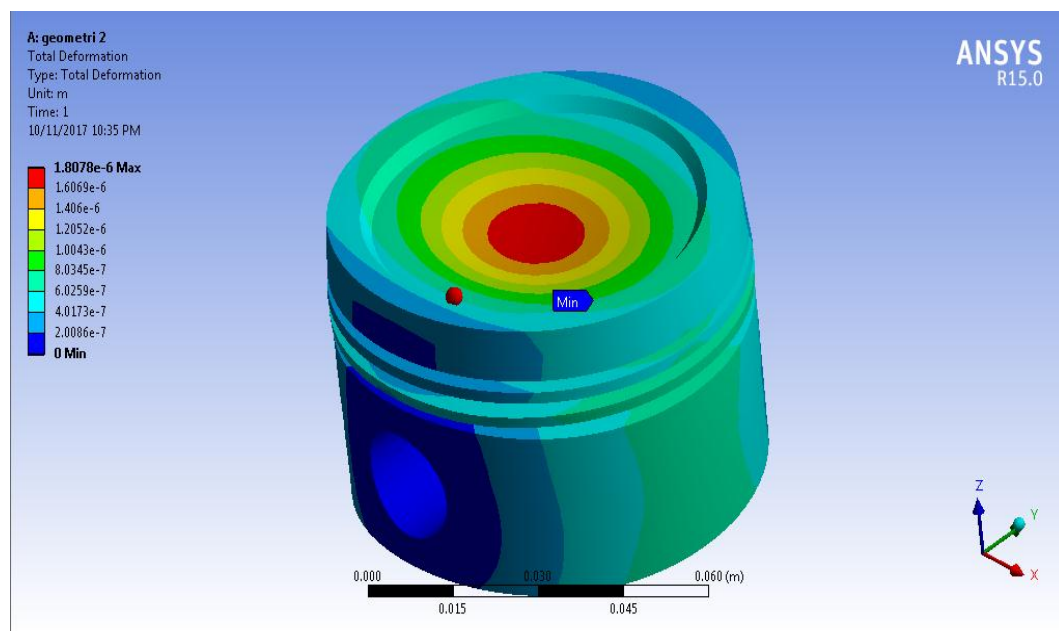
Untuk melihat hasil simulasi klik Solve.

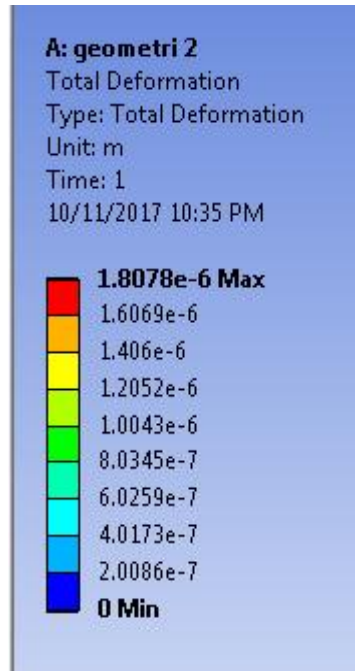


Gambar 4.4 Dengan pemberian Tekan 300.000 Pa

4.2.1 Hasil Simulasi Dari Total Deformation Dengan Beban 300.000 Pa

Hasil simulasi pada piston dengan diameter atas 37 mm dan tebal kepala piston 8 mm yang memperlihatkan simulasi penekanan 300.000 Pa, akibat total deformation dari hasil gambar 4.5 dibawah ini.





Gambar 4.5 Hasil simulasi dari Total deformation

4.2.2 Hasil Bentuk Pada Piston Dengan Beban 300.000 Pa

1. Pada warna biru bentuk kepala piston saat di angka 0,0000002 adalah dimana keadaan bentuk kepala piston masi terlihat normal.
2. Pada warna hijau bentuk kepala piston saat di angka 0,000001004 adalah dimana bentuk kepala piston sudah mengalami perubahan.
3. pada warna merah bentuk kepala piston saat di angka maksimal 0,000001807 dimana kepala piston mengalami perubahan bentuk total sehingga piston menjadi melengkung ke dalam.

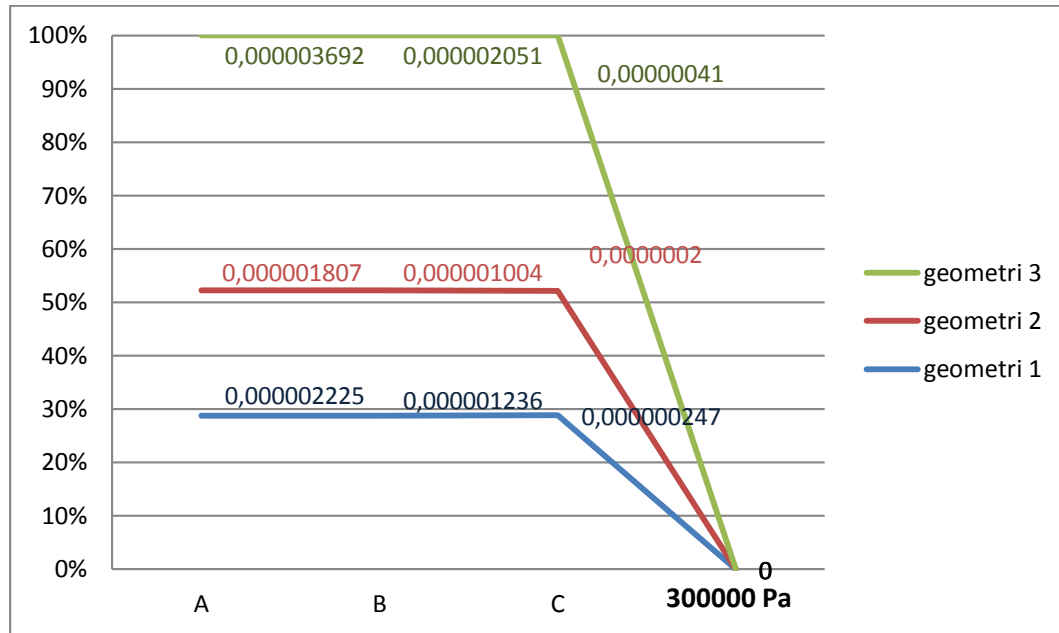
4.2.3 Hasil Grafik Dari Penekanan 300.000 Pa

Tabel 4.2 Hasil Penekanan Geometri 2

Geometri 2 penekananan 300000 Pa

Hasil Penekanan (m)	
Max	0,000001807
	0,000001606
	0,000001406
	0,000001205
	0,000001004
	0,000000803
	0,000000602
	0,000000401
	0,0000002
Min	0

Hasil grafik dari geometri 2 didapat dari hasil simulasi Total deformation melalui ansys dengan penekanan 300.000 Pa, nilai yang di ambil yaitu dari warna biru 0,0000002 m, warna hijau 0,000001004 m dan warna merah maximum 0,000001807 m.



Gambar 4.6 Grafik hasil daya Tekan 300.000 Pa

Pada geometri 1 berdiameter 60 mm dan pada titik A mengalami titik max pengujian tekan perubahan bentuk piston 0,000002225 pada titik B mengalami penurunan karena penekanan semakin berkurang yg di berikan 0,000001236 dan C mengalami pada posisi min karena piston pada posisi awal start pengujian 0,000000247.

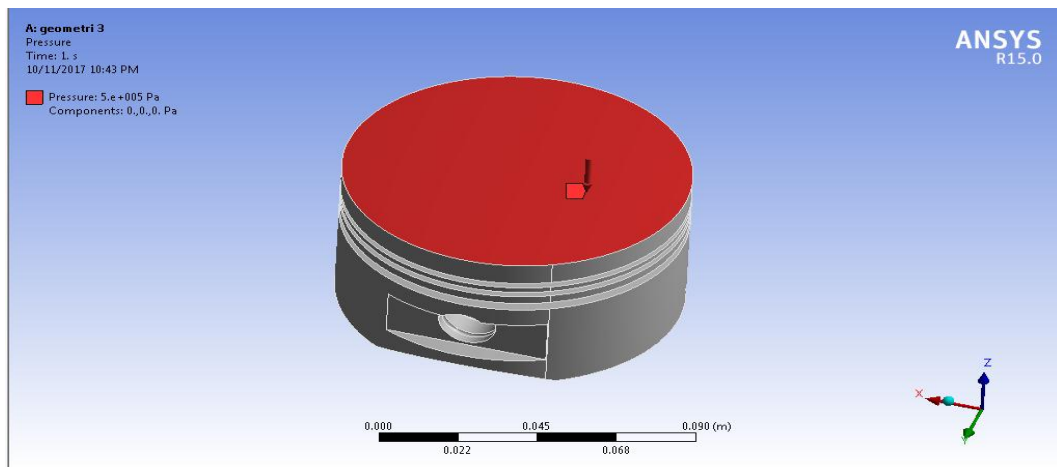
Pada geometri 2 berdiameter 37 mm dan ada titik A mengalami titik max pengujian tekan perubahan bentuk piston 0,000001807 pada titik B mengalami penurunan karena penekanan semakin berkurang yg di berikan yaitu 0,000001004 dan C mengalami pada posisi min karena piston pada posisi awal start pengujian 0,0000002 min.

Pada geometri 3 berdiameter 50 mm dan pada titik A mengalami titik max pengujian tekan perubahan bentuk piston 0,000003692 pada titik B mengalami penurunan karena penekanan semakin berkurang yg di berikan yaitu 0,000002051

dan C mengalami pada posisi min karena piston pada posisi awal start pengujian 0,00000041 min.

4.3 Hasil Geometri Tiga Simulasi Dengan Tekanan 500.000 Pa

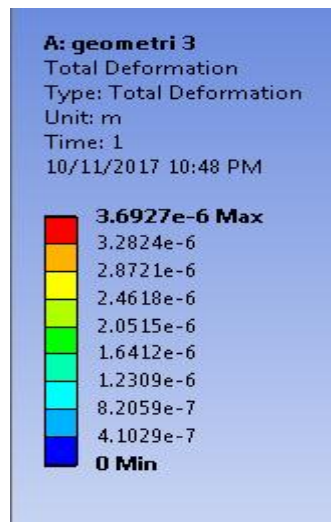
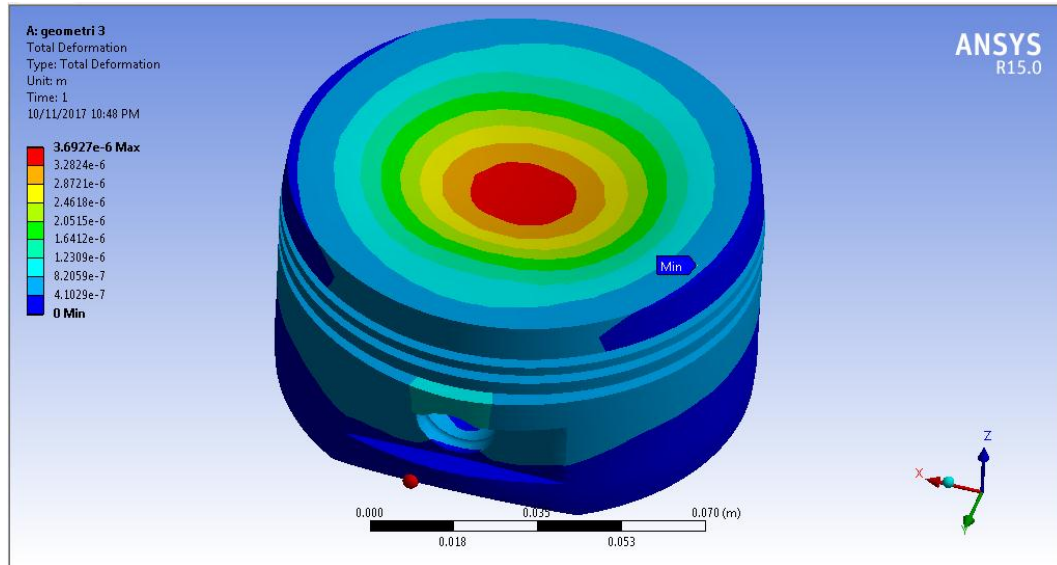
Untuk melihat hasil simulasi klik Solve



Gambar 4.7 Dengan pemberian Tekanan 500.000 Pa

4.3.1 Hasil Simulasi Dari Total Deformation Dengan Beban 500.000 Pa

Hasil simulasi pada piston dengan diameter atas 50 mm dan tebal kepala piston 8 mm yang memperlihatkan simulasi penekanan 500.000 Pa, akibat total deformation dari hasil gambar 4.8 dibawah ini.



Gambar 4.8 Hasil simulasi dari Total deformation

4.3.2 Hasil Bentuk Pada Piston Dengan Beban 500.000 Pa

1. Pada warna biru bentuk kepala piston saat di angka 0,00000041 adalah dimana keadaan bentuk kepala piston masi terlihat normal.
2. Pada warna hijau bentuk kepala piston saat di angka 0,000002051 adalah dimana bentuk kepala piston sudah mengalami perubahan.

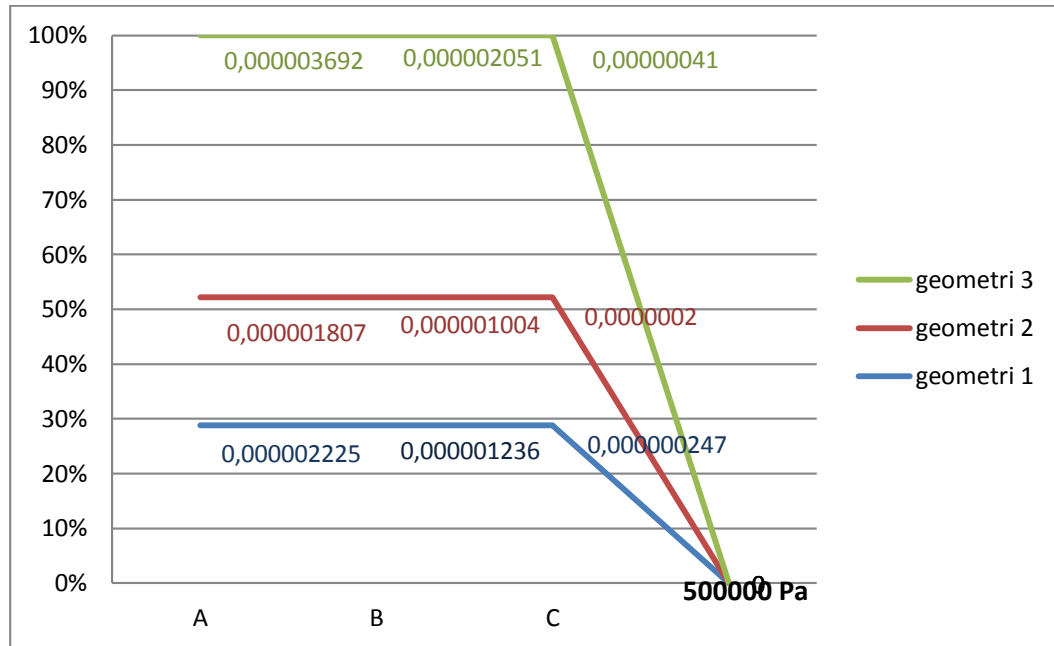
3. pada warna merah bentuk kepala piston saat di angka maksimal 0,000003692 dimana kepala piston mengalami perubahan bentuk total sehingga piston menjadi melengkung ke dalam.

4.3.3 Hasil Grafik Dari Tekan 500.000 Pa

Tabel 4.3 Hasil Penekanan Geometri 3

Geometri 3 penekananan 500000 Pa	
Hasil Penekanan (m)	
Max	0,000003692
	0,000003282
	0,000002872
	0,000002461
	0,000002051
	0,000001641
	0,00000123
	0,00000082
	0,00000041
Min	0

Hasil grafik dari geometri 3 didapat dari hasil simulasi Total deformation melalui ansys dengan penekanan 300.000 Pa, nilai yang di ambil yaitu dari warna biru 0,00000041 m, warna hijau 0,000002051 m dan warna merah maximum 0,000003692 m.



Gambar 4.9 Grafik hasil daya Tekanan 500.000 Pa

Pada geometri 1 berdiameter 60 mm dan pada titik A mengalami titik max pengujian tekan perubahan bentuk piston 0,000002225 pada titik B mengalami penurunan karena penekanan semakin berkurang yg di berikan 0,000001236 dan C mengalami pada posisi min karena piston pada posisi awal start pengujian 0,000000247.

Pada geometri 2 berdiameter 37 mm dan ada titik A mengalami titik max pengujian tekan perubahan bentuk piston 0,000001807 pada titik B mengalami penurunan karena penekanan semakin berkurang yg di berikan yaitu 0,000001004 dan C mengalami pada posisi min karena piston pada posisi awal start pengujian 0,0000002 min.

Pada geometri 3 berdiameter 50 mm dan pada titik A mengalami titik max pengujian tekan perubahan bentuk piston 0,000003692 pada titik B mengalami penurunan karena penekanan semakin berkurang yg di berikan yaitu 0,000002051

dan C mengalami pada posisi min karena piston pada posisi awal start pengujian
0,00000041 min.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian piston pada motor bakar dengan variasi geometri ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Dilihat dari hasil analisis terhadap total deformation pada piston motor bakar variasi geometri, maka hasil yang ditunjukkan berbeda – beda dengan Penekanan masing-masing piston 100.000 Pa, 200.000 Pa dan 500.000 Pa.
2. Tekanan kompresi motorik yang dihasilkan mesin mencapai kisaran 9-13 psi atau 900-1300 kPa dan Tekanan kompresi pada saat pembakaran bisa mencapai 10 kali lipat bahkan lebih dari tekanan kompresi motorik.
3. Dalam penelitian analisa numerik pada piston bakar dengan variasi geometri ini memiliki daya total deformation masing-masing yaitu, geometri satu tekanan 100.000 Pa = $2.2256e-6$ Max, geometri dua tekanan 300.000 Pa = $1.8078e-6$ Max, geometri tiga tekanan 500.000 Pa = $3.6927e-6$ Max.

5.2 Saran

1. Penulis menyarankan untuk lebih mempelajari lagi dalam menggunakan software catia dalam menggambar piston dan menganalisa piston software ansys dalam simulasinya.
2. Perlu dikaji ulang dalam meshing piston didalam *software ansys workbenck*

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Budi Ashari
NPM : 1307230036
Tempat/ Tanggal Lahir : Tanjung Morawa, 26 juli 1994
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jln.P.Kemerdekaan DSN IV
 Kel/Desa : Tanjung Morawa B
 Kecamatan : Tanjung Morawa
 Kabupaten : Deli Serdang
 Provinsi : Sumatera Utara
Nomor HP : 0852 9709 0691
Nama Orang Tua
 Ayah : Sujito
 Ibu : Mesradiati,S.pd.

PENDIDIKAN FORMAL

2001-2006 : SD Negri 101877 Tanjung Morawa
2006-2009 : SMP Hj. Datuk Abdullah Tanjung Morawa
2009-2012 : SMK Swasta Taman Siswa Lubuk Pakam 1
2013-2017 : Mengikuti Pendidikan S1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara