

TUGAS AKHIR
KONSTRUKSI MANUFAKTUR
ANALISA TEGANGAN PADA BLOK SILINDER MOTOR
BAKAR SATU SILINDER DENGAN DAYA MAKSIMUM 1 HP
MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK ANSYS

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

Disusun oleh :

AHMAD FADLI SIREGAR
1407230106



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ahmad Fadli Siregar

NPM : 1407230106

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisa Tegangan Pada Blok Silinder Motor Bakar Satu Silinder
Dengan Daya Maksimum 1 Hp Menggunakan Perangkat Lunak
Ansys

Bidang Ilmu : Konstruksi Dan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 15 Maret 2019

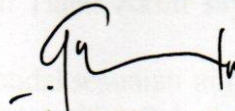
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



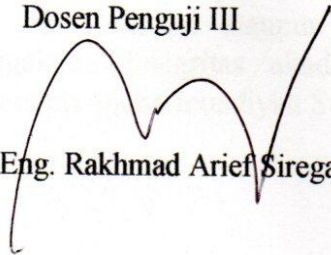
Bekti Suroso.S.T.M.Eng

Dosen Penguji II



Chandra A Siregar S.T., M.T.

Dosen Penguji III



Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar

Dosen Penguji IV



Sudirman Lubis S.T., M.T



Program Studi Teknik Mesin
Kema,

Affandi S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Ahmad Fadli Siregar
Tempat/ Tanggal Lahir : Medan. 7 Agustus 1996
NPM : 1407230106
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“ANALISA TEGANGAN PADA BLOK SILINDER MOTOR BAKAR SATU SILINDER DENGAN DAYA MAKSIMUM 1 HP MENGUNAKAN PERANGKAT LUNAK”

Bukan merupakan plagiatisme, 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 orang lain 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/ keserjanaan saya.

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

Medan, 15 Maret 2019

Saya yang menyatakan,



Ahmad Fadli Siregar

ABSTRAK

Penulisan tugas sarjana ini membahas tentang analisa tegangan pada blok selinder dengan variasi diameter dan sirip blok, penelitian ini dilakukan karena perkembangan teknolog motor bakar saat ini tidak terlepas dari peran salah satu elemen mesin yaitu blok selinder menjadi satu komponen utama dalam satu mesin pembakaran, oleh karena itu blok selinder menjadi pusat pada setiap gerakan piston dalam proses pembakaran. Pada umumnya pembakaran pada blok selinder berbahan besi cor harus dapat menampung momen inersia yang dihasilkan oleh gerakan naik turun piston. Sehingga fungsi utama dari blok selinder mengubah minyak menjadi gas dalam proses pembakaran menjadi gerak putar naik turun piston untuk menghasilkan sebuah tenaga. Dan adapun rumusan masalahnya adalah bagaimana menganalisa struktur blok selinder dengan menggunakan program simulasi Ansys dengan variasi diameter bantalan jalan dari ketiga model blok selinder yang di desain. Serta penelitian ini bertujuan untuk mencari total dan tegangan maksimal dari ketiga model blok selinder yang di desain. Penelitian ini menggunakan metode elemen hingga atau simulasi software Ansys. Adapun sumber data yang digunakan berasal dari jurnal-jurnal dan buku-buku serta situs internet yang membahas tentang analisa tegangan dan blok selinder. Berdasarkan analisa dan simulasi yang dilakukan diperoleh data bahwa model blok selinder dengan diberi beban 300 N pada blok model ke 3 dengan diameter dan sirip yang berbeda dengan memiliki nilai total deformasi yang paling rendah begitu juga dengan nilai tegangan pada eqivalen stress yang didapat dari pengujian ketiga model blok selinder tersebut dan dapat diartikan nilai total deformasidan tegangan eqivalen berbanding lurus, dapat disimpulkan bahwa model poros engkol yang paling rendah memiliki perubahan total deformasi dan eqivalen stress paling kecil.

Kata kunci : blok selinder , tegangan , ansys

ABSTRACT

The writing of this assignment discusses the stress analysis of cylinder blocks with diameter variations and block fins, this research was carried out because the development of current combustion motor technology is inseparable from the role of one element of the engine, which is a main component in a combustion engine. the cylinder block becomes the center of each piston movement in the combustion process. In general, combustion on a cylindrical block made from cast iron must be able to accommodate the moment of inertia produced by the up and down motion of the piston. So that the main function of the cylinder block converts oil into gas in the combustion process into a rotary motion up and down the piston to produce a power. And as for the formulation of the problem is how to analyze the structure of the cylindrical block using the Ansys simulation program with variations in the diameter of the bearing road of the three cylindrical block models designed. And this study aims to find the total and maximum stress of the three cylindrical block models designed. This study uses the finite element method or Ansys software simulation. The source of the data used comes from journals and books and internet sites that discuss stress analysis and cylinder blocks. Based on the analysis and simulation, the data obtained is that the cylinder block model is given a load of 0.7656 N on the block model 3 with different diameters and fins by having the lowest total deformation value as well as the stress value on stress equality obtained from testing the three models The cylinder block and can be interpreted as the total deformation value and equivalence voltage are directly proportional, it can be concluded that the lowest crankshaft model has the smallest total deformation and stress equality change.

Keywords: cylinder block, voltage, Ansys

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmtullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kita kepada Allah SWT atas segala berkat dan rahmat yang telah diberikan sehingga selesainya penelitian dan penulisan laporan tugas akhir yang berjudul “analisa tegangan pada blok selinder motorbakar satu selinder dengan daya maksimum 1 hp menggunakan perangkat lunak ansys” dengan baik.

Penelitian dan penulisan tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan menjadi Sarjana Teknik Mesin.

Banyak pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penulisan laporan tugas akhir ini , maka diucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak munawar alfansury siregar S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik UMSU yang memberi dukungan dengan dilaksanakan penelitian penulisan laporan ini.
2. Bapak Affandi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin UMSU yang memberi dukungan untuk dilaksanakan penelitian dan penulisan laporan.
3. Bapak Dr. Eng. Rakhmad Arief Siregar selaku dosen pembimbing I yang memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Sudirman Lubis S.T., M.T selaku dosen pembimbing II yang memberikan bimbingan demi sempurnanya tugas akhir ini.
5. Untuk kedua orang tua yang tercinta atas doa dan dorongan baik material maupun spritiual sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.
6. Terima kasih buat teman,sahabat yang selalu membantu memberikan semangat untuk melanjutkan tugas akhir .
7. Teman-Teman A3 malam fakultas teknik mesin yang telah mendukung dan memberi saran serta semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.

8. Dan semua pihak yang tidak disebutkan satu per satu , yang telah membantu dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna , oleh karena itu mohon maaf dan mengucapkan terima kasih atas segala bentuk saran dan kritik yang sifatnya membangun untuk menyempurnakan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga tugas sarjana ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamualaikum Warahmtullahi Wabarakatuh.

Medan, 10 Oktober 2018

Penulis

Ahmad Fadli Siregar

1407230106

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
1.6. Sistematika Penulisan	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pengertian Blok Selinder	4
2.2. Proses Pembuatan Blok Selinder	4
2.2.1 Bahan Pembuatan Blok Selinder	5
2.3. Proses Pengecoran Blok Selinder	5
2.4. Jenis-Jenis Sifat Material	6
2.4.1 Sifat Material Baja Karbon (<i>Carbon Steel</i>)	6
2.4.2 Sifat Material Baja Paduan (<i>alloy steel</i>)	8
2.5. Stres Termal Terhadap Coran	9
2.6. FEM (<i>Finite Elements Method</i>)	10
2.7. Komponen Blok Silinder Dan Fungsi Umumnya	12
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1. Tempat Dan Waktu	14
3.1.1. Tempat Penelitian	14
3.1.2. Waktu	14

3.2. Alat Penelitian	14
3.2.1. Laptop	14
3.2.2. <i>Software Autodesk Inventor 2014</i>	15
3.2.3. <i>Software Ansys</i>	15
3.3. Diagram Alir	16
3.4. Tahap Pengumpulan Data	17
3.5. Tahap Menggambar Blok	18
3.5.1 Tampilan Inventor 15	18
3.5.2. Tampilan Lembar Kerja Baru Menu New	18
3.5.3. Menentukan Kordinat Gambar	19
3.6. Tahapan Proses Menggunakan <i>Ansys</i>	19
3.6.1. Tampilan <i>Workbench 15</i>	19
3.6.2. Menentukan <i>Analisis System</i>	20
3.6.3. <i>Engineering Data</i>	20
3.6.4. Menentukan Geometri	21
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1. Hasil Gambar Blok	22
4.2. Hasil Simulasi Blok Static Struktural	24
4.2.1. Hasil Geometri Static Struktural	24
4.2.2. Hasil Meshing	24
4.2.3. Hasil Force Dan Fixed Support Pada Blok	25
4.2.4. Konsep Daerah Yang Diberi Beban	25
4.2.5. Memperlihatkan Arah Pandang Pada Daerah Yang Di Beri Beban	26
4.3. Hasil Pembahasan Simulasi Statik	26

4.3.1. Hasil Dari Equivalent Stres blok Tiger 30 cm ³	26
4.4. Hasil Grafik Dari Penelitian	29
4.4.1. Grafik Perbandingan Equivalent Stress Titik Max	29
4.4.2. Hasil Pembahasan Simulasi Total Deformasi	30
4.4.3. Grafik Perbandingan Total Deformasi Pada Dinding Atas Blok	32
4.5. Hasil Pembahasan Transient Structural	34
4.5.1 Hasil Dari Total Deformasi Dan Elastis Strein Blok Tiger 30 cm ³	34
4.5.2 Hasil Grafik Dari Penelitian	36
4.5.3 Hasil Dari Dinamis Elastis Strein	37
4.5.4 Hasil Grafik Dari Penelitian	39
4.6 Hasil Pembahasan Transien Thermal	41
4.6.1 Hasil Grafik Dari Penelitian	43
4.6.2 Hasil Pembahasan Transien Thermal Dengan Total Head Flux	44
4.6.3 Hasil Grafik Dari Penelitian	47

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

5.2. Saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Table 3.1. Jadwal Proses Penelitian	14
Tabel 4.1. Nilai Maksimum Equivalen Stress Pada Blok	29
Tabel 4.2. Nilai Maksimum Total Deformasi Pada Blok	32
Tabel 4.3. Perbandingan Titik Max Total Deformasi Dan Equivalen Stress	33
Tabel 4.4. Nilai Maksimum Total Deformas Pada Blok	36
Tabel 4.5. Nilai Maksimum Elastis Strain Pada Blok	39
Tabel 4.6. Perbandingan Titik Max Pada Setiap Blok Total Deformasi Dan Elastis Strain	40
Tabel 4.7. Nilai Transien Temperatur Pada Blok	44
Tabel 4.8. Nilai Total Head Flux Pada Blok	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Casting Dan Antar Muka Cetakan	6
Gambar 2.2. Baja Karbon Rendah	7
Gambar 2.3. Baja Karbon Menengah	7
Gambar 2.4. Baja Karbon Tinggi	8
Gambar 2.5. Stres Termal Terhadap Coran	10
Gambar 2.6. Metode Elemen Hingga	11
Gambar 2.7. Pertandingan Model Beda Hingga Dan Model Elemen Hingga	12
Gambar 3.1. Diagram Alir	16
Gambar 3.2. Pengukuran Blok Dengan Jangka Sorong	17
Gambar 3.3. Titik Yang Menjadi Pengamatan Pada Blok	17
Gambar 3.4. Tampilan Awal Inventor	18
Gambar 3.5. Tampilan Penyetingan Standart Gambar	18
Gambar 3.6. Tampilan Kordinat Pada <i>Inventor</i>	19
Gambar 3.7. Tampilan Awal <i>Workbench 15</i>	19
Gambar 3.8. Jendela Kerja Static Structural	20
Gambar 3.9. Tampilan <i>Engineering Data</i>	20
Gambar 3.10. Tampilan Menu <i>Geometri</i>	21
Gambar 4.1. Hasil Gambar Blok Tiger Standart	22
Gambar 4.2. Hasil Gambar Blok Berdiameter Ruang Lebih Besar 0.25 mm Bakar Berbeda	22
Gambar 4.3. Hasil Gambar Blok Dengan Model Memperbanyak Sirip	23
Gambar 4.4. Hasil Gambar Blok Dengan Model Memperbanyak Sirip Dan Dengan Diameter 0.25 mm	23

Gambar 4.5.	Hasil Geometri Ansys Static Structural	24
Gambar 4.6.	Hasil Meshing	24
Gambar 4.7.	Hasil Force Dan Fixed Support	25
Gambar 4.8.	Daerah Yang Diberi Beban	25
Gambar 4.9.	Arah Pandangan Yang Berbeda	26
Gambar 4.10.	Nilai Equivalent Stress Pada Blok Standart	27
Gambar 4.11.	Nilai Equivalent Stress Pada Blok Berdiameter 36.25 mm	27
Gambar 4.12.	Nilai Equivalent Stress Pada Blok Dengan Memperbanyak Sirip	28
Gambar 4.13.	Nilai equivalent Stress Pada Blok Berdiameter 36.25 mm Dan Dengan Memperbanyak Sirip	28
Gambar 4.14.	Gambar Grafik Equivalent Stress (Mpa)	29
Gambar 4.15.	Nilai Total Deformasi Pada Blok Standart	30
Gambar 4.16.	Nilai Total Deformasi Pada Blok Berdiameter 36.25 mm	30
Gambar 4.17.	Nilai Total Deformasi Pada Blok Dengan Memperbanyak Sirip	31
Gambar 4.18.	Nilai Total Deformasi Pada Blok Berdiameter 36.25 mm Dan Dengan Memperbanyak Sirip	31
Gambar 4.19.	Gambar Grafik Total Deformasi (Mpa)	32
Gambar 4.20.	Gambar Grafik Max Total Deformasi Dengan Elastis Strain	33
Gambar 4.21.	Nilai Dinamis Total Deformasi Pada Blok Tiger 30 cc	34
Gambar 4.22.	Nilai Dinamis Total Deformasi Dengan Blok Diameter Lebih Besar 0.25	35
Gambar 4.23.	Nilai Total Deformasi Dengan Memper Banyak Sirip	35
Gambar 4.24.	Nilai Dinamis Elastis Strein Pada Pada Blok Berdiameter	

36.25 Dan Memperbanyak Sirip	36
Gambar 4.25. Gambar Grafik Total Deformasi	37
Gambar 4.26. Nilai Dinamis Elastis Strein Total Pada Blok Tiger 30 cc	38
Gambar 4.27. Nilai Dinamis Elastis Strain Dengan Blok Diameter Lebih Besar 0.25	38
Gambar 4.28. Nilai Total Deformasi Dengan Memper Banyak Sirip	38
Gambar 4.29. Nilai Dinamis Elastis Strein Pada Pada Blok	39
Gambar 4.30. Gambar Grafik Dinamis Elastis Strein	40
Gambar 4.31. Gambar Grafik Max Total Deformasi Dengan Elastis Strain	40
Gambar 4.32. Gambar Titik Max Pada Temperatur	41
Gambar 4.33. Gambar Titik Max Pada Temperatur Blok 1	42
Gambar 4.34. Gambar Titik Max Pada Temperatur Blok 2	42
Gambar 4.35. Gambar Titik Max Pada Temperatur Blok 3	43
Gambar 4.36. Gambar Grafik Transien Temperatur	44
Gambar 4.37. Gambar Titik Max Pada Temperatur Blok Standart	45
Gambar 4.38. Gambar Titik Max Pada Total Head Flux Blok 1	45
Gambar 4.39. Gambar Titik Max Pada Total Head Flux Blok 2	46
Gambar 4.40. Gambar Titik Max Pada Total Head Flux Blok 3	46
Gambar 4.30. Gambar Grafik Total Head Flux	47

DAFTAR NOTASI

E	= Modulus elastisitas	m^2
ε	= Regangan	N/mm^2
σ	= Tegangan normal	N/mm^2
δ	= Total deformasi	mm^2
$^{\circ}$	= Temperatur	C

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dijamin yang modern ini begitu sangat pesat dan maju. Kebetulan akan di efesiesikan peralatan yang dibutuhkan industri bidang manufaktur, membuat mahasiswa teknik mesin pada umumnya berkreasi dan berkarya untuk membuat satu teknologi yang baru. Saya sebagai penulis karya ilmiah tugas akhir ini membahas tentang blok untuk mengetahui tegangan pada blok motor bakar dengan 1 hp.

Bahan baku blok adalah aluminium alloy (paduan logam aluminium). Dipilih aluminium alloy karena ringan koefisien muai ruang aluminium alloy masih dalam toleransi. Proses pembuatan piston ada 2 jenis yaitu : casting (cor) injek dilanjutkan dengan finishing menggunakan CNC (computerized numerical control). Piston terletak pada blok silinder, blok berfungsi sebagai ruang bakar dan piston penerima tekanan hasil pembakaran campuran gas dan meneruskan tekanan untuk memutar poros engkol.

Memilih geometri pada blok motor bakar satu silinder, memodelkan geometri blok dan menggambar dalam model FEM (*finite element method*) blok menggunakan software Autodesk Inventor dan menganalisa konsentrasi tegangan dengan variasi laju pembebanan menggunakan software finite element (ANSYS). Maka penulis tertarik mengadakan penelitian sebagai tugas sarjana dengan judul : Analisa Tegangan Pada blok silinder Motor Bakar Dengan Daya 1 (satu) Hp Menggunakan Perangkat Lunak Ansys.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun alasan bidang ini disesuaikan kebutuhan pada bidang industry semakin modern, dalam hal ini adalah bagaimana menganalisis numeric tegangan pada blok silinder 1 hp dengan software inventor di import ke ansys dapat merancang, desain dan juga mensimulasikan nilai numeric pada blok secara pembebanan

1.3 Batasan Masalah

Pada mempermudah penelitian ini maka dilakukan perbedaan perbedaan pada ukuran dan model agar penelitian dapat mengetahui tegangan max pada blok selinder

1.4 Tujuan Penelitian

Ada pun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisa konsentrasi tegangan pada blok dengan menggunakan software Finite Element (*ANSYS*)
2. Untuk menganalisis jenis blok selinder, agar mengetahui sesuatu tegangan pada pembebanan yang akan di gambarkan dengan menggunakan software inventor dan mengimport ke ansys

1.5 Manfaat Penelitian

Ada pun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui nilai-nilai struktur pada blok
2. Sebagai menambah pengetahuan bagi penulis dan pembaca tentang simulasi blok selinder menggunakan inventor dan di import ke ansys
3. Sebagai bahan kajian dan perbandingan simulasi pada blok

1.6 Sistematika Penulisan

Sistem matika tugas akhir ini berdasarkan format yang telah di tentukan yang diawali pada lembar pengesahan ,lembar asistensi, kata pengantar, daftarisasi, daftar tabel, daftar gambar, abstrak. Ada pun system penulisan laporanini di bagi menjadi 5 bab. Bab 1 menjelaskan latar belakang yang berisi tentang perkembangan teknologi dan alasan pengangkatan judul pada penelitian ini, rumusan masalah yang berisikan tentang pertanyaan seputar penelitian yang dilakukan pada tugas akhirini, tujuan berisi tentang pengembangan yang dilakukan pada blok motor bakar satu silinder dengan daya 1 hp, manfaat barisikan tentang manfaat yang didapat atas penelitian yang dilakukan, systematika penulisan berisikan uraian singkat tentang isi tugas akhirini. Bab 2 menjelaskan mengenai tinjauan pustaka yang mengenai teori singkat yang didapat dari penelitian-penelitian yang sudah ada sebelumnya, Bab 3 menjeslakan mengenai metodologi penelitian, tempat dan tahapan-tahapan dalam menjalan kan penelitian. Bab 4 menjelas kan mengenai data dan analisa dari hasil uji coba

material piston dengan ansys. Bab 5 menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan dan memberikan saran untuk pengembangan selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Blok Selinder

Menurut Khusainov. Abu Procedia Teknik 206 (2017) blok selinder adalah salah satu bagian utama dan halaman dari mesin pembakaran internal. Permukaan selinder tergantung pada pemakaian menyenangkan karakteristik kinerja berkurang dari mesin. Oleh karena itu, meningkatkan ketahanan aus dari selinder bekerja permukaan adalah masalah topikal. Keausan blok selinder disarankan untuk dikurangi dengan bentuk lapisan logam dengan tahanan geser rendah pada permukaan kerjanya. Rasio yang diperlukan dari daerah sisipan logam non-ferrous dan luas permukaan silinder kerja, serta sudut kemiringan dari insert terhadap bidang lurus silinder di hitung. Mengingat bahwa lebar masing-masing dari enam menyisipkan tembaga 1,5 mm, sudut di hitung dari kemiringan sisipan terhadap bidang diameter dari dengan sama dengan $17,2^\circ$. 25° , ekperimental telah terbukti. Menurut Kummitha Reddy Obula ICAAMM (2016) blok selinder adalah untuk memberikan ruang dimana piston dapat beroperasi empat stroke dan dengan demikian menghasilkan tenaga. Dalam hal ini blok selinder menjadi sasaran suhu tinggi selama pembakaran bahan bakar, maka kinerja terbaik dari mesin adalah sangat tergantung pada pilihan terbaik bahan blok selinder.

2.2. Proses Pembuatan Blok Selinder

Menurut Kummitha Reddy Obula ICAAMM (2016) pembuatan blok selinder dengan menggunakan besi cor adalah salah satu bahan terbaik yang memenuhi sifat yang diinginkan di atas bahwa ia memiliki konduktivitas termal yang rendah dan merupakan bahan yang relatif berat. Karena ini tidak memuaskan dengan besi cor, telah ada tren untuk mesin bensin untuk mengadopsi besi paduan aluminium ringan namun paduan ini memiliki kekuatan kurang dari besi cor [3,4]. Untuk mengimbangi kekuatan lebih rendah dari paduan dilemparkan dengan bagian lebih tebal dan dengan beberapa dukungan rusak tambahan, yang membawa berat relatif mereka untuk sekitar setengah dari blok besi cor setara.

Sebuah besi cor khas akan menjadi besi cor abu-abu yang mengandung 3,5% karbon, 2,25% silikon, dan 0,65 mangan. Kandungan karbon memberikan

grafit untuk meningkatkan struktur laminasi dikenal sebagai perlit yg terutama bertanggung jawab untuk ketahanan aus yang baik, sedangkan mangan membantu untuk memperkuat dan menguatkan besi. Sebuah komposisi aluminium-alloy umum akan 11,5% silikon 0,5 % mangan, dan magneium 0,4% dan bagian kiri adalah aluminium. Kehadiran silikon tinggi mengurangi ekspansi dan meningkatkan castability, kekuatan, dan ketahanan abras, sementara dua elemen korosi yang baik, tetapi hanya dapat menyerap beban kejut moderat.

2.2.1 Bahan Pembuatan Blok Silinder

Blok silinder harus dibuat dari bahan yang memiliki sifat yang diinginkan berikut.

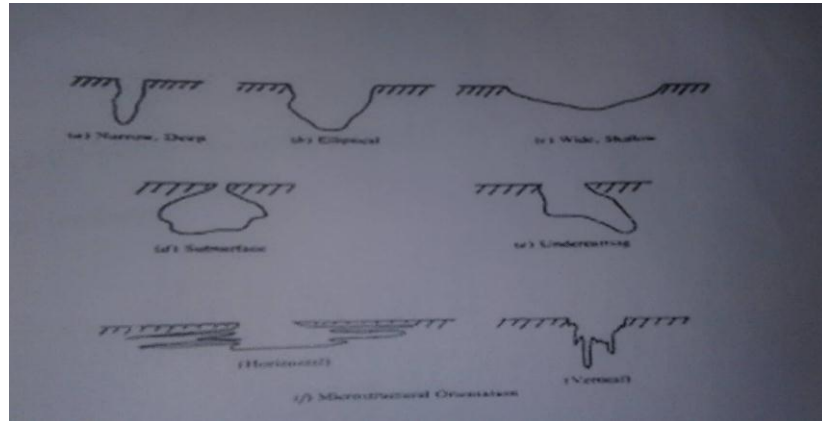
- Mudah menghasikan coran dengan tayangan yang baik,
- Harus kukuh dan cukup kuat di kedua lentur dan torsi,
- Hrus memiliki ketahanan abrasi yang baik,
- Harus memiliki ketahana korosi yang baik,
- Harus memiliki ekspansi termal yang rendah,
- Memiliki konduktivitas termal yang tinggi,
- Mempertahankan kekuatan pada temperatur operasi yang tinggi,
- Memiliki kepadatan relatif rendah.

2.3 Proses Pengecoran Blok Silinder

Proses pengecoran blok silinder adalah masalah termomekanis rumit. Ada banyak simulasi blok silinder adalah masalah dari proses pemadatan, tetapi kebanyakan rumit. Ada banyak simulasi blok selinder dari proses pemadatan, tetapi kebanyakan hanya mempertimbngksn proes satu arah bahwa pendingin seragam dari coran mengakibatkan stres termal dan deformasi selama pembekuan. Namun, sters termal dan deformasi dapat menyebabkan kan kesenjangan atau tekanan antara casting dan cetakan, yang mengubah perpindahan panas pada cetakan/logam antarmuka.

Pada antarmuka cetakan/logam, pengecoran dan cetakan berada dalam kontak permukaan, yang ditunjukkan pada gambar 2.1 karena kesulitan dalam memprediksi ini resitensi termal antar muka, sebagian besar analisis

mengasumsikan nilai konstan. Namun, casting dan cetakan akan menyebabkan variasi yang tahan panas.



Gambar 2.1. Casting Dan Antar Muka Cetakan

2.4 Jenis-Jenis Sifat Material

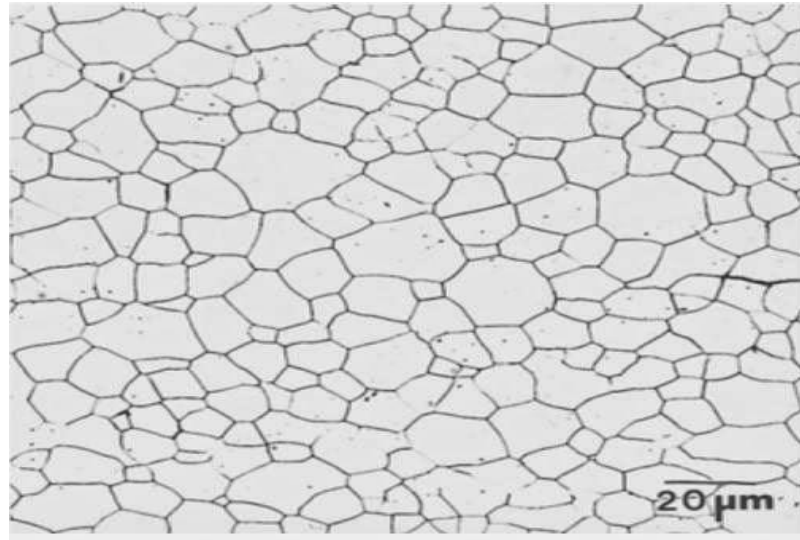
Sampai saat ini bahan yang digunakan untuk membuat blok mesin yaitu baja campuran besi dan aluminium yang telah menjadi bahan istimewa yang dipakai untuk memproduksi blok mesin diesel dan konvensional yang bertenaga bensin. Tetapi dengan lebih menekankan pada peningkatan efisiensi yang melalui pengurangan berat, sebagai berikut sifat sifat baja.

2.4.1 Sifat Material Baja Karbon (*Carbon Steel*)

Baja karbon bisa dibedakan menjadi baja karbon rendah, baja karbon menengah, dan baja karbon tinggi.

1. Baja Karbon Rendah

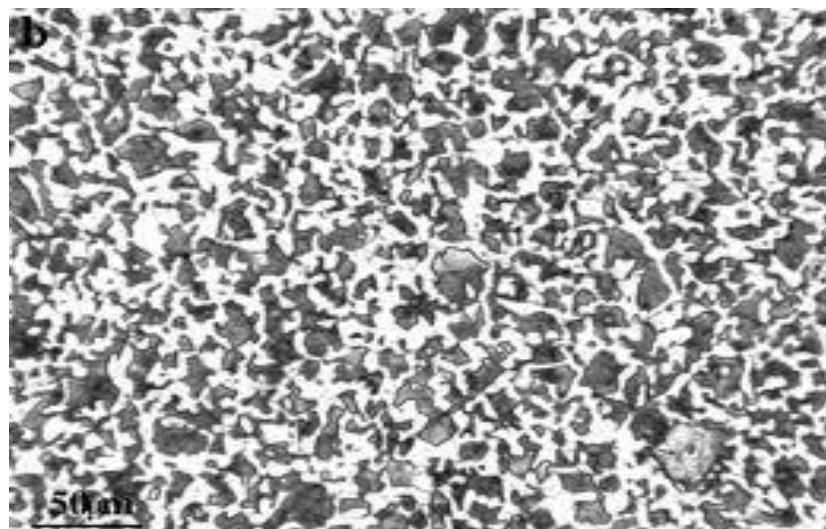
Baja karbon rendah mengandung unsur karbon dengan kadar sekitar 0,05-0,3 persen. Karakteristik utama baja ini ialah gampang ditempa dan mudah dioalah menggunakan mesin. Baja karbon rendah dengan kadar antara 0,05-0,2 persen biasanya dipakai untuk membuat bodi mobil, struktur bangunan, pipa, rantai, sekrup, paku. Sementara baja karbon rendah yang memiliki kadar di kisaran 0,2-0,3 persen umumnya digunakan untuk membuat gigi kendaraan, baut, dan jembatan.



Gambar 2.2 Baja Karbon Rendah

2. Baja Karbon Menengah

Baja karbon menengah bersifat lebih kuat daripada baja karbon rendah sehingga lebih sulit dipotong, dibengkokkan, atau dilas. Baja karbon menengah yang berkadar 0,3-0,4 persen dipakai untuk membikin batang penghubung, pin engkol, dan as roda. Sedangkan baja karbon menengah dengan kadar 0,4-0,5 persen digunakan sebagai bahan pembantu as roda mobil, poros engkol, rel, boiler, dan obeng. Serta baja karbon menengah sekitar 0,5-0,6 persen merupakan bahan baku palu dan kereta luncur.



Gambar 2.3 Baja Karbon Menengah

3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi mengandung unsur karbon berkisar antara 0,6-1,5 persen. Baja jenis ini mempunyai sifat sangat sulit dibengkokkan, dipotong, maupun dilas. Kegunaan baja karbon tinggi antara lain sebagai bahan baku pemutar sekrup, palu, pisau, gergaji, kawat, dan alat-alat pertukangan yang lain.



Gambar 2.4 Baja Karbon Tinggi

2.4.2 Sifat Material Baja Paduan (alloy steel)

Baja paduan tidak hanya terbuat dari besi dan karbon, tetapi juga diberikan tambahan berupa unsur-unsur lainnya. Adapun tujuan dari dilakukan penambahan unsur-unsur tersebut antara lain meningkatkan sifat mekanik baja, menaikkan sifat mekanik pada temperatur rendah, meningkatkan daya tahan terhadap reaksi kimia, dan menciptakan baja dengan sifat-sifat khusus. Menurut kadar karbonnya, ada tiga jenis baja paduan yaitu baja paduan rendah (kurang dari atau sama dengan 2,5%), baja paduan menengah (2,5-10%), dan baja paduan tinggi (lebih dari atau sama dengan 10%).

Baja paduan juga bisa dibagi menjadi dua jenis menurut unsur-unsur paduannya yaitu:

1. Baja Paduan Khusus

Baja paduan khusus dibuat dengan unsur-unsur tertentu untuk keperluan khusus. Pembuatan baja jenis ini dilakukan dengan menambahkan satu atau lebih unsur-unsur yang berjenis logam. Sehingga didapatkan baja yang mempunyai sifat dan karakteristik sesuai keinginan. Misalnya baja menjadi lebih kerat, lebih kuat, dan lebih ulet dibandingkan dengan baja karbon.

2. Baja High Speed

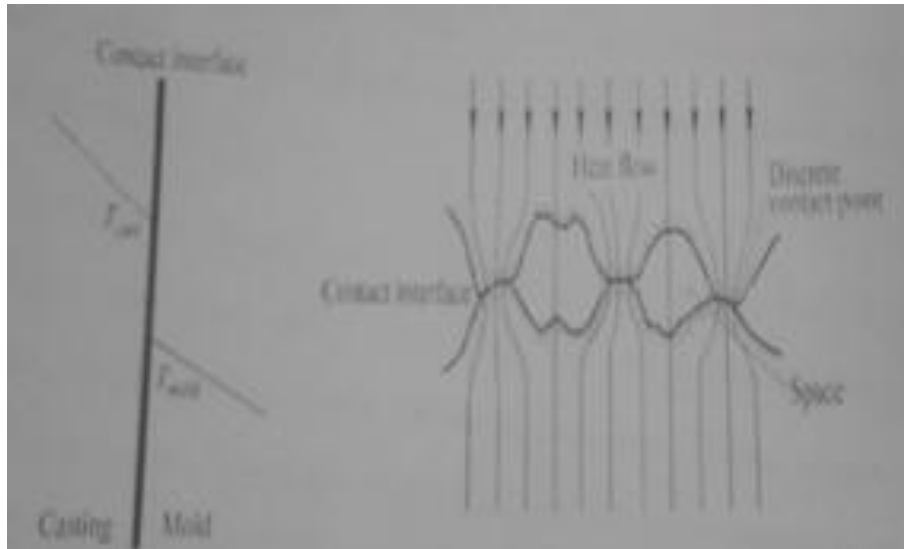
Baja high speed biasanya digunakan sebagai bahan utama untuk membuat alat-alat potong. Sebagai contoh yaitu drill, reamer, milling, cutter, lathe tool, bit, dan countersink. Baja ini mengandung unsur karbo sekitar 0,7-1,5 persen. Dengan memanfaatkan baja high speed, suatu peralatan dapat dioperasikan lebih cepat.

Sementara itu, beberapa baja paduan pun mempunyai sifat-sifat khusus yang dimiliki oleh baja pada umumnya. Di antaranya meliputi:

- Baja tahan korosi
- Baja tahan garam
- Baja tahan pakai
- Baja tahan panas
- Baja elektrik
- Baja magnetik
- Baja non-magnetik
- Baja tanpa sisik

2.5 Stres Termal Terhadap Coran

Cetakan blok sender yang kemudian mengubah perpindahan panas antara casting dan cetakan. Metode kontak elemen digunakan untuk mempelajari interaksi antara cetakan pasir dan casting. Status kontak kemudian dimasukkan kembali ke analisis perpindahan panas antara cetakan pasir dan casting untuk mengevaluasi koefisien perpindahan panas didasarkan pada ukuran kesenjangan atau tekanan antara permukaan. Fenomena termal dan mekanik kemudian digabungkan dalam dua arah. Metode ini diterapkan untuk menganalisis stress dalam spesimen pengecoran bingkai stres dan blok silinder. Hasilnya lebih akurat dibandingkan tanpa pertimbangan efek kontak pada perpindahan panas.



Gambar 2.5 Stres Termal Terhadap Coran

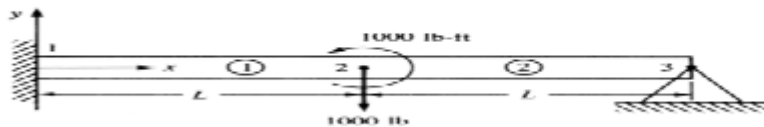
2.6 FEM (*Finite Elements Method*)

FEM adalah singkatan dari finite elements method, dalam bahasa Indonesia disebut metode elemen hingga. Konsep paling dasar M adalah, menyelesaikan suatu problem dengan cara membagi objek analisa menjadi bagian-bagian kecil yang terhingga. Bagian-bagian kecil ini kemudian dianalisa dan hasilnya digabungkan kembali untuk keseluruhan daerah. Kata “ finite atau terhingga “ digunakan untuk menekankan bahwa bagian-bagian kecil tersebut tidak terhingga, seperti yang lazim digunakan pada metode integral analitik.

Membagi bagian analisa menjadi bagian-bagian kecil disebut “discretizing atau diskritisasi” bagian-bagian kecil ini disebut elemen, yang terdiri dari titik-titik sudut (nodal atau node) dan daerah elemen yang terbentuk dari titik-titik tersebut. Membagi sebuah objek menjadi bagian-bagian kecil secara fisika sebenarnya menuntun kita pada pembuatan persamaan diferensial. Jadi secara lebih matematis, FEM didefinisikan sebagai teknik numerik untuk menyelesaikan problem yang dinyatakan dalam persamaan diferensial, namun biasanya didefinisi FEM secara matematis memberikan kesan yang rumit yang sebenarnya tidak perlu. Oleh karena itu dalam pelajaran kita, pendekatan matematis tidak terlalu ditekankan, meski demikian mengingat pentingnya ilustrasi persamaan FEM dan diferensial-integral (kalkulus) akan kita bahas secara detail pada kesempatan berikutnya. Secara umum langkah-langkah dalam FEM

Melakukan modelisasi sederhana yang berlaku untuk setiap elemen, misalnya dimodelkan sebagai pegas, dimana pegas ini bersifat sederhana, yaitu tegangan berbanding lurus dengan perubahan bentuknya.

Membuat formula sederhana untuk setiap elemen tersebut. Misalnya untuk pegas berlaku hukum $f=k.x$. dimana k adalah konstanta pegas, dan x adalah pertambahan panjang pegas. Pada langkah ini kita akan memperoleh sebuah persamaan yang disebut “element stiffness matrix” atau matriks kekakuan element.



$$k^{(1)} = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} d_{1y} & \phi_1 & d_{2y} & \phi_2 \\ 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix}$$

$$k^{(2)} = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} d_{2y} & \phi_2 & d_{3y} & \phi_3 \\ 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix}$$

Gambar 2.6 Metode Elemen Hingga

Mengkombinasi seluruh elemen dan membuat persamaan simultan yang mencakup semua variabel. Untuk elemen yang dimodelkan dengan pegas, mencakup f, k , dan x dari semua elemen. Biasanya pada langkah ini kita akan memperoleh sebuah persamaan yang disebut “ global stiffness matrix “ atau matriks kekakuan global. (Yongyao Luo, Zhengwei Wang, Guodong Chen, Zujian Lin, 2009)

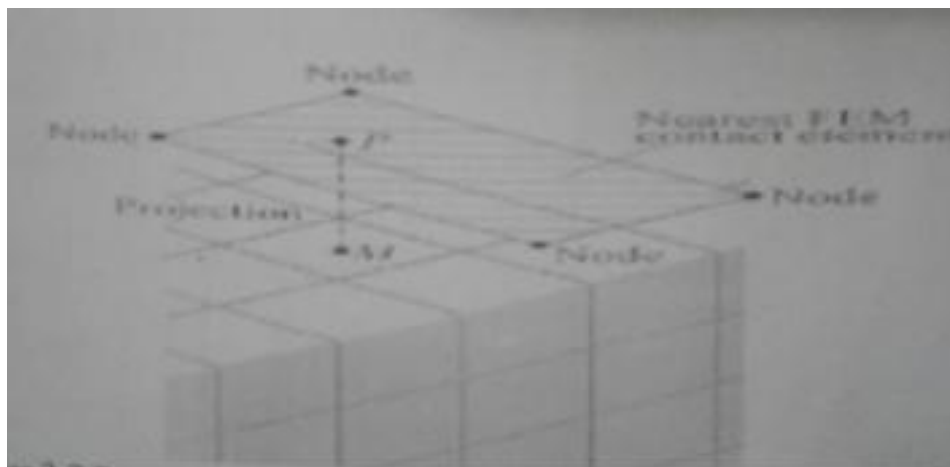
Dua formula tahan panas antar muka yang digunakan disini untuk menganalisis tahan panas secara keseluruhan. Sebagai casting dan cetakan terpisah, tahan panas antar muka, R , adalah hasil dari panas awal perlawanan awal R dan tahan panas udara R karena ke celah udara dalam seri.

Di mana awal R adalah tahan panas antar muka ketika tidak ada celah udara atau tekanan kontak antara casting dan cetakan, yang dapat dihitung kita-ing korelasi di terbitkan;

Udara λ adalah cond- termal tivity udara dan udara δ adalah ukuran celah udara. Ketika cast- yang ing dab cetakan berada dalam kontak dekat, tahan panas antar

muka ini disebabkan oleh R awal, dan termal perlawanan tekanan R adalah tekanan secara paralel.

Distribusi tegangan diprediksi oleh FEM digunakan untuk memprediksi ukuran ke senjangan dan tekanan di gunakan untuk menghitung koefisien perpindahan panas antar muka. Untuk analisis termal, pertama, titik tengah dari permukaan luar dari model beda hingga pengecoran seperti titik M pada diidentifikasi. Ke permukaan target dari elemen kontak (misalnya P adalah proyeksi M). Ukuran kesenjangan dan tekanan dari empat mode dari permukaan target terdekat titik ini dihitung dalam perhitungan stres kemudian digunakan untuk menghitung keadaan kontak (gap dan tekanan) pada titik P. Kemudian, negara kontak dari titik pusat inter face M, didekati sebagai setara dengan bahwa pada titik P. Akhirnya tahanan panas antar muka pada titik M dan model beda hingga dievaluasi menggunakan pers.



Gambar 2.7 Pertandingan Model Beda Hingga Dan Model Elemen Hingga

2.7 Komponen Blok Silinder Dan Fungsi Umumnya

- Water jacket. Pada Blok silinder, terdapat ruang ruang kecil yang disebut water jacket. Water jacket ini sendiri berfungsi sebagai ruang untuk bersirkulasi air yang berguna mendinginkan mesin, lengkapnya ada pada penjelasan sistem pendingin.
- Piston / Torak. Piston / torak berfungsi untuk menghisap gas yang akan dibakar di ruang bakar serta memberikan tekanan pada saat langkah kompresi.

- Ring Piston. Ring piston berfungsi untuk menahan kebocoran pada saat terjadi pembakaran di ruang bakar serta meratakan oli yang ada di dinding blok silinder. penjelasan selengkapnya ada di penjelasan tentang piston.
- Batang torak / connecting rod. Batang torak atau connecting rod adalah alat yang berfungsi sebagai penghubung piston dengan sumbu engkol / crank shaft.
- Sumbu engkol / CrankShaft. Sumbu engkol berfungsi sebagai komponen untuk mengubah tenaga vertical (dari atas ke bawah) yang dihasilkan piston menjadi tenaga rotari (berputar)
- Pulley CrankShaft. Pulley Crank shaft berfungsi sebagai poros dimana dihubungkan dengan poros lain seperti pulley Cam Shaft, alternator, untuk memberikan tenaga putaran.
- Metal. Fungsi dari metal adalah melapisi atau menjadi bantalan untuk stang piston dan berfungsi untuk menjadi bantalan ketika Crankshaft berputar.. sebetulnya metal sendiri terdapat dua jenis yakni metal jalan dan metal duduk.
- Fly Wheel / Roda Gila. Fly Wheel berfungsi untuk meneruskan tenaga yang dihasilkan oleh mesin ke sistem pemindah daya seperti kopling, transmisi, dan ploverel skaft.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat melakukan studi tegangan pada blok motor bakar satu silinder dengan daya 1 Hp menggunakan Software Autodesk Inventor Professional 2014 dan menganalisisnya menggunakan Software Ansys 15 penulis melakukannya dilaboraturium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.1.2 Waktu

Waktu analisa pengujian dilakukan setelah mendapatkan izin dari dosen pembimbing hingga selesai.

Table 3.1. Jadwal Proses Penelitian

No	Kegiatan	Jun	Jul	Ags	Sep	Okto	Nov	Des	Jan
1	Studi literatur								
2	Menentukan desain blok piston								
3	Menggambar spesimen								
4	Mensimulasikan blok piston								
5	Menampilkan gambar								
6	Menentukan pengujian yang akan diuji								
7	Pengujian Ansys								
8	Penyelesaian skripsi								

3.2 Alat Penelitian

Pada penelitian ini penulis dibantu beberapa alat pendukung yaitu :

3.2.1 Laptop

Pada penelitian ini laptop yang digunakan adalah laptop Acer dengan spesifikasi Prosesor Intel® *Cor (TM) i3-2367M CPU@ 1.40GHz*, RAM 4 GB dan *System Type 64-bit*.

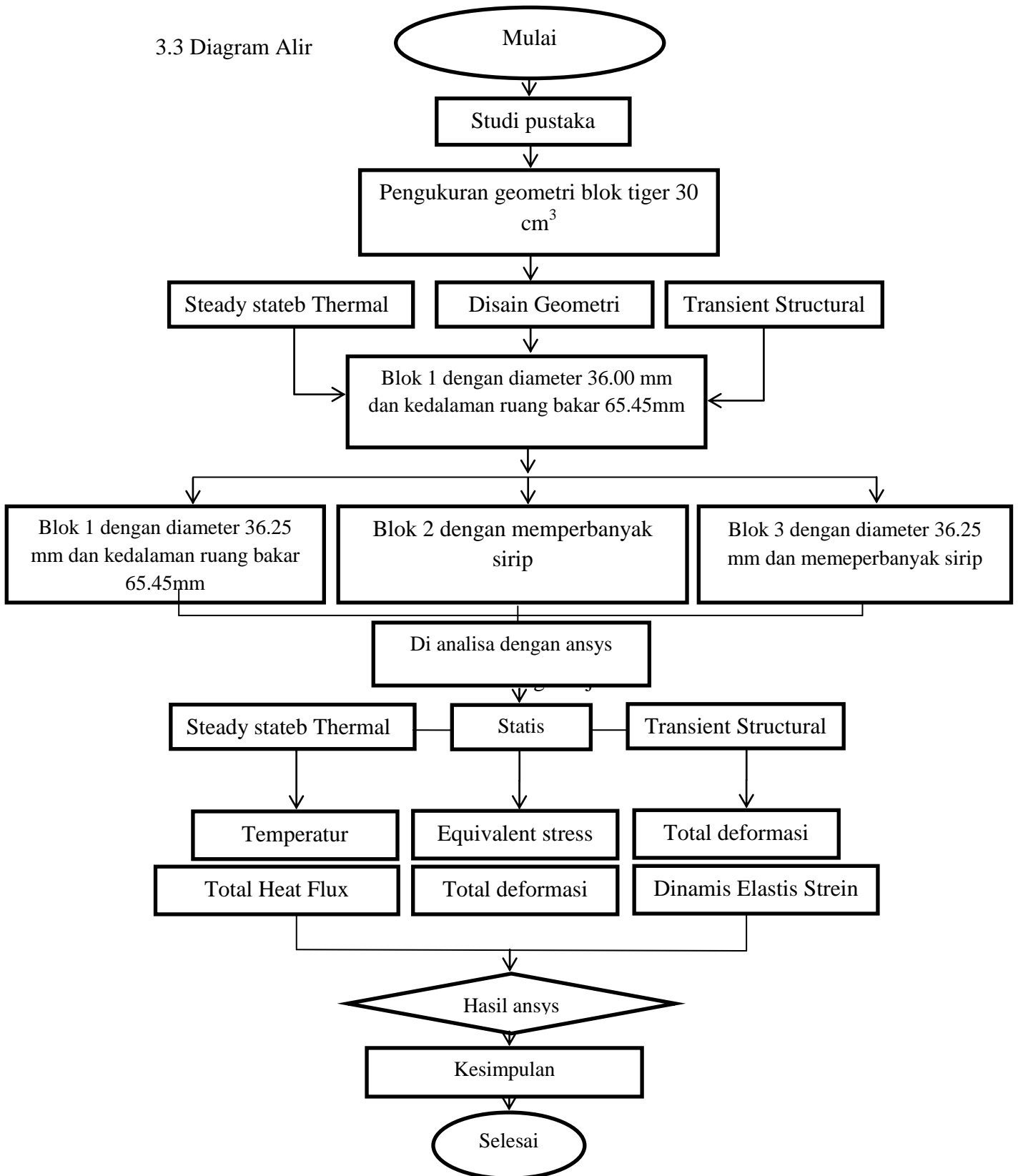
3.2.2 *Software Autodesk Inventor 2014*

Software Autodesk Inventor 2014 yang sudah terinstal pada laptop adalah Autodesk Inventor 2014 64bit yang didalamnya terdapat skech 3D dengan persyaratan sistem processor *AMD with Radeon support 64 bit operation system*, RAM 2 GB *or more*, dan *Disk Space 5 GB or more*.

3.2.3 *Software Ansys*

Software Ansys yang sudah terinstal pada laptop adalah Ansys 2015 yang didalamnya terdapat APDL 2015 dan *Workbench 2015* dengan persyaratan sistem processor *AMD with Radeon support 64 bit operation system*, RAM 2 GB *or more*, dan *Disk Space 5 GB or more*.

3.3 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.4 Tahap Pengumpulan Data

Langkah pertama sebelum mendisain blok yang lebih unggul yaitu mengukur dan mengambar ulang untuk mengambil sampel pada blok motor bakar satu silinder dengan daya 1 (satu) Hp.



Gambar 3.2. Pengukuran Blok Dengan Jangka Sorong

Ukuran blok berdiameter 36.00 mm dan memiliki kedalaman lubang 62.05 mm. Pada blok umumnya terdapat dua bagian yang sering mengalami kerusakan yaitu pada bagian dinding atas dan dinding samping seperti ditunjukkan pada gambar 3.2, dan dua titik ini menjadi fokus penelitian.



Gambar 3.3. Titik Yang Menjadi Pengamatan Pada Blok

3.5 Tahap Menggambar Blok

3.5.1 Tampilan Inventor 15

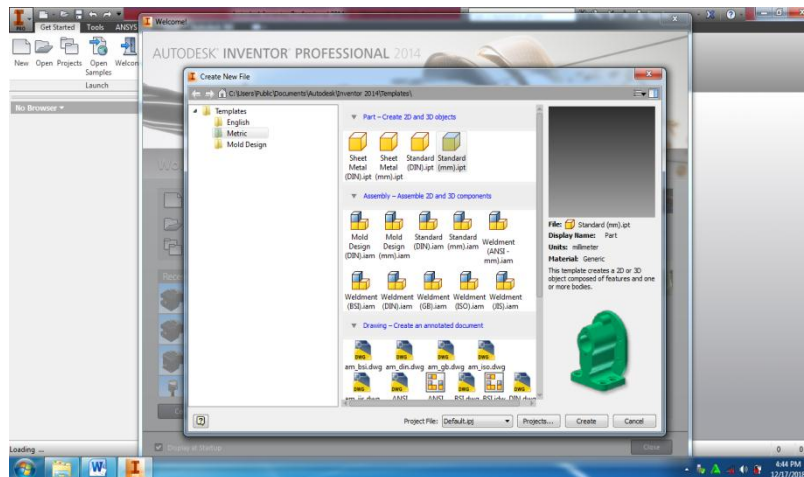
Buka *software inventor 15* untuk memulai proses penggambaran disain blok modifikasi untuk motor bakar 1 silinder dengan daya 1 Hp



Gambar 3.4. Tampilan Awal Inventor

3.5.2 Tampilan Lembar Kerja Baru Menu New

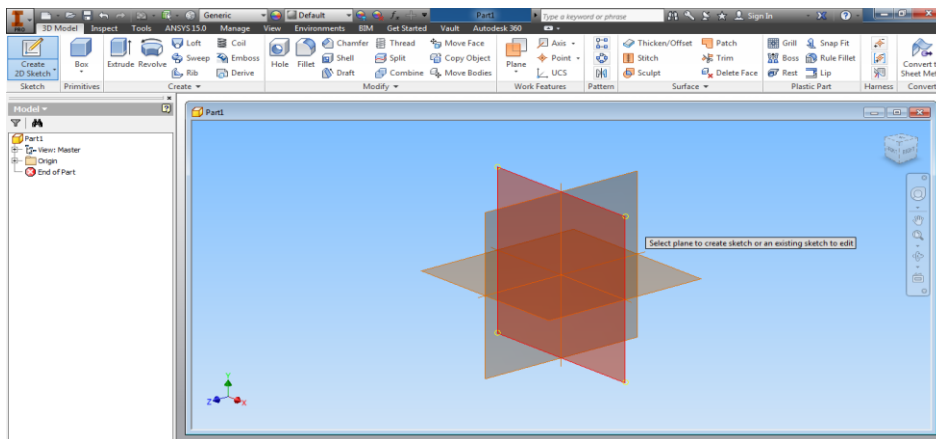
Pada menu new muncul tampilan untuk menentukan standart gambar dan satuan ukuran yang digunakan kemudian “klik matrik – pilih standar (mm) Ipt – create.



Gambar 3.5. Tampilan Penyetingan Standart Gambar

3.5.3 Menentukan Kordinat Gambar

Menentukan kordinat gambar pada lembar kerja sebelum memulai gambar seperti terlihat pada gambar 3.6, pilih menu create 2D pada menu bar paling kanan kmudian pilih salah satu kordinat yang di inginkan kemudian “klik” kanan pada mouse.



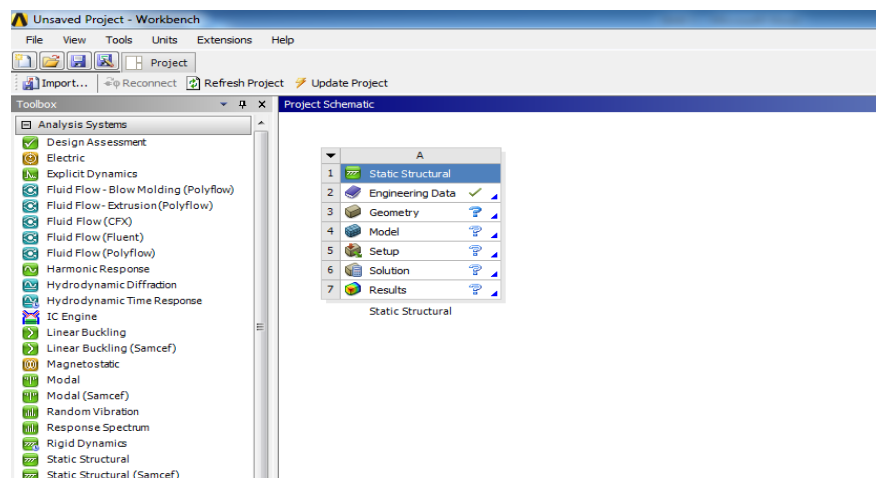
Gambar 3.6. Tampilan Kordinat Pada *Inventor*

Selanjutnya menggambar disain blok motor bakar satu silinder dengan daya 1 hp dan mendisain blok yang sudah direncanakan dengan mengubah geometri diameter dan kedalaman runang bakar blok.

3.6 Tahapan Proses Menggunkan *Ansys*

3.6.1 Tampilan *Workbench* 15

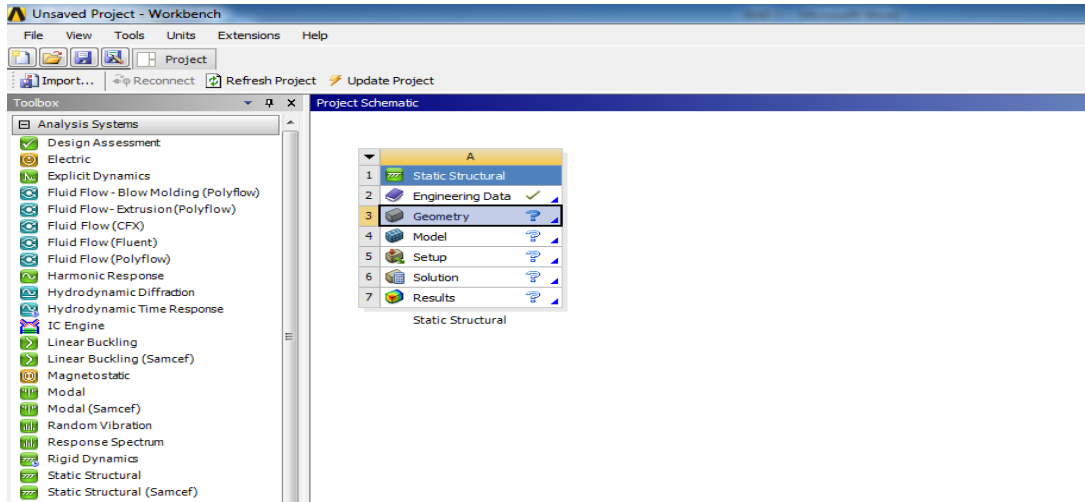
Pada tampilan ini pilih static structural kemudian klik kanan kemudian *inport geometri* lalu *file iges* dan klik model.



Gambar 3.7. Tampilan Awal *Workbench* 15

3.6.2 Menentukan *Analisis System*

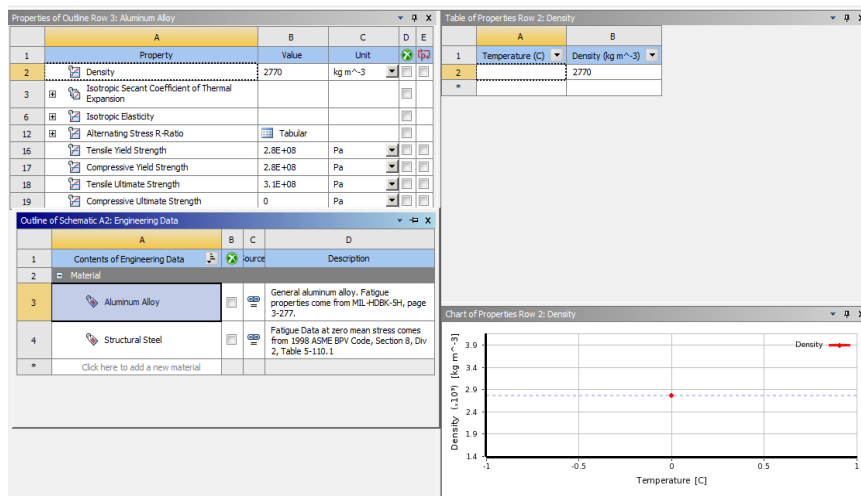
Simulasi yang digunakan dalam analisa ini adalah *static structural*. Maka langkah selanjutnya adalah dengan mengklik static structural pada toolbox seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.8. Jendela Kerja Static Structural

3.6.3. *Engineering Data*

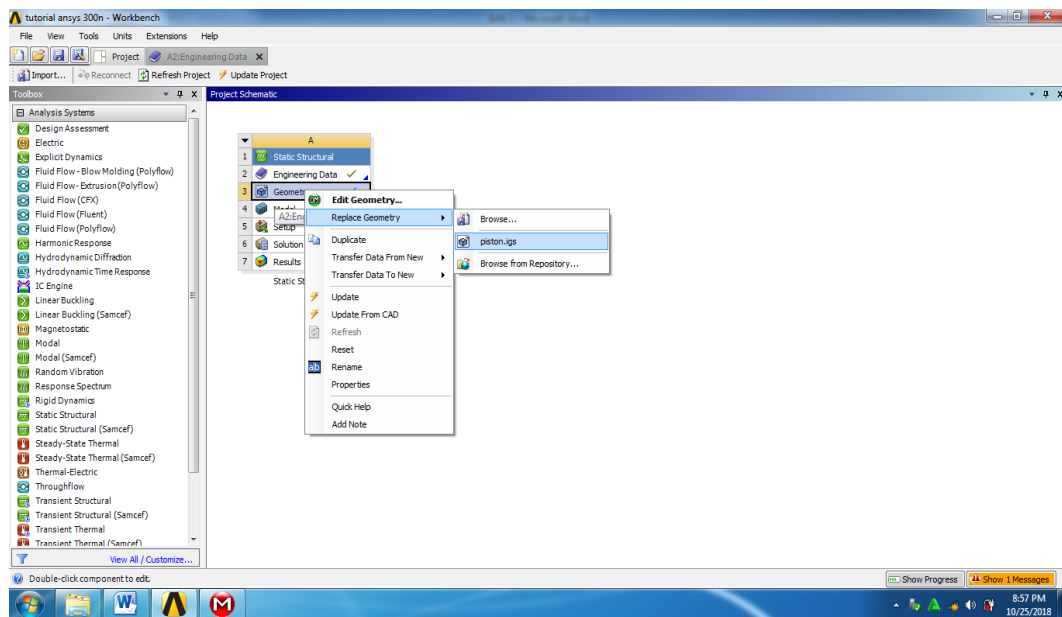
Engineering data adalah fitur yang bertujuan untuk menentukan jenis material yang digunakan pada objek yang akan di analisa. Jenis material yang digunakan pada blok adalah *alluminium Alloy*. Langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah dengan mengklik dua kali pada engineering data kemudian structural steel lalu retron to project. Maka akan muncul outline. Seperti dijelaskan pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.9. Tampilan *Engineering Data*

3.6.4 Menentukan Geometri

Fitur Geometri adalah fasilitas yang diberikan Ansys Workbench yang bertujuan untuk mendisain sebuah model yang akan di analisa. Dalam kasus ini model desain dengan menggunakan perangkat lunak Inventor 2014. Yang dilakukan untuk menampilkan hasil pemodelan tersebut adalah seperti berikut. Mengklik kanan pada Geometri kemudian Import Geometri kemudian pilih browser dan pilih Geometri. Yang sudah didisain menggunakan Inventor 2014 seperti terlihat pada gambar berikut ini.

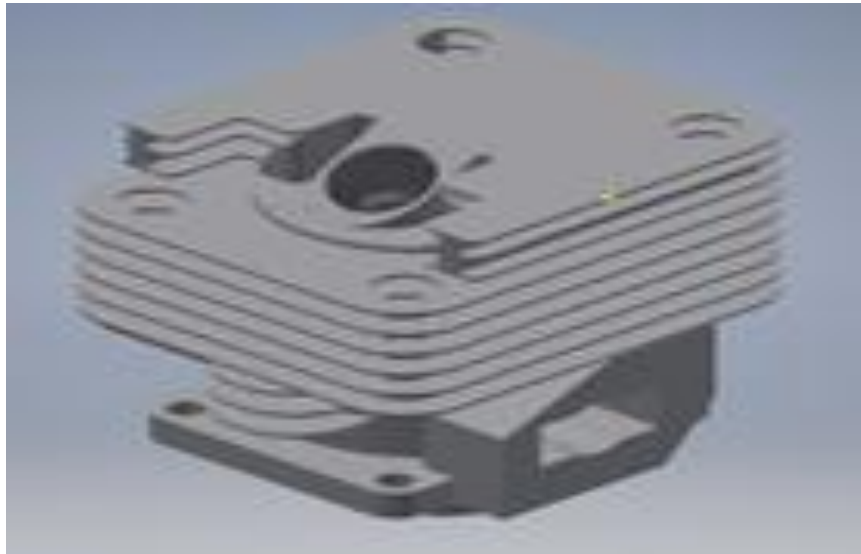


Gambar 3.10. Tampilan Menu *Geometri*

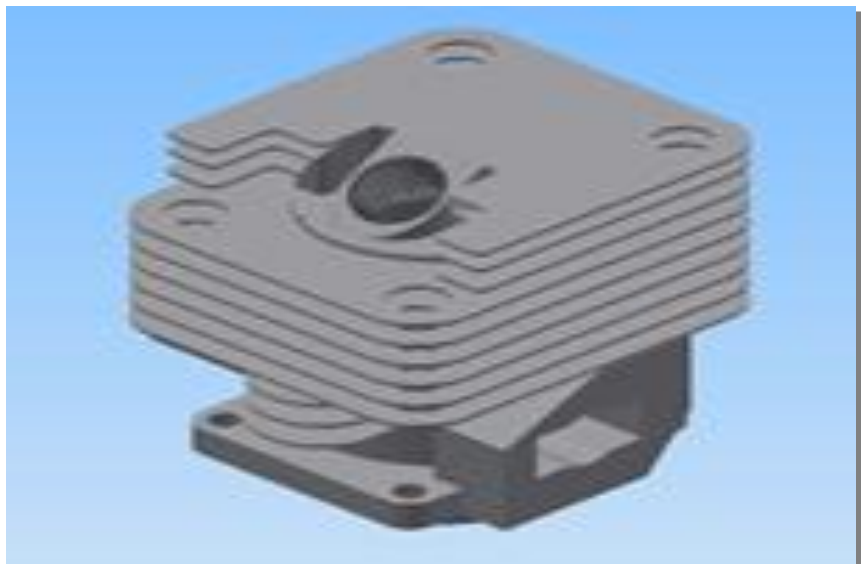
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Gambar Blok

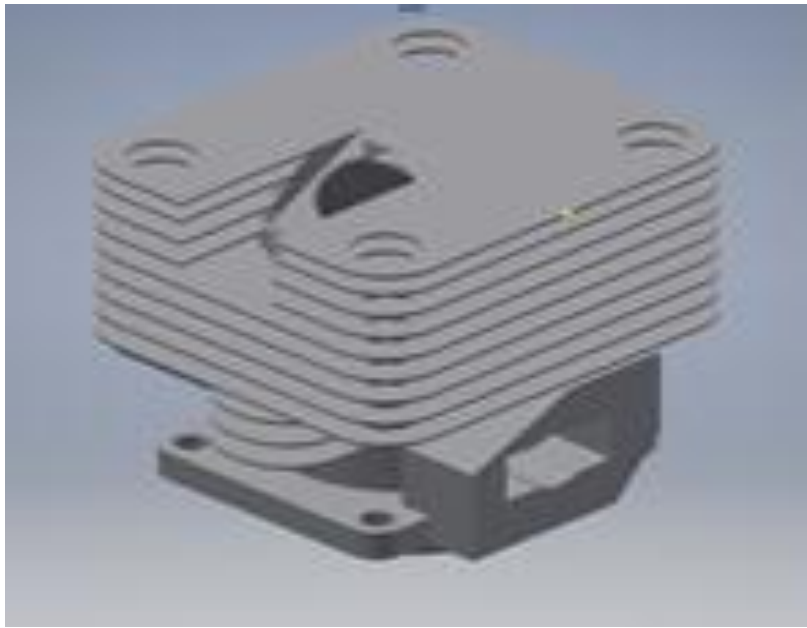
Hasil gambar blok dengan ukuran yang berbeda dari software inventor 14



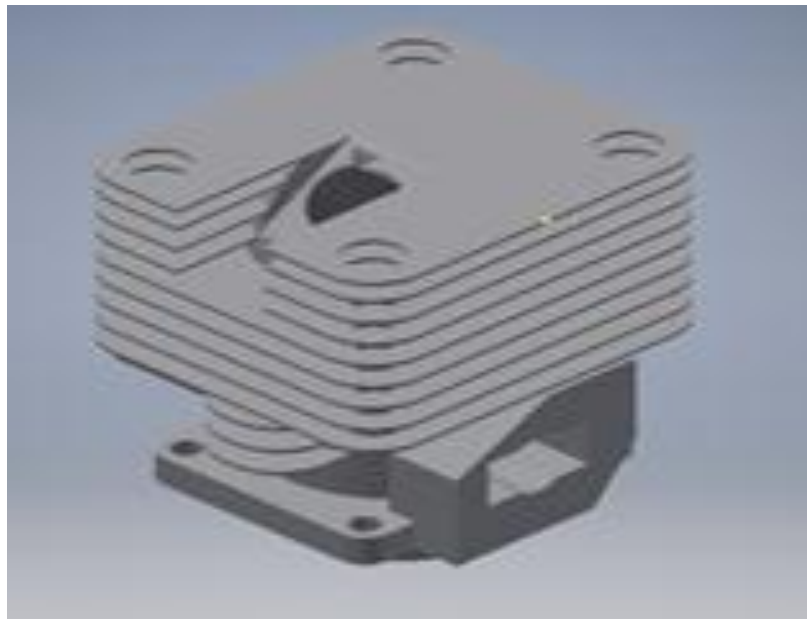
Gambar 4.1. Hasil Gambar Blok Tiger Standart



Gambar 4.2. Hasil Gambar Blok Berdiameter Ruang Lebih Besar 0.25 mm Bakar Berbeda



Gambar 4.3. Hasil Gambar Blok Dengan Model Memperbanyak Sirip



Gambar 4.4. Hasil Gambar Blok Dengan Model Memperbanyak Sirip Dan Dengan Diameter 0.25 mm

4.2 Hasil Simulasi Blok Static Struktural

4.2.1 Hasil Geometri Static Struktural

Tahap awal menampilkan spesimen ke geometri tahap paling awal yang harus dilakukan untuk menganalisa specimen static structural → *Geometri* → *file* → *import external Geometri* → *generate*.

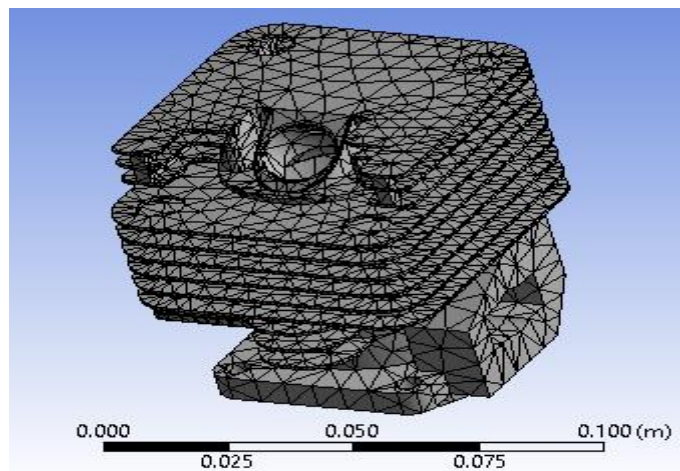


Gambar 4.5. Hasil Geometri Ansys Static Structural

4.2.2 Hasil Meshing

Meshing merupakan bagian integral dari simulasi rekayasa di bantu proses komputer. Meshing mempengaruhi akurasi dan kecepatan konvergensi dari solusi. Pemberian meshing pada benda kerja dilakukan dengan cara:

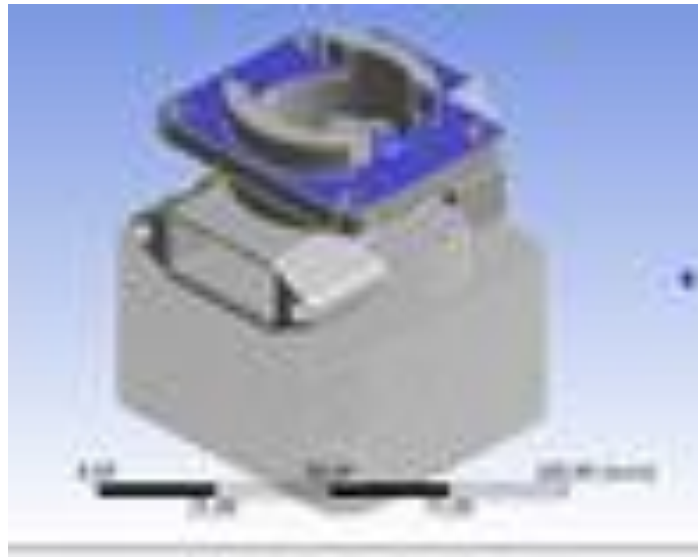
Klik *mesh* → pilih *element size* → lalu berikan ukuran meshnya → klik *selov*



Gambar 4.6. Hasil *Meshing*

4.2.3 Hasil *Force* Dan *Fixed Support* Pada Blok

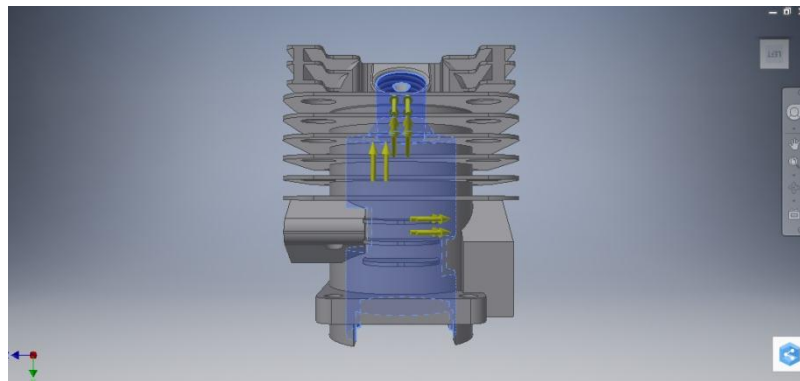
Force merupakan tempat meletakkan beban di ansys, yang mana *force* dapat diletakkan di sumbu Y pada permukaan atau bagian dinding ruang bakar, kemudian pembebanan diberikan sebesar 0,123 N. Tahap memulai force Klik *static structural* → klik kanan pilih *force* → pilih component. Tahap memulai *fixed support* klik *static structural* → klik kanan → pilih *fixed support*.



Gambar 4.7. Hasil *Force* Dan *Fixed Support*

4.2.4 Konsep Daerah Yang Diberi Beban

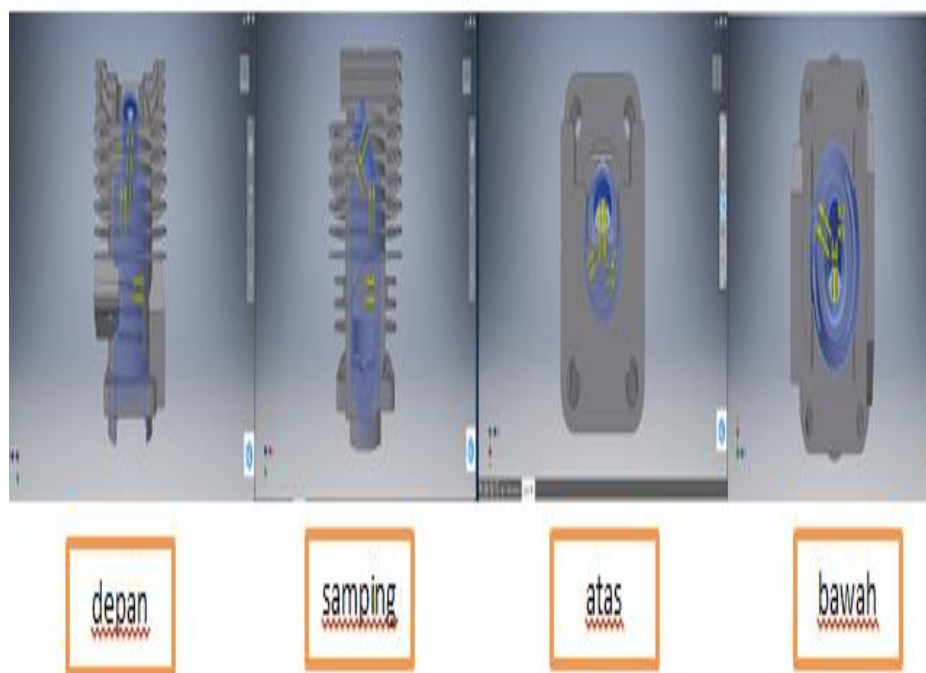
Konsep ini untuk mencari titik max tegangan, total deformasi dan mendapatkan tentang sifat – sifat keadaan dari satu logam dengan gaya yang di berikan masing masing blok selinder.



Gambar 4.8. Daerah Yang Diberi Beban

4.2.5 Memperlihatkan Arah Pandang Pada Paerah Yang Di Beri Beban

Untuk memperlihatkan daerah pandangan pada blok yang diberikan beban



dengan pandangan yang berbeda – beda.

Gambar 4.9. Arah Pandangan Yang Berbeda

4.3 Hasil Pembahasan Simulasi Statik

Hasil dari pembahasan statik dari blok tiger 30 cm^3 dan tiga variasi blok dengan geometri berbeda-beda dengan asumsi pembebanan $0,123 \text{ N}$, nilai yang diambil berdasarkan titik max dimana sering terjadi kerusakan pada blok dan nilai

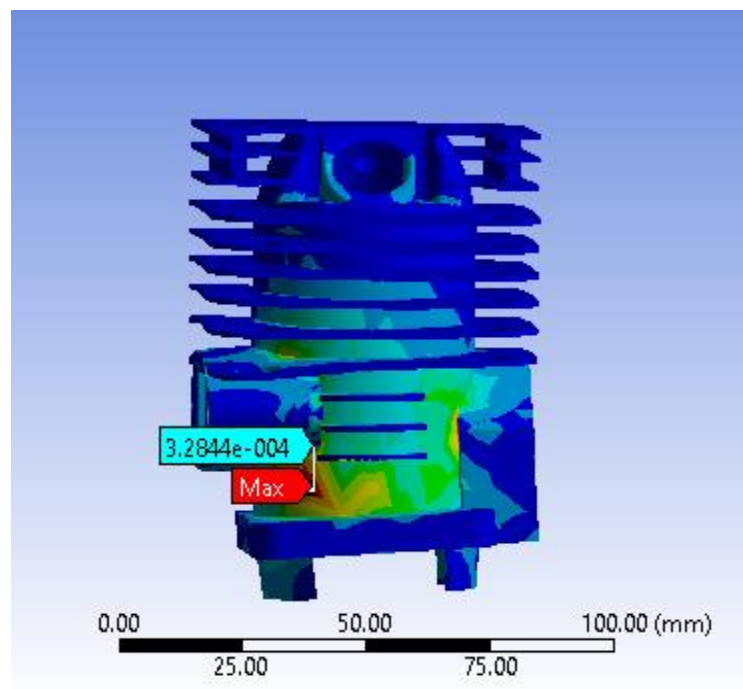
pada blok tiger 30 cm³ menjadi acuan untuk penelitian blok dengan geometri yang berbeda dan hasil analisisnya sebagai berikut:

4.3.1 Hasil Dari *Equivalent Stress* blok Tiger 30 cm³

Pada blok Tiger 30 cm³ memiliki diameter ruang bakar 36 mm dan tinggi 62.05 mm

1. Hasil *Equivalent Stress* Blok Standart

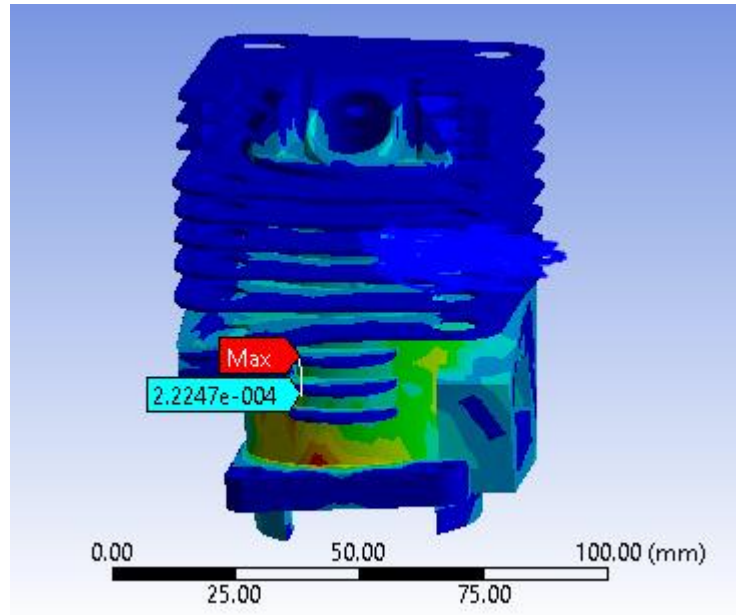
Dari hasil simulasi max *Equivalent Stress* pada blok tiger 30 cm³ dengan asumsi pembebanan 0,123 N adalah 0.32844 Mpa



Gambar 4.10. Nilai *Equivalent Stress* Pada Blok Standart

2. Hasil *Equivalent Stress* Model 1

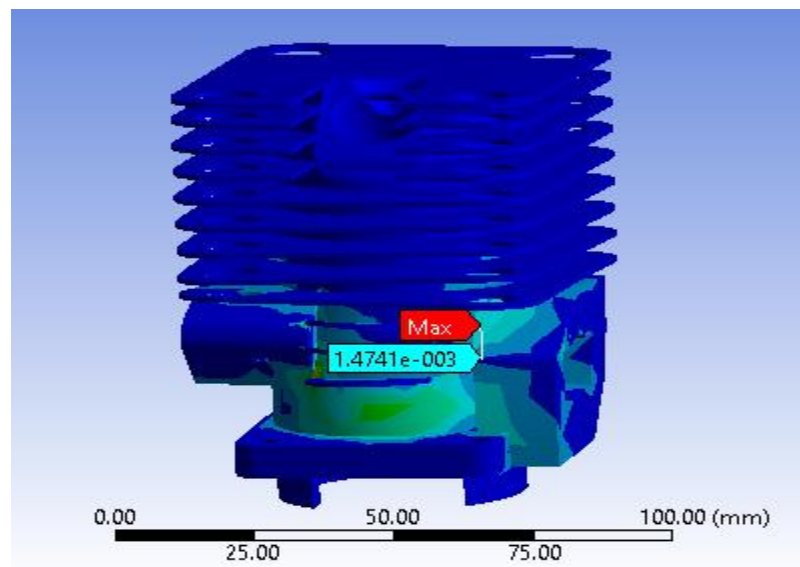
Dari hasil simulasi max *Equivalent Stress* pada disain blok 1 dengan asumsi pembebanan 0,123 N adalah 0.2247 Mpa.



Gambar 4.11. Nilai *Equivalent Stress* Pada Blok Berdiameter 36.25 mm

3. Hasil *Equivalent Stress* Blok Model 2

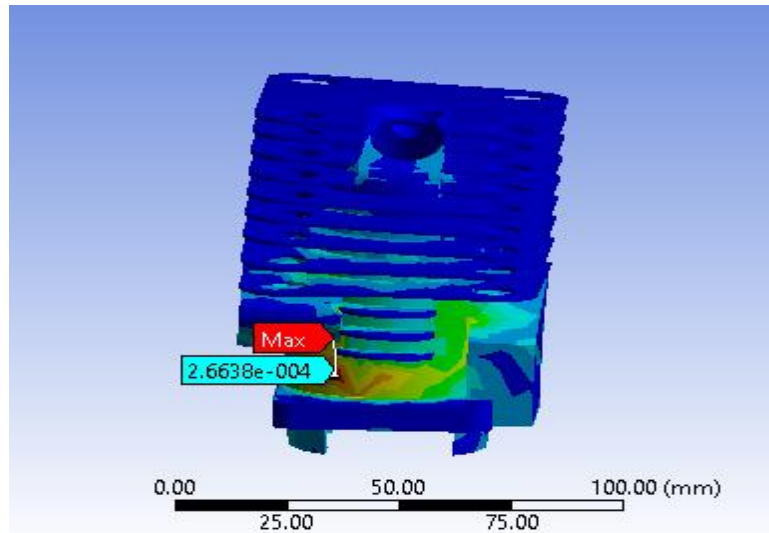
Dari hasil simulasi *Equivalent Stress* pada disain blok ini dengan asumsi pembebanan 0,123 N adalah 0.14741 Mpa



Gambar 4.12. Nilai *Equivalent Stress* Pada Blok Dengan Memeperbanyak Sirip

4. Hasil *Equivalent Stress* Blok Model 3

Dari hasil simulasi *Equivalent Stress* pada disain blok dengan asumsi pembebanan 0.123 N adalah 0.26638 Mpa.



Gambar 4.13. Nilai *Equivalent Stress* Pada Blok Berdiameter 36.25 mm Dan Dengan Memperbanyak Sirip

4.4 Hasil Grafik Dari Penelitian

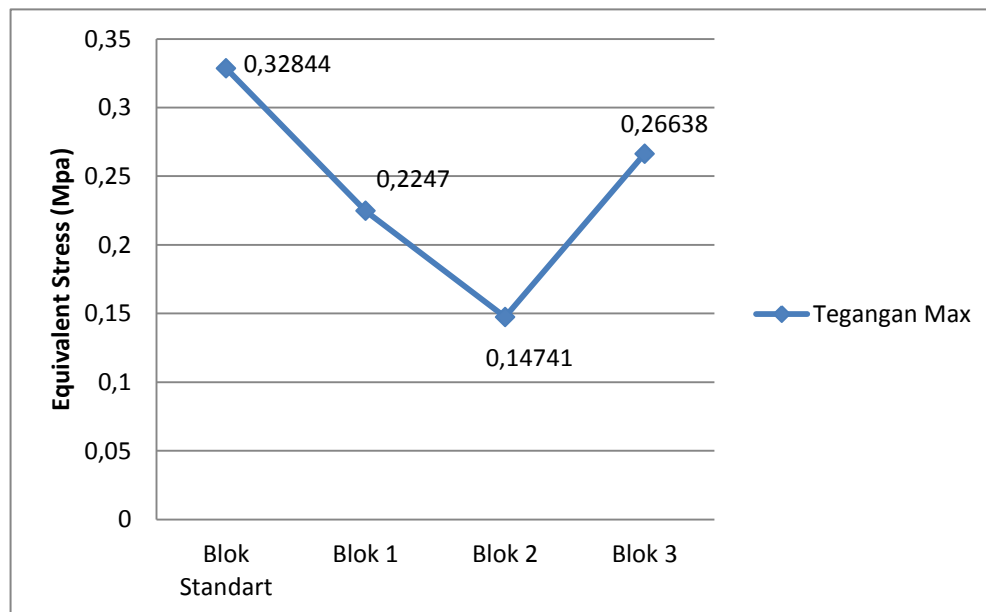
Dari hasil analisa yang telah dilakukan maka perbandingan nilai *Equivalent stress* pada setiap blok dapat dilihat pada grafik berikut ini:

4.4.1 Grafik Perbandingan *Equivalent Stress* Titik Max

Hasil pengujian *equivalent stress* blok tiger 30 cc adalah 0.32844 Mpa dibandingkan blok 2 adalah 0.14741 Mpa maka dari hasil pengujian dari ke 4 blok yang terbaik adalah blok 2 karena memiliki nilai *equivalent stress* terenda.

Tabel 4.1. Nilai Maksimum *Equivalent Stress* Pada Blok

Model Blok	Nilai Max <i>Equivalent Stress</i>
blok standart	0.32844
blok 1	0.2247
blok 2	0.1471
blok 3	0.26638

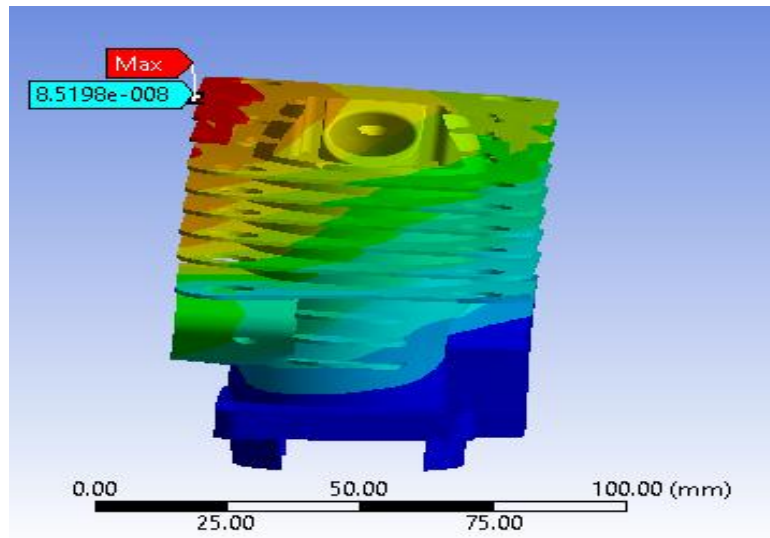


Gambar 4.14. Gambar Grafik *Equivalent Stress* (Mpa)

4.4.2 Hasil Pembahasan Simulasi Total *Deformasi*

1. Hasil Total *Deformasi* Blok Standar

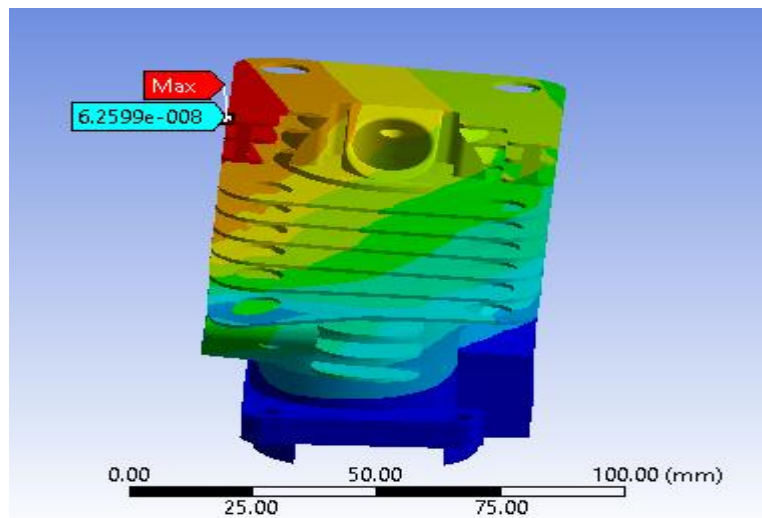
Dari hasil simulasi Total *Deformasi* pada blok tiger 30 cm³ dengan asumsi pembebanan 0.123 N adalah 0.85198 N



Gambar 4.15. Nilai Total *Deformasi* Pada Blok Standart

2. Hasil Total Deformasi 1

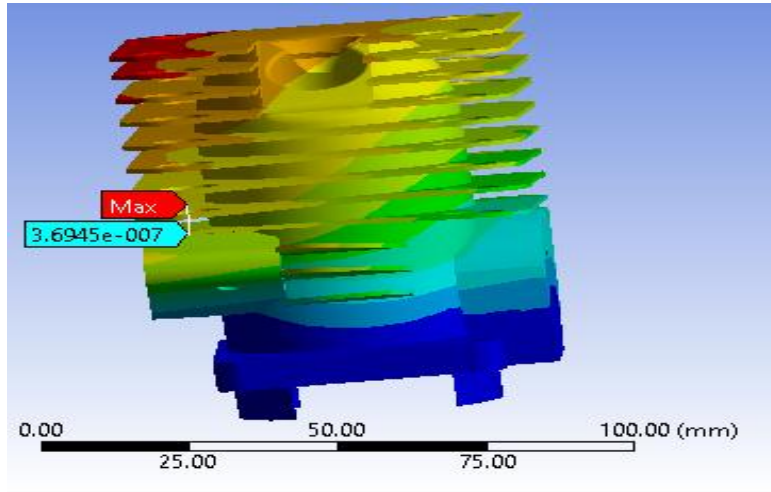
Dari hasil simulasi Total *Deformasi* pada disain blok ini dengan asumsi pembebanan 0.123 N adalah 0.62599 N



Gambar 4.16. Nilai Total *Deformasi* Pada Blok Berdiameter 36.25 mm

3. Hasil Total *Deformasi* 2

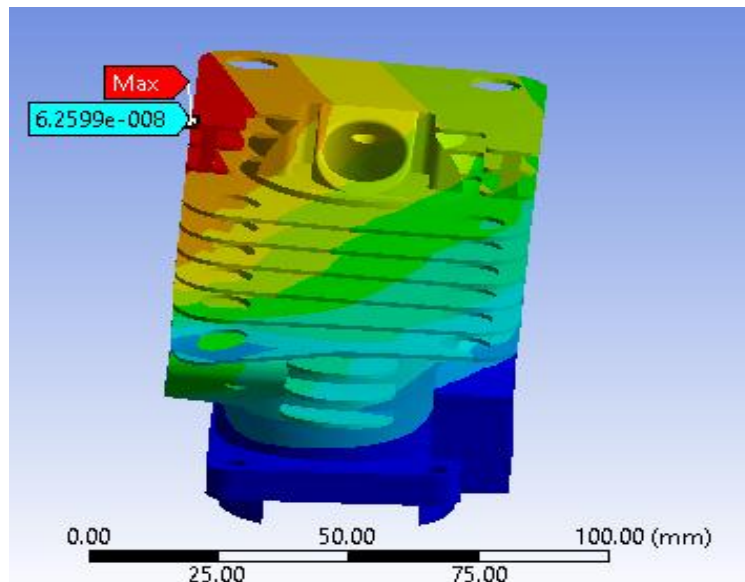
Dari hasil simulasi Total *Deformasi* pada disain piston ini dengan asumsi pembebanan 0.123 N adalah 0.36945 N



Gambar 4.17. Nilai Total *Deformasi* Pada Blok Dengan Memperbanyak Sirip

4. Hasil Total *Deformasi* 3

Dari hasil simulasi Total *Deformasi* pada disain blok ini dengan asumsi pembebanan 0.7457 N adalah 0.62599 N



Gambar 4.18. Nilai Total *Deformasi* Pada Blok Berdiameter 36.25 mm

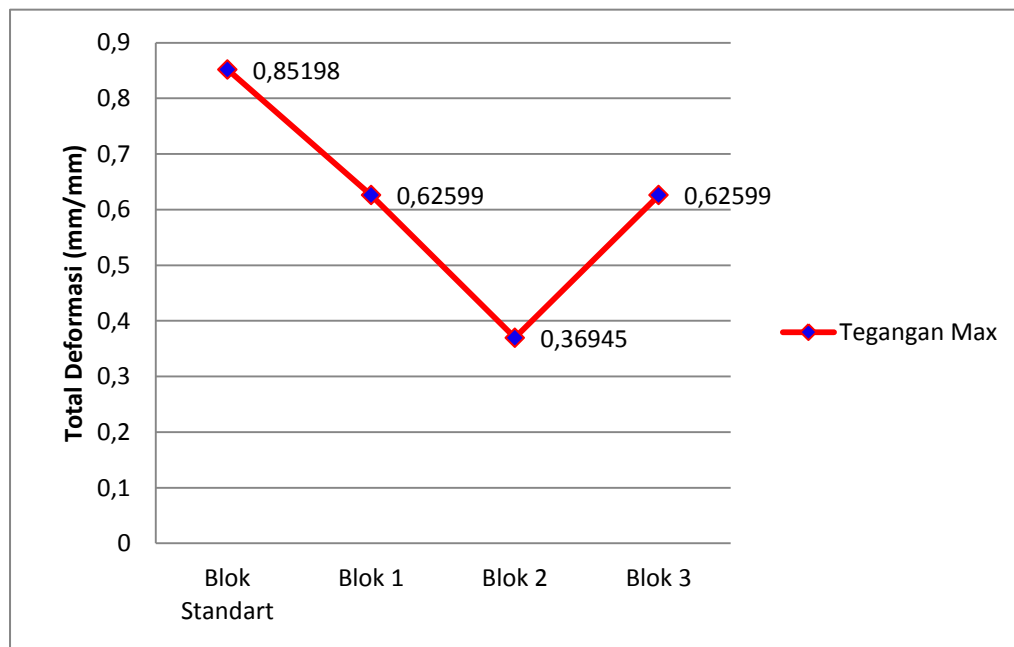
Dan Dengan Memperbanyak Sirip

4.4.3 Grafik Perbandingan Total Deformasi Pada Dinding Atas Blok

Hasil dari total *deformasi* pada titik max tiger 30 cc adalah 0.85198 mm dan dibandingkan dengan blok 2 memiliki nilai max 0.36945 N dengan geometri yang berbeda, maka yang lebih bagus adalah blok 2 karena memiliki nilai lebih rendah dibandingkan ke 3 blok lain nya.

Tabel 4.2 Nilai Maksimum Total *Deformasi* Pada Blok

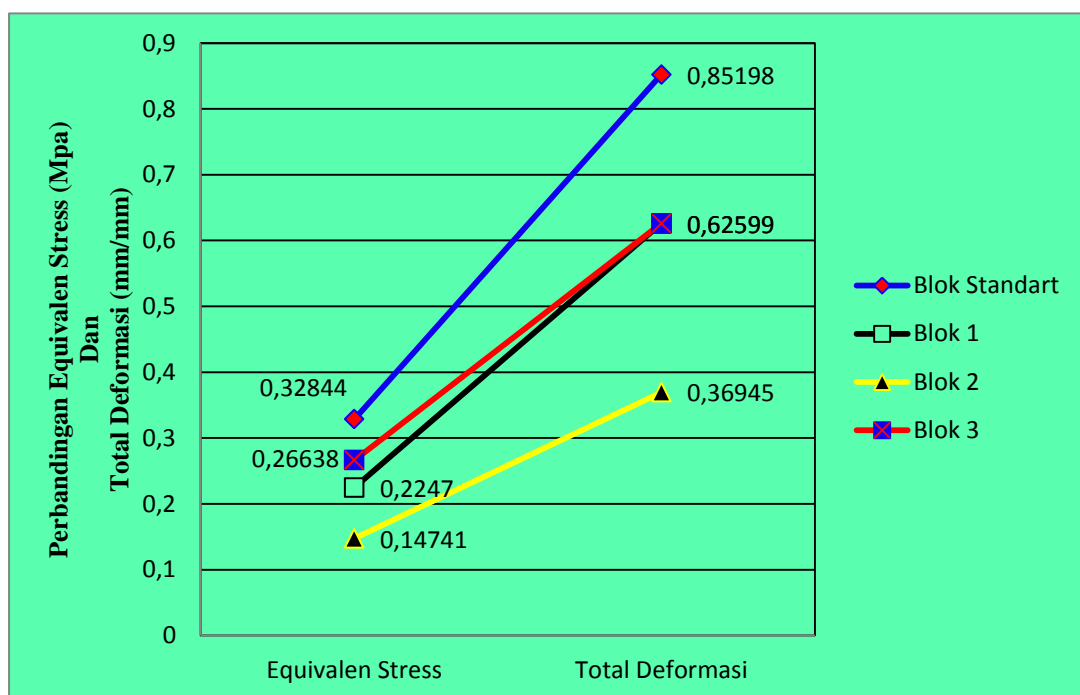
Model Blok	Nilai Max Total <i>Deformasi</i>
blok standart	0.85198
blok 1	0.62599
blok 2	0.36945
blok 3	0.62599



Gambar 4.19. Gambar Grafik Total *Deformasi* (Mpa)

Tabel 4.3 Perbandingan Titik Max Total *Deformasi* Dan *Equivalen Stress*

Model Blok	<i>Equivalen Stress</i>	Total <i>Deformasi</i>
Blok Standart	0.85198	0.8939
Blok 1	0.62599	0.53368
Blok 2	0.36945	0.29652
Blok 3	0.62599	0.6945



Gambar 4.20. Gambar Grafik Max Total *Deformasi* Dengan *Elastis Strain*

4.5 Hasil Pembahasan *Transient Structural*

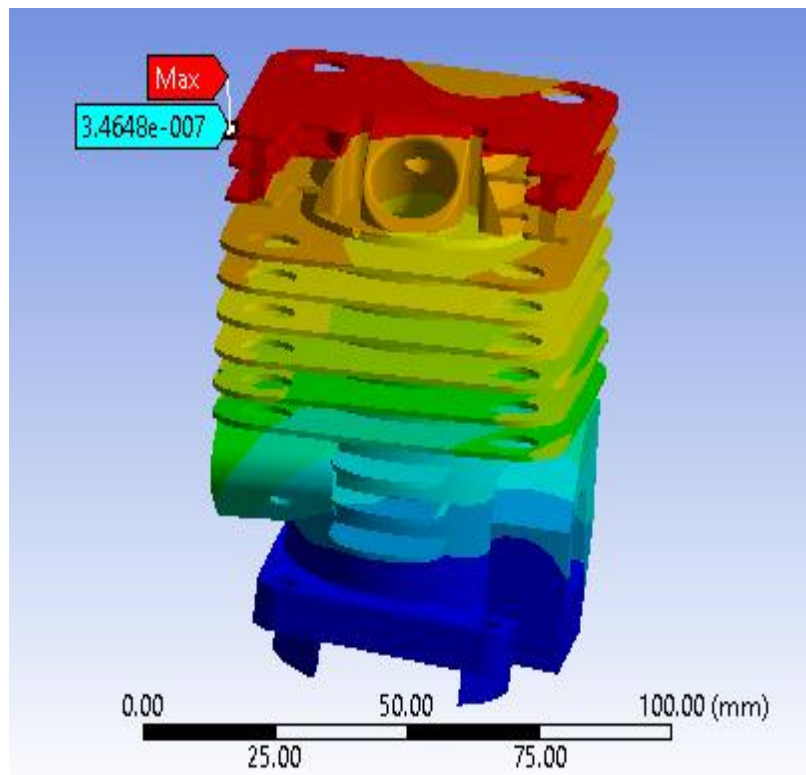
Hasil dari pembahasan dinamis dari blok tiger 30 cm³ dan tiga variasi blok dengan geometri berbeda-beda dengan asumsi pembebanan 0.123 N, nilai yang diambil berdasarkan titik dimana sering terjadi kerusakan pada blok dan nilai pada blok tiger 30 cm³ menjadi acuan untuk penelitian blok dengan geometri yang berbeda dan hasil analisa nya sebagai berikut:

4.5.1 Hasil Dari Total *Deformasi* Dan *Elastis Strein* Blok Tiger 30 cm³

Pada blok Tiger 30 cm³ memiliki diameter ruang bakar 36 mm dan tinggi 65.45 mm

1. Hasil Dinamis Total *Deformasi* Blok *Standart*

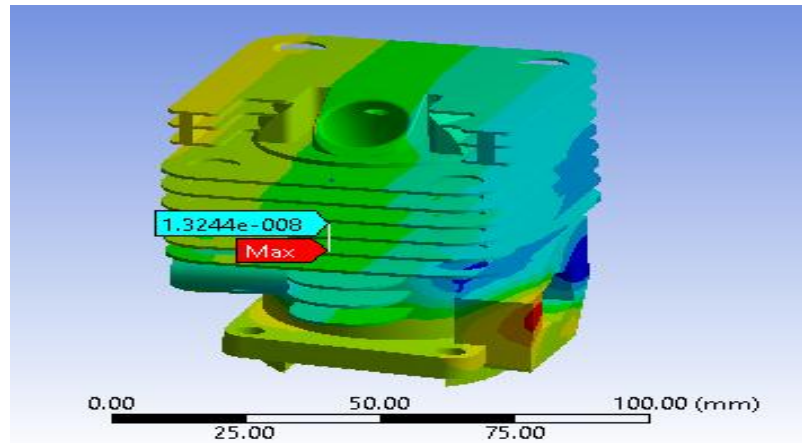
Dari hasil simulasi dinamis total *deformasi* pada blok tiger 30 cm³ dengan asumsi pembebanan 0.123 N dan waktu 10×10^{-6} , 90×10^{-6} dan 100×10^{-6} maka hasil max pada blok tiger 30⁰ c adalah $3.4648e^{-0009}$.



Gambar 4.21. Nilai *Dinamis Total Deformasi* Pada Blok Tiger 30 cc

2. Hasil *Dinamis Total Deformasi* 1

Dari hasil simulasi *Total Deformasi* pada blok dengan ukuran diameter yang di perbesar 0.25 dengan asumsi pembebanan 0.123 N dan waktu 10×10^{-6} , 90×10^{-6} dan 100×10^{-6} maka hasil max pada blok 1 adalah 1.3244×10^{-11}

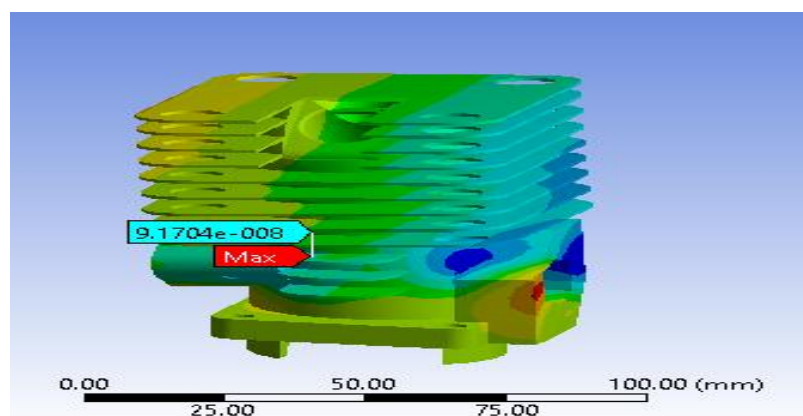


Gambar 4.22. Nilai *Dinamis Total Deformasi* Dengan Blok

Diameter Lebih Besar 0.25

3. Hasil *Dinamis Total Deformasi* 2

Dari hasil simulasi *Total Deformasi* pada blok dengan ukuran diameter yang di perbesar 0.25 dengan asumsi pembebanan 0.123 N dan waktu 10×10^{-6} , 90×10^{-6} dan 100×10^{-6} maka hasil max pada blok 2 adalah 9.1704×10^{-11}

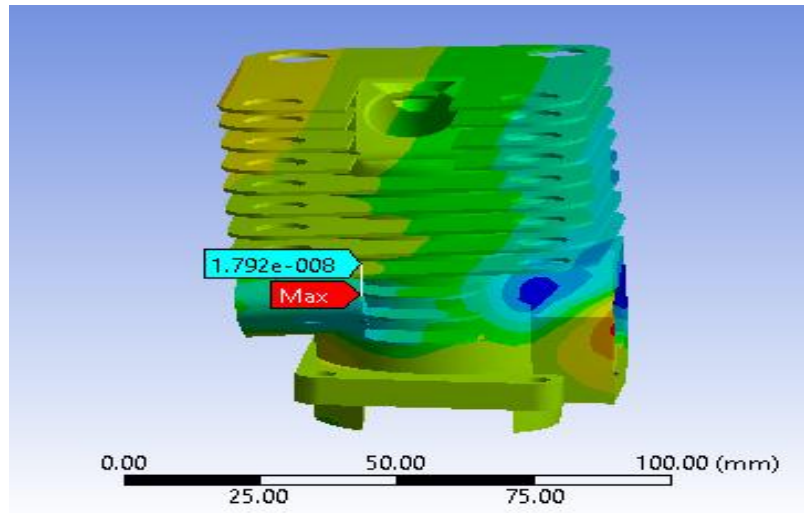


Gambar 4.23. Nilai *Total Deformasi* Dengan Memper Banyak

Sirip

4. Hasil *Dinamis Total Deformasi* 3

Dari hasil simulasi *Total Deformasi* pada blok dengan ukuran diameter yang di perbesar 0.25 dengan asumsi pembebanan 0.123 N dan waktu 10×10^{-6} , 90×10^{-6} dan 100×10^{-6} maka hasil max pada blok 3 adalah 1.792×10^{-10}



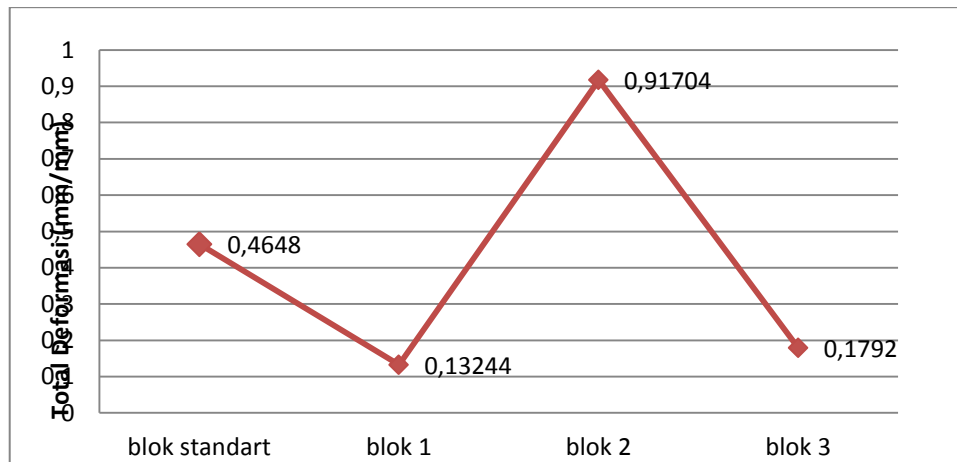
Gambar 4.24. Nilai *Dinamis total deformasi* Pada Pada Blok Berdiameter 36.25 Dan Memperbanyak Sirip

4.5.2 Hasil Grafik Dari Penelitian

Dari hasil analisa yang telah dilakukan maka perbandingan nilai pada setiap blok selinder dengan analisa *Dinamis total deformasi* adalah pada blok standart memiliki nilai max 0.4648., blok 1 = 1.3244, blok 2 = 9.1704 dan blok 3 = 1.792 maka dari ke empat blok tersebut yang memiliki total deformasi terbaik ada lah tiger karena memiliki nilai terendah dari blok lain nya.

Tabel 4.4. Nilai Maksimum Total *Deformasi* Pada Blok

Model Blok	Nilai Max Total <i>Deformasi</i>
blok standart	0.4648
blok 1	0.13244
blok 2	0.91704
blok 3	0.1792

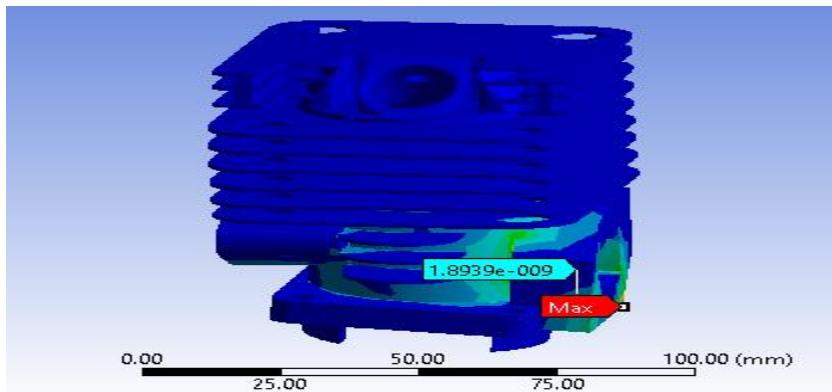


Gambar 4.25. Gambar Grafik Total *Deformasi*

4.5.3 Hasil Dari *Dinamis Elastis Strein*

1. Hasil *Dinamis Elastis Strein* Blok Standart

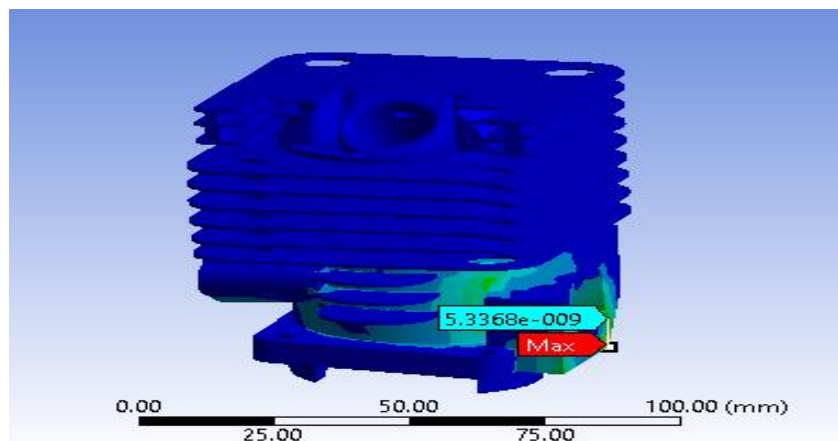
Dari hasil simulasi *dinamis elastis strain* pada blok tiger 30 cm³ dengan asumsi pembebanan 0.123 N adalah 0.8939 pada titik maksimal ketika di beri pembebanan.



Gambar 4.26. Nilai *Dinamis Elastis Strein* Total Pada Blok Tiger 30 cc

2. Hasil *Dinamis Elastis Strein* 1

Dari hasil simulasi Total Deformasi pada blok tiger 30 cm³ dengan asumsi pembebanan 0.123 N adalah 0.53368 pada titik maksimal ketika di beri pembebanan.

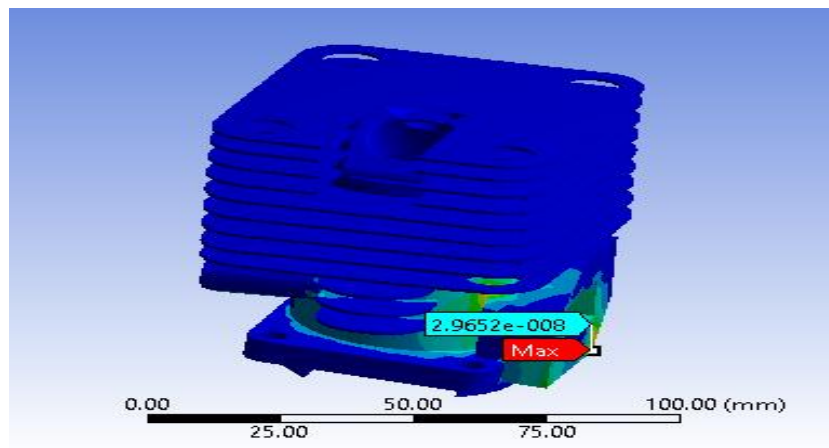


Gambar 4.27. Nilai *Dinamis Elastis Strein* Dengan Blok

Diameter Lebih Besar 0.25

3. Hasil *Dinamis Elastis Strein* 2

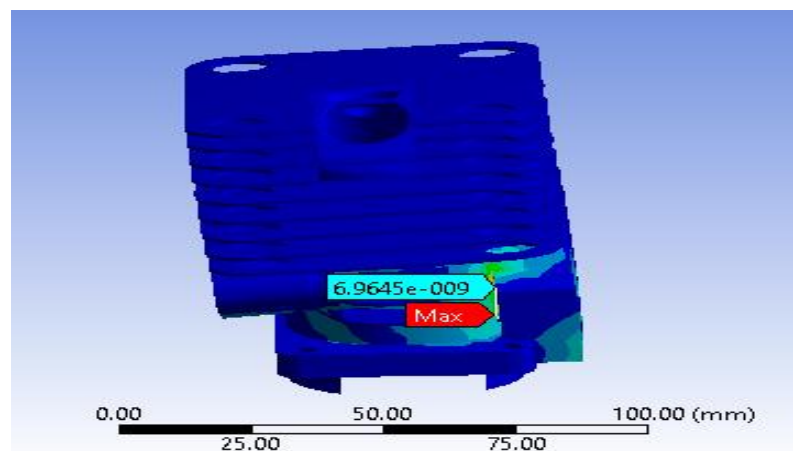
Dari hasil simulasi *dinamis elastis strein* pada blok tiger 30 cm³ dengan asumsi pembebanan 0.123 N adalah 0.29652 pada titik maksimal ketika di beri pembebanan.



Gambar 4.28. Nilai *Dinamis Elastis Strein* Dengan Memper Banyak Sirip

4. Hasil *Dinamis Elastis Strein* 3

Dari hasil simulasi *Dinamis Elastis Strein* pada blok tiger 30 cm³ dengan asumsi pembebanan 0.123 N adalah 0.6945 pada titik maksimal ketika di beri pembebanan.



Gambar 4.29. Nilai *Dinamis Elastis Strein* Pada Pada Blok Berdiameter 36.25 Dan Memperbanyak Sirip

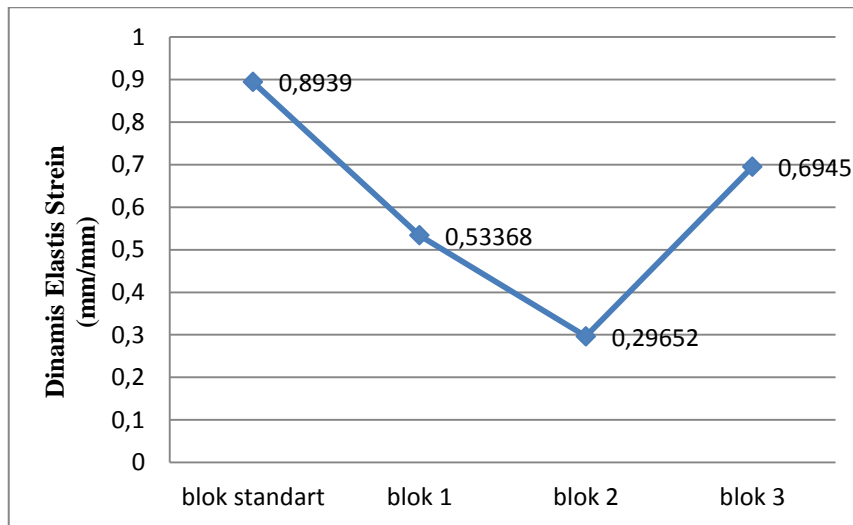
4.5.4 Hasil Grafik Dari Penelitian

Dari hasil analisa yang telah dilakukan maka perbandingan nilai pada setiap blok silinder dengan analisa *Dinamis elastis strain* adalah pada blok standart memiliki nilai max 0.13714, blok 1 0.27184, blok 2 0.1836 dan blok 3 0.1836 maka

dari ke empat blok tersebut yang memiliki elastis strain terbaik ada lah tiger karena memiliki nilai terendah dari blok lain nya.

Tabel 4.5. Nilai Maksimum *Elastis Strain* Pada Blok

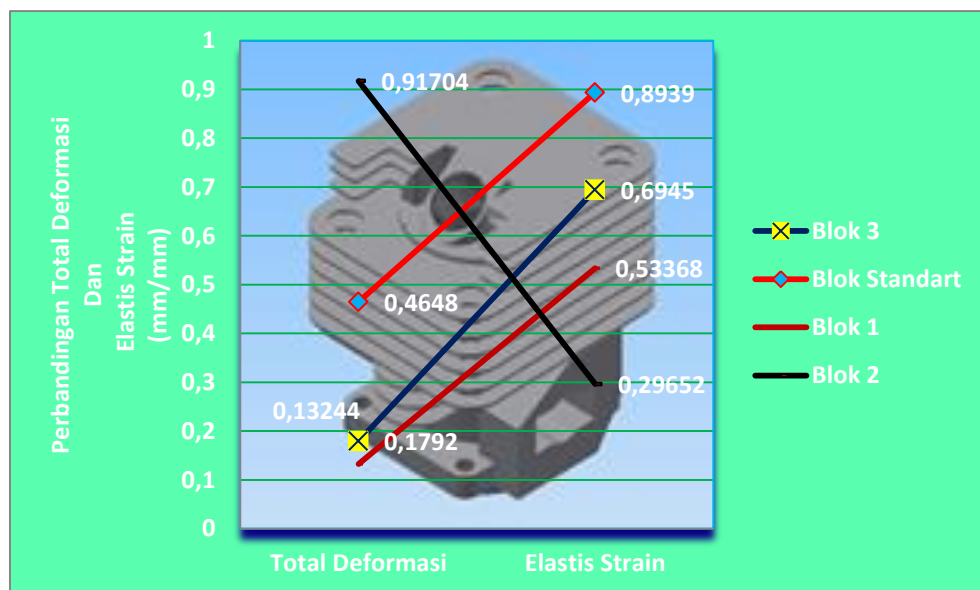
Model Blok	Nilai <i>Dinamis Elastis Strein</i>
blok standart	0.8939
blok 1	0.53368
blok 2	0.29652
blok 3	0.6945



Gambar 4.30. Gambar Grafik *Dinamis Elastis Strein*

Tabel 4.6. Perbandingan Total *Deformasi* Dengan *Elastis Strain*

Model Blok	Total <i>Deformasi</i>	<i>Elastis Strain</i>
Blok Standart	0.4648	0.8939
Blok 1	0.13244	0.53368
Blok 2	0.91704	0.29652
Blok 3	0.1792	0.6945



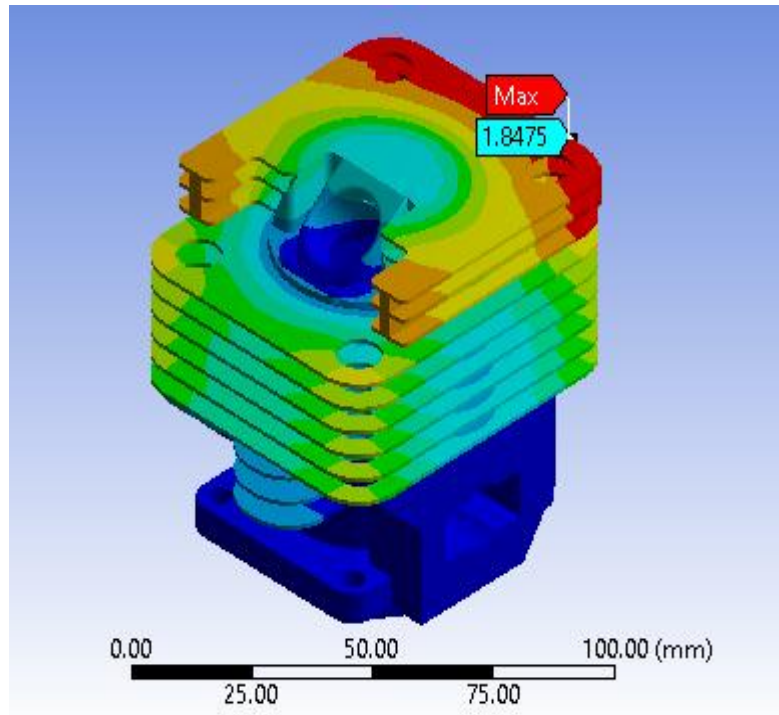
Gambar 4.31. Gambar Grafik Max Total *Deformasi* Dengan *Elastis Strain*

4.6 Hasil Pembahasan *Transien Thermal*

Hasil dari pembahasan ini dari blok tiger 30 cm^3 dan tiga variasi blok dengan geometri berbeda-beda dengan asumsi besaran tekanan kompres $0,167 \text{ N/m}^2$, nilai yang diambil berdasarkan max pada blok dan nilai pada blok tiger 30 cm^3 menjadi acuan untuk penelitian blok dengan geometri yang berbeda dan hasil analisa nya sebagai berikut:

1. Hasil *Transien* Temperatur Blok Standar

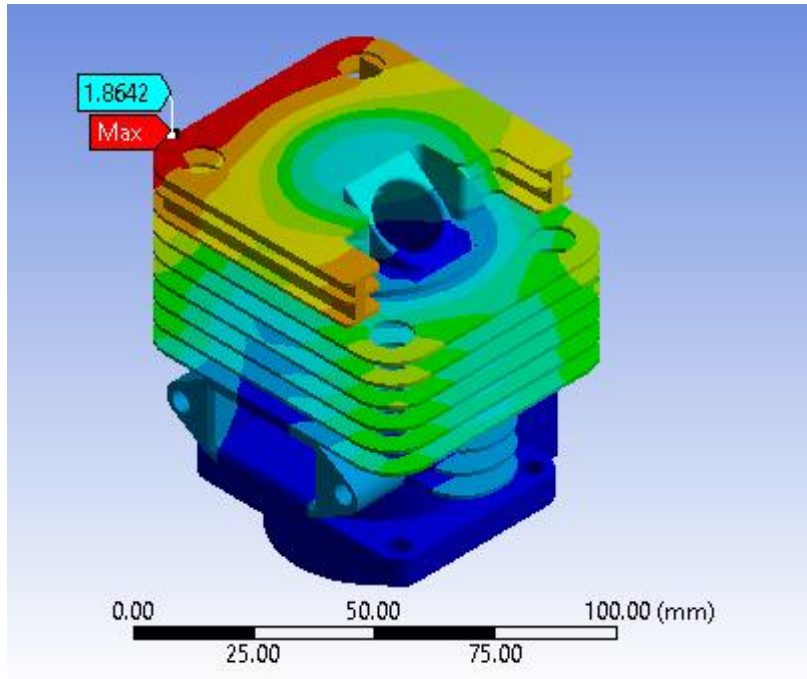
Dari hasil simulasi *transien* temperatur pada blok tiger 30 cm³ dengan asumsi pembebanan 0,167 N/m² adalah 1,8475 pada titik maksimal ketika di beri pembebanan tekanan kompres.



Gambar 4.32. Gambar Titik Max Pada Temperatur

2. Hasil *Transien* Temperatur 1

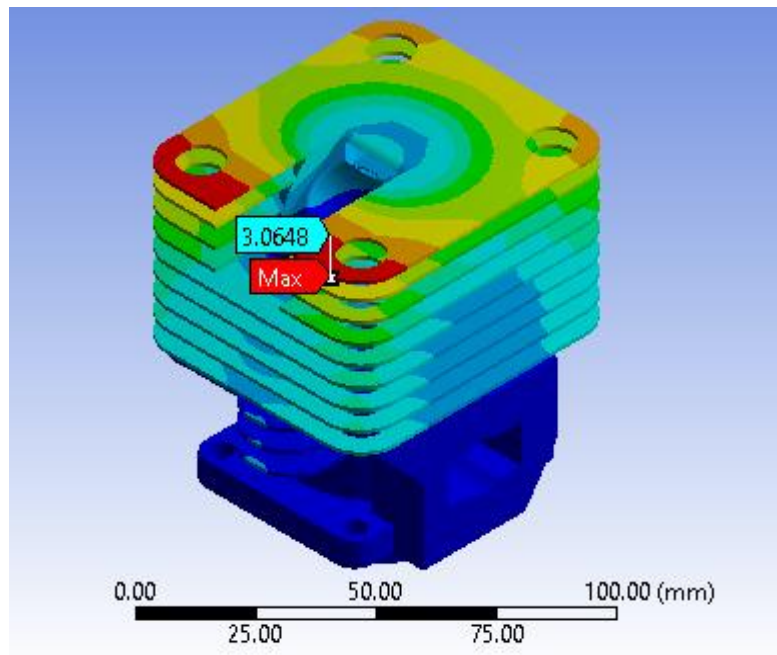
Dari hasil simulasi *transien* temperatur pada blok tiger 30 cm³ dengan asumsi pembebanan 0,167 N/m² adalah 1,8642 pada titik maksimal ketika di beri pembebanan tekanan kompres.



Gambar 4.33. Gambar Titik Max Pada Temperatur Blok 1

3. Hasil *Transien* Temperatur 2

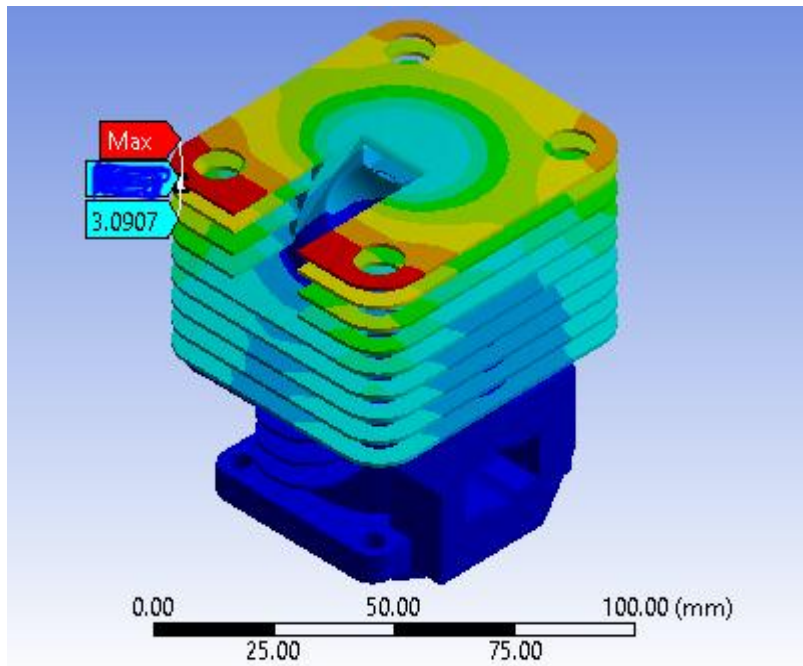
Dari hasil simulasi *transien* temperatur pada blok tiger 30 cm³ dengan asumsi pembebanan 0,167 N/m^2 adalah 3,0648 pada titik maksimal ketika di beri pembebanan tekanan kompres.



Gambar 4.34. Gambar Titik Max Pada Temperatur Blok 2

4. Hasil *Transien* Temperatur 3

Dari hasil simulasi *transien* temperatur pada blok tiger 30 cm³ dengan asumsi pembebanan 0,167 N/m² adalah 3,0907 pada titik maksimal ketika di beri pembebanan tekanan kompres.



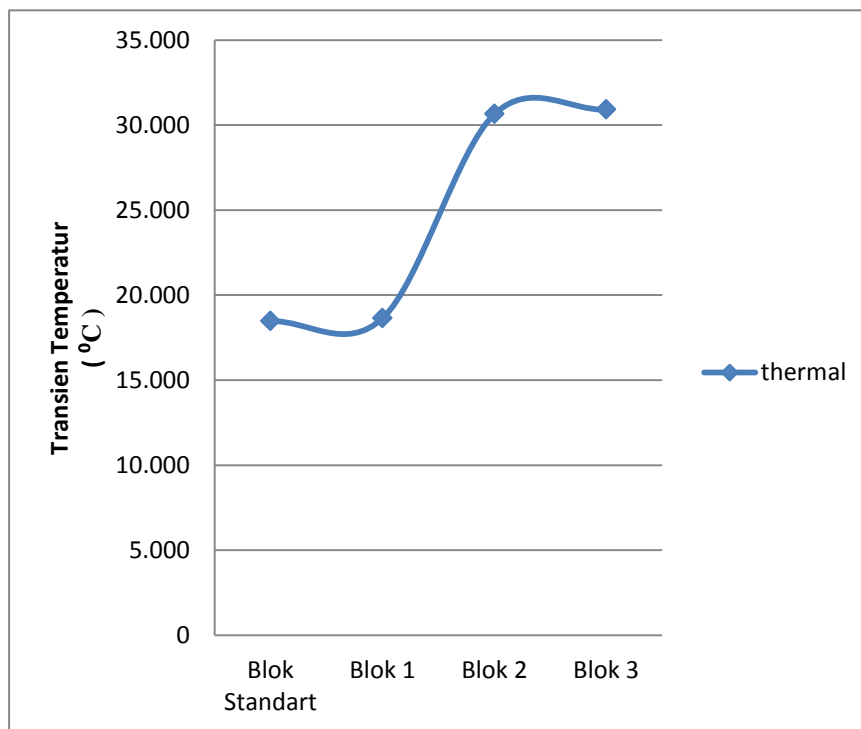
Gambar 4.35. Gambar Titik Max Pada Temperatur Blok 3

4.6.1 Hasil Grafik Dari Penelitian

Dari hasil analisa yang telah dilakukan maka perbandingan nilai pada setiap blok selinder dengan analisa *transien* thermal adalah pada blok standart memiliki nilai max 1,8475 ,blok 1 1,8642 ,blok 2 3,0648 dan blok 3 3,0907 maka dari ke empat blok tersebut yang memiliki panas terendah adalah tiger karena memiliki nilai terendah dari blok lain nya.

Tabel 4.7. Nilai *Transien* Temperatur Pada Blok

Model Blok	Nilai Max <i>Transien</i> Temperatur
blok standart	1,8475
blok 1	1,8642
blok 2	3,0648
blok 3	3,0907



Gambar 4.36. Gambar Grafik *Transien* Temperatur

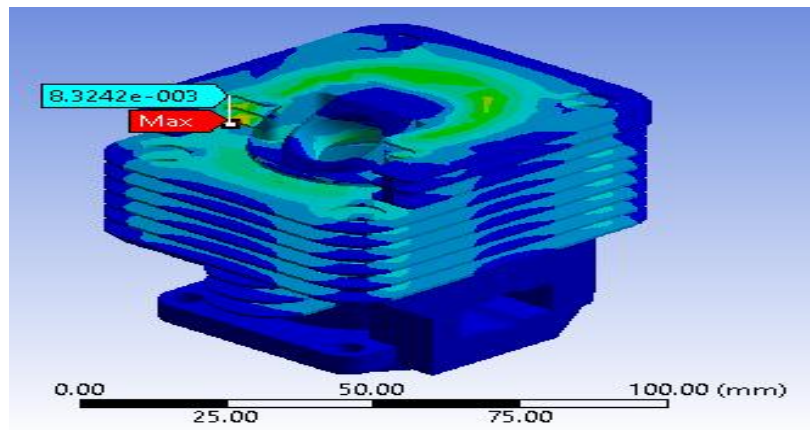
4.6.2 Hasil Pembahasan *Transien* Thermal Dengan *Total Head Flux*

Hasil dari pembahasan *transien thermal* ini dari blok tiger 30 cm³ dan tiga variasi blok dengan geometri berbeda-beda dengan asumsi besaran tekanan kompres 0,167 N/m², nilai yang diambil berdasarkan max pada blok dan nilai

pada blok tiger 30 cm³ menjadi acuan untuk penelitian blok dengan geometri yang berbeda dan hasil analisa nya sebagai berikut:

1. Hasil *Total Head Flux* Blok Standar

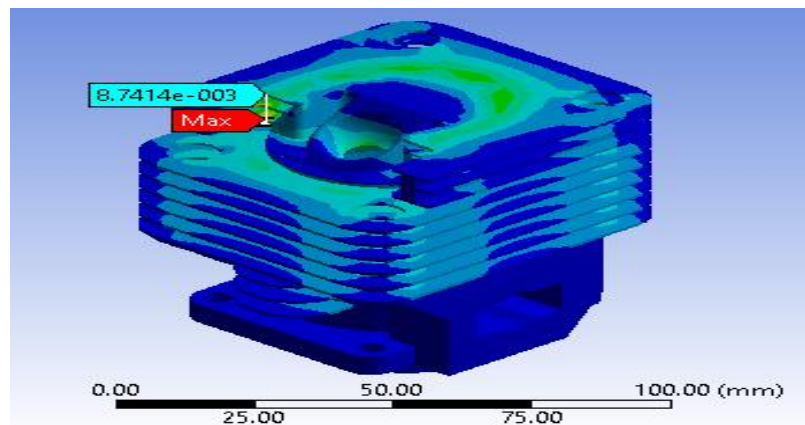
Dari hasil simulasi *transien* temperatur pada blok tiger 30 cm³ dengan asumsi pembebanan 0,167 N/m² adalah 0.83242 pada titik maksimal ketika diberi pembebanan tekanan kompres.



Gambar 4.37. Gambar Titik Max Pada Temperatur Blok Standart

2. Hasil *Total Head Flux* 1

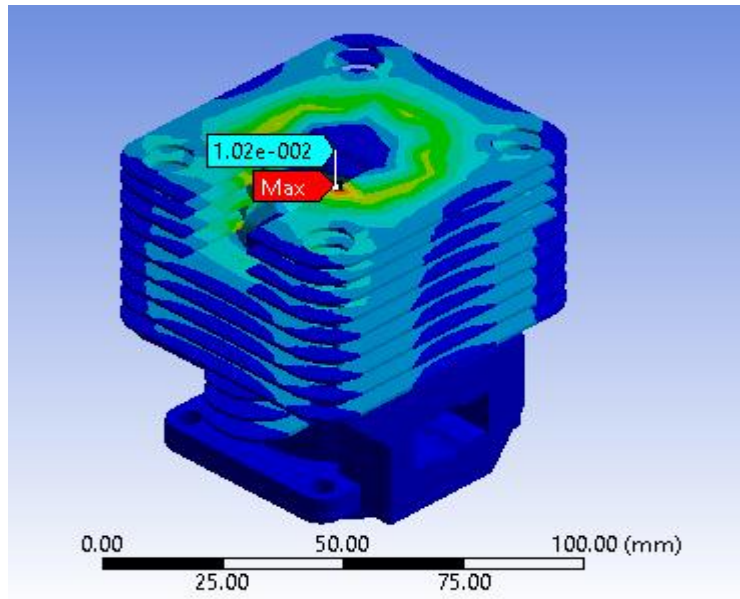
Dari hasil simulasi *Total Head Flux* pada blok tiger 30 cm³ dengan asumsi pembebanan 0,167 N/m² adalah 0.87414 pada titik maksimal ketika di beri pembebanan tekanan kompres.



Gambar 4.38. Gambar Titik Max Pada *Total Head Flux* Blok 1

3. Hasil *Total Head Flux* 2

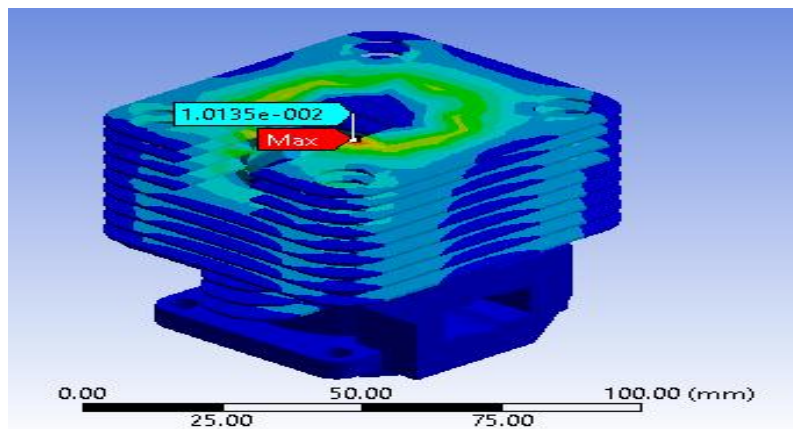
Dari hasil simulasi *Total Head Flux* pada blok tiger 30 cm³ dengan asumsi pembebanan 0,167 N/m² adalah 0.102 pada titik maksimal ketika di beri pembebanan tekanan kompres.



Gambar 4.39. Gambar Titik Max Pada *Total Head Flux* Blok 2

4. Hasil *Total Head Flux* 3

Dari hasil simulasi *Total Head Flux* pada blok tiger 30 cm³ dengan asumsi pembebanan 0,167 N/m² adalah 0.10135 pada titik maksimal ketika di beri pembebanan tekanan kompres.



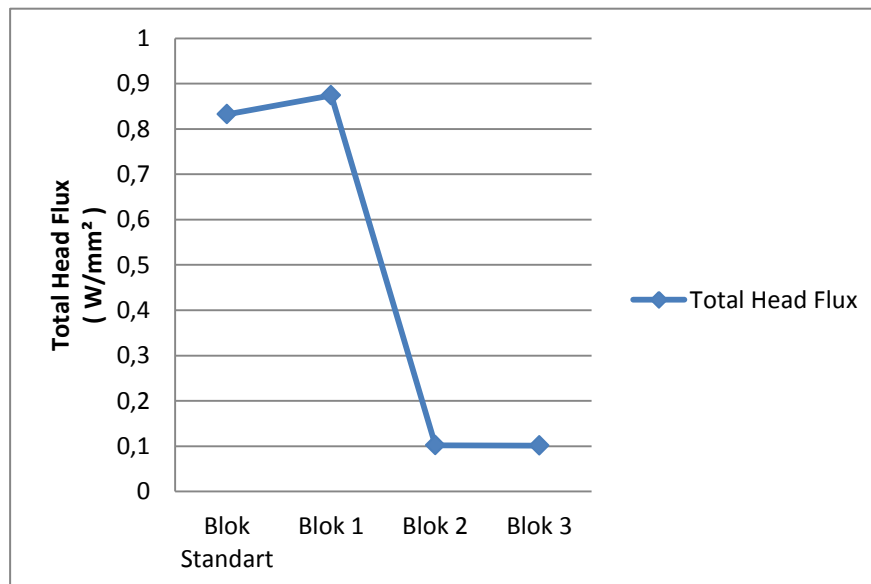
Gambar 4.40. Gambar Titik Max Pada *Total Head Flux* Blok 3

4.6.3 Hasil Grafik Dari Penelitian

Dari hasil analisa yang telah dilakukan maka perbandingan nilai pada setiap blok selinder dengan analisa *Total Head Flux* adalah pada blok standart memiliki nilai max 0.83242, blok 1 0.87414, blok 2 0.102 dan blok 3 0.10135 maka dari ke empat blok tersebut yang memiliki panas terendah adalah tiger karena memiliki nilai terendah dari blok lain nya.

Tabel 4.8. Nilai Total Head Flux Pada Blok

Model Blok	Nilai Max Total Head Flux
blok standart	0.83242
blok 1	0.87414
blok 2	0.102
blok 3	0.10135



Gambar 4.30. Gambar Grafik *Total Head Flux*

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian blok motor bakar satu silinder dengan daya satu Hp di dapat beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dilihat dari hasil analisa terhadap *equivalent stress* dan *total deformasi* pada blok motor bakar satu silinder dengan daya 1 hp dengan pembebanan 0.123 N, jadi pada analisa ini yang memiliki tegangan yang baik adalah pada blok model 2 karena memiliki nilai tegangan yang terendah dari analisa kedua nya
2. Dilihat dari hasil analisa terhadap Elastis Strein dan dinamic total deformasi pada blok motor bakar satu silinder dengan daya 1 hp dengan pembebanan 0.123 N, jadi pada analisa ini yang memiliki tegangan yang baik adalah pada blok tiger karena memiliki nilai tegangan yang terendah dari analisa kedua nya
3. Dari hasil analisa yang telah dilakukan maka perbandingan nilai pada setiap blok selinder dengan analisa transien thermal adalah pada blok standart memiliki nilai max 1,8475 ,blok 1 1,8642 ,blok 2 3,0648 dan blok 3 3,0907 maka dari ke empat blok tersebut yang memiliki panas terendah adalah tiger karena memiliki nilai terendah dari blok lain nya.
4. Dari hasil analisa yang telah dilakukan maka perbandingan nilai pada setiap blok selinde dengan analisa Dinamis elastis strain adalah pada blok standart memiliki nilai max 0.13714,blok 1 0.27184,blok 2 0.1836 dan blok 3 0.1836 maka dari ke empat blok tersebut yang memiliki elastis strain terbaik ada lah tiger karena memiliki nilai terendah dari blok lain nya.
5. Dari hasil analisa yang telah dilakukan maka perbandingan nilai pada setiap blok selinder dengan analisa Total Head Flux adalah pada blok standart memiliki nilai max 0.83242, blok 1 0.87414, blok 2 0.102 dan blok 3 0.10135 maka dari ke empat blok tersebut yang memiliki panas terendah adalah tiger karena memiliki nilai terendah dari blok lain nya

5.2 Saran

1. Penulis menyarankan untuk mempelajari dalam menggunakan software inventor dalam menggambar blok dan menggunakan software ansys dalam simulasi.
2. Perlu dikaji ulang dalam menggunakan dalam software ansys workbenck.

DAFTAR PUSTAKA

Abu. Khusainov Sebuah,. AA Glushchenko (2017), “Peningkatan Wear Resistance Of Internal Combustion Engine Silinder Dengan Kerja”. Koferensin Internasional Tentang Teknik Industri, vol.206, hal, 1618 – 1622

Diniardi, E. Ramadhan, A, I. Kirono,. Julianto, A (2014).” Analisa kekerasan dan laju keausan blok silinder mesin sepeda motor berbahan paduan Al – Si” Seminar Nasional dan Teknologi.

Jakarta : fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta.

Obula Reddy Kummitha, BVR Reddy. (2017), “Analisa termal dari blok silinder dengan sirip untuk bahan yang berbeda menggunakan ANSYS”. Journal engineering. Vol. 4 , Hal. 8142 – 8148

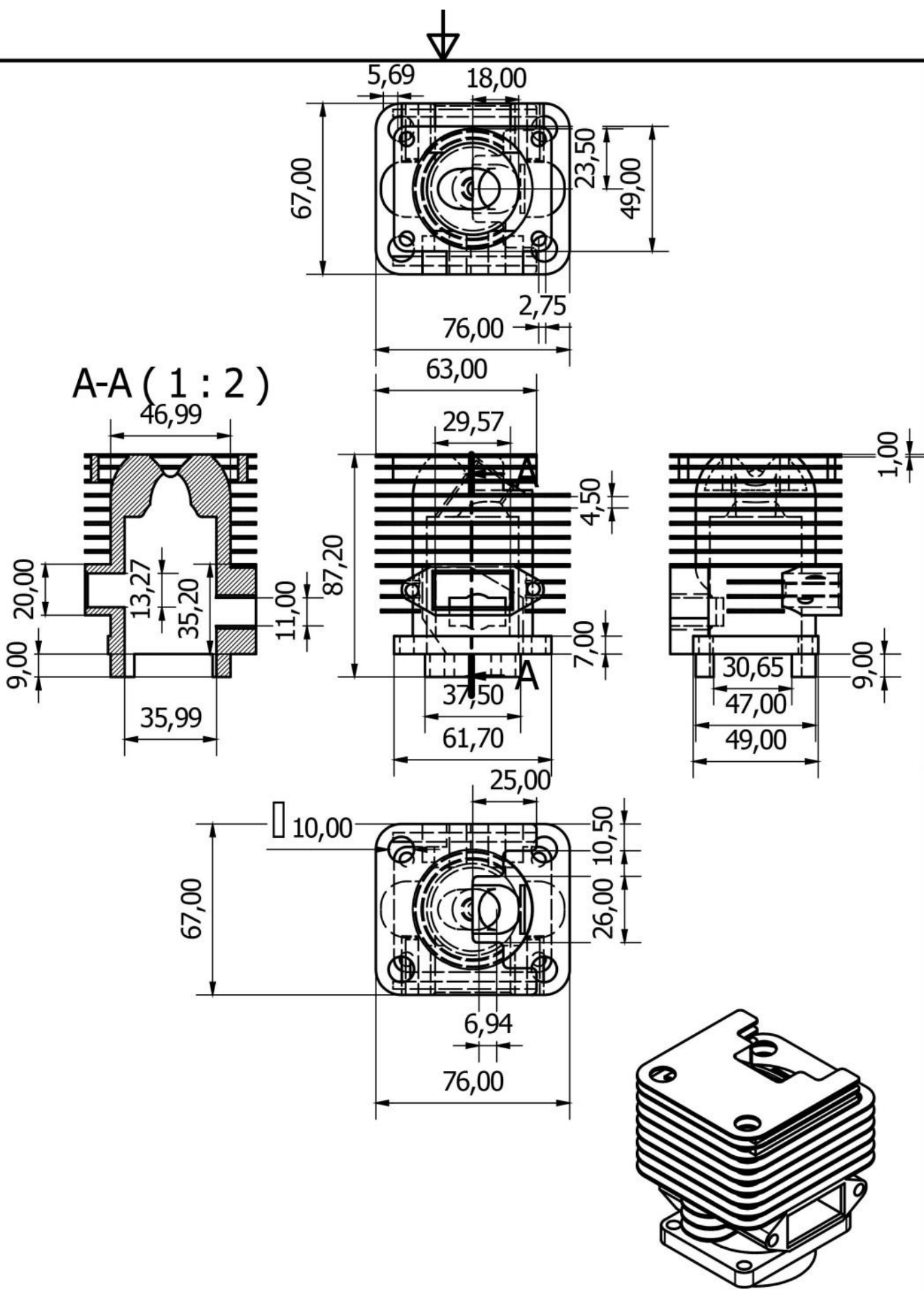
Dinecio dos Santos Filho Andre Paulp Tsahiptschin . Helio Goldenstein,(2018).” E ff Ects Kadar Etanol Pada pakaian silinder besi cor dalam fi mesin pembakaran internal ex- bahan bakar – Studi kasus”. Journal engineering, 406 – 407 – 105 – 117

Xu Yan, KANG jinwu, HUANG Tianyou , HU Youngyi .(2008).” Thermal Meekan dalam Cylinder Block Casting Karena untuk Ditambah Thermal Dan Teknik Efek”. Labolatorium kunci untuk bahan Advanced Teknologi Pengolahan dari Departemenn Pendidikan,Depardemen Teknik Mesin, Universitas Tsinghua,Beijing 100084, Cina

Adawijaya Ali Hamzah . Hussein K. Jobair I. Abdullah . b . Emaid Thalib Hashim.(2018).” Sebuah Penyelidikan perilaku dinamis dari kerang silinder bahah termal”, Journal engineering., vol 12 hal. 573 – 545

Yongyau Lou, Zhengwei Wang, Guodong Chen, Zujian Lin . (2009) elimination of upper resonance in extremely high francis hydro-generators. Engineering failure Analisis, vol. 16 119-127

Zbyszko, Kazimiersk. Jerzy, Wojewoda,(2010).Mesin Pembakar piston ganda. *Elsevier Ltd All rights reserved.90-924*

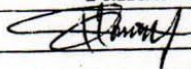
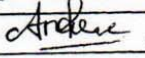
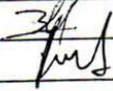
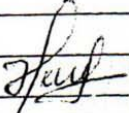







	Skala : 1:2	Digambar : Ahmad Fadli Siregar	Keterangan :
	Satuan Ukuran: mm	Npm : 1407230106	
	Tanggal : 4/01/2019	Diperiksa : Pemb.1/Pemb.2	
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Blok Silinder	No : 1	A 4

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

Peserta Seminar
 Nama : Ahmad Fadli Siregar
 NPM : 1407230106
 Judul Tugas Akhir : Analisa Tegangan Pada Blok Selinder Motor Bakar Satu-Selinder Dengan Daya Maksimum IHP Menggunakan Prangkat Lunak Ansys.

DAFTAR HADIR	TANDA TANGAN
Pembimbing – I : DR.Rakhmad Arief Srg.M.Eng	:
Pembimbing – II : Sudirman Lubis.S.T.M.T	:
Pembanding – I : Bekti Suroso.S.T.M.Eng	:
Pembanding – II : Chandra A Siregar.S.T.M.T	:

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1307230016	HUSRIZAR RAMADHAN	
2	1407230196	ANDRE ANDANIA	
3	1407230035	SANDI IRAWAN	
4	1407230262	Bekti Maulana Rosandi	
5	1307230258	HAZNIL FAKHRIN	
6	1507230246	Jefri Maulana Lubis	
7	1507230120	Rendy Kuswary	
8	1407230200	M. FACHRILROZI DAMANIK	
9	1507230105	Agus Sulistiadi	
10			

Medan, 18 Jum.Akhir 1440 H
23 Februari 2019 M

Ketua Prodi. T Mesin




Affandi.S.T.M.T

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Ahmad Fadli Siregar
NPM : 1407230106
Judul T.Akhir : Analisa Tegangan Pada Blok Selinder Motor Bakar Satu Selin -
Der Dengan Daya Maksimum IHP Menggunakan Prangkat lu -
Nak Ansys.

Dosen Pembimbing – I : DR.Rakhmad Arief Siregar.M.Eng
Dosen Pembimbing – II : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Bekti Suroso.S.T.M.T
Dosen Pembanding - II : Chandra A Siregar.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 :

.....
lihat pada naskah tugas Akhir
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....

Medan 11 Jum.Akhir 1440H
23 Februari 2019 M



Diketahui :
Ketua Prodi. T Mes.in

Affandi.S.T.M.T
Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I

Bekti Suroso

Bekti Suroso.S.T.M.Eng

CURRICULUM VITAE



A. DATA PRIBADI

1. Nama : Ahmad Fadli Siregar
2. Jenis Kelamin : Laki - laki
3. Tempat,Tanggal Lahir : Medan, 7 Agustus 1996
4. Kebangsaan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Tinggi / Berat Badan : 165 cm / 55 kg
7. Agama : Islam
8. Alamat : Dusun III Jl. Kompos Km . 12
9. No. Hp : 0856-0720-8402
10. Email : ahmadfadlisiregar11@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. 2003 – 2009 : Lulus SD SWASTA TEKAD
MULIA
2. 2009 – 2011 : Lulus SMP NILAHARAPAN
3. 2011 – 2014 : Lulus SMK RAKSANA MEDAN