

TUGAS AKHIR
PROSES PENGECORAN ALUMINIUM SEBAGAI BAHAN
PEMBUATAN BLOK SILINDER

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

Disusun Oleh:

YUDI RAHMANTO
1507230238



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Yudi Rahmanto
NPM : 1507230238
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Proses Pengecoran Aluminium Sebagai Bahan Pembuatan Blok Silinder
Bidang ilmu : Konstruksi & Manufaktur

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

Medan, 11 September 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



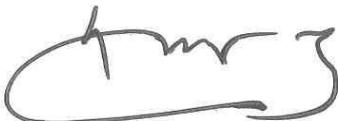
Khairul Umurani.S.T.,M.T

Dosen Penguji II



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

Dosen Penguji III



Munawar Alfansury Siregar,S.T.,M.T

Desen Penguji IV



Sudirman Lubis, S.T.,M.T

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawa ini:

Nama Lengkap : Yudi Rahmanto
Tempat / Tanggal Lahir : Medan / 28 juni 1995
NPM : 1507230238
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“ Proses Pengecoran Aluminium Sebagai Bahan Pembuatan Blok Silinder “

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, atau pun segala kemungkinan lain, yang hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas Akhir saya secara orisinal dan otenti.

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

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

Medan, 6 September 2019

Saya yang menyatakan



Yudi Rahmanto

ABSTRAK

Proses pengecoran logam merupakan proses penuangan logam cair dari hasil peleburan sampai titik leleh logam ke dalam cetakan, kemudian di biarkan mengeras dan mendingin sampai temperatur ruangan. Proses pengecoran aluminium sebagai bahan pembuatan blok silinder . Proses pengecoran aluminium dilakukan menggunakan metode *Sand Casting* dengan cetakan pasir. Pasir silika yang digunakan memiliki ukuran mesh 50 dengan perbandingan pengikat bentonit 20%, gula tetes 4,5%, dan air 4% sehingga cetakan dapat diangkat. Cetakan dibagi menjadi 3 bagian utama sisi kanan, sisi kiri dan inti liner. Bahan aluminium yang digunakan sebagai bahan pengecoran blok silinder diperoleh dari limbah *fuel filter* kendaraan berat karena limbah aluminium ini masih bisa didaur ulang kembali dan mudah didapat dengan harga ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah blok silinder sepeda motor satria 2 tak dengan memanfaatkan aluminium bekas. Aluminium di gunakan untuk bahan pengganti corcoran kelabu dikarenakan sifat yang dapat melepas panas yang baik, dalam pengecoran ini alumunium dileburkan dalam tungku lebur dengan menggunakan bahan bakar gas elpiji sampai temperature 660°C, penuangan leburan aluminium dilakukan dalam satu tahap penuangan dalam temperatur tungku lebur 671°C tinggi penuangan 5-10cm. Setelah dingin dan membeku cetakan dibongkar dengan palu kayu/plastik dan bersihkan dengan kuas agar kotoran yang menepel hilang. Hasil penelitian yang diperoleh, hasil uji kualitas berupa pemeriksaan kasat mata, Dari penuangan masih di temukan cacat pada blok silinder dari proses penuangan yang terlalu lama yang diakibatkan dari penurunan suhu berupa cacat lubang jarum, cacat rongga udara. Sehingga dilakukan pemakanan untuk *finishing*, dengan cara haluskan pola coran dengan menggunakan gerinda atau dengan menggunakan kikir, dan amplas halus. Proses pengecoran aluminium sebagai bahan pembuatan blok silinder memerlukan waktu lebih kurang 3 jam 15 menit yakni 3 jam proses peleburan aluminium dan 15 menit pendinginan logam cair dalam cetakan. Blok silinder hasil pengecoran dari cetakan pasir mengalami penyusutan volume sebanyak 15296 mm³.

Kata Kunci: silinder blok, Pengecoran, *Sand Casting*, Aluminium

ABSTRACT

The metal casting process is the process of pouring molten metal from the melting to the melting point of the metal, into the mold, then allowing it to harden and cool to room temperature. Aluminum casting process as material for making cylinder blocks. The aluminum casting process is carried out using the Sand Casting method with sand molds. The silica sand used has a mesh size of 50 with a ratio of 20% benttonite, 4,5% sugar drops, and 4% water so that the mold can be lifted. The mold is divided into 3 main parts right side, left side and liner core. The aluminum material used as a cylinder block casting material is obtained from heavy vehicle fuel filter waste because this aluminum waste can still be recycled and easily obtained at economical prices. The aim of this research is to make a cylinder block of 2-stroke Satria motorcycle by utilizing used aluminum. Aluminum is used as a substitute for gray castings because of its good heat-releasing properties. In this casting aluminum is melted in a melting furnace using LPG fuel to a temperature of 660°C, aluminum melting pouring is carried out in one pouring step in the melting furnace 671°C pouring height 5-10cm. After chilling and freezing the mold is disassembled with a wooden / plastic hammer and cleaned with a brush so that the dirt that has been swept away. The research results obtained, the results of quality tests in the form of visible examination. caused by a decrease in temperature in the form of pinhole defects, defects in the air cavity. So that the feeding is done for finishing, by smoothing the cast pattern using a grinding or using a file and fine sandpaper. The aluminum casting process as a material for making cylinder blocks takes approximately 3 hours 15 minutes, namely 3 hours of aluminum smelting process and 15 minutes of cooling the molten metal in a mold. Cylindrical blocks casting from sand molds experienced a volume shrinkage of 15296 mm³

Keywords: block cylinder, Casting, Sand Casting, Aluminum

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasi lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tidak terkira. Salah satu nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Proses Pengecoran Aluminium Sebagai Bahan Pembuatan Blok Silinder “ sebagai syarat untuk meraih gelar akademik sarjana Teknik pada Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) Medan.

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

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar,S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sekaligus sebagai Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Sudirman Lubis,S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Khairul Umurani.S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I dan penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sekaligus sebagai Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Chandra A Siregar.S.T.,M.T Selaku Dosen Pembimbing II dan penguji yang telah banyak memeberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Seleruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
6. Orang tua penulis: Samad dan Teti Emila, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.

7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Sahabat-sahabat penulis: Muhammad Yahya lubis, Bagus surianto, Melpan, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

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

Medan, 6 September 2019

Yudi Rahmanto

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
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	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Peroses Pengecoran	4
2.2. Sifat- Sifat Logam Cair	5
2.2.1. Sifat-Sifat Yang Di Perlukan Dan Bahan Yang Cocok Untuk Coran	5
2.2.2. Bahan Aluminium	6
2.2.3. Struktur Dan Sifat-Sifat Coran Pada Aluminium	9
2.3. Membuat Coran	10
2.4. Peroses pencetakan	12
2.4.1. Pasir Cetak	13
2.4.2. Bahan Pengikat	13
2.4.3. Macam- Macam Cetakan Pasir	14
2.4.4. Bentuk Dan Ukuran Coran	16
2.5. Pembuatan Cetakan	17
2.6. Kegunaan Dan Tipe Blok Slinder	18
2.6.1. Blok Silinder/Silinder	18
2.6.2. Tabung Silinder	19
2.6.3. Kategori Dan Berdasarkan Pergerakan Piston	21
2.6.4. Blok Silinder 2 Tak	27
BAB 3 METODE PENELITIAN	28
3.1. Tempat dan Waktu	28
3.1.1. Tempat	28
3.1.2. Waktu	28
3.2. Bahan dan Alat	28
3.2.1. Bahan	28
3.2.2. Alat	31

3.3.	Bagan Alir Penelitian	35
3.4.	Pembuatan Pola Cetakan Pasir	36
3.5.	Membuat Cetakan Pasir	38
3.6.	Melebur Aluminium	43
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1.	Perbandingan Campuran Cetakan Pasir	48
4.2.	Suhu Tungku Lebur	49
4.3.	Diagram Proses Pengecoran	51
4.4.	Hasil Pengecoran Dan Persentase Cacat Produk	52
4.4.1.	Cacat Lubang Jarum Dan Lekat	52
4.4.2.	Cacat Salah Alir Dan Sumbat Dingin	53
4.4.3.	Cacat Rongga Udara	53
4.5.	Dimensi Blok Setelah Finising	54
4.5.1.	Penyusutan Pada Blok Slinder Tampang Atas	56
4.5.2.	Penyusutan Pada Tampang Bawa	57
4.5.3.	Penyusutan Pada Tampang Kiri	58
4.5.4.	Penyusutan pada Tampang Kanan	59
4.5.5.	Penyusutan Pada Tampang Depan	60
4.6.	Mengukur Penyusutan Volume Total	61
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1.	Kesimpulan	63
5.2.	Saran	63
	DAFTAR PUSTAKA	64
	LAMPIRAN	
	LEMBAR ASISTENSI	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-sifat bahan cor	5
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	28
Tabel 4.1 Pengamatan suhu tungku lebur	49
Tabel 4.2 Pengurangan dan penambahan dimensi blok setelah finising	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Aluminium	6
Gambar 2.2. Peleburan alumina menjadi ingot cetakan aluminium	7
Gambar 2.3. Aliran proses pada pembuatan coran	10
Gambar 2.4. Proses mol cetakan pasir	17
Gambar 2.5. Liner kering	19
Gambar 2.6. Liner basah	20
Gambar 2.7. Mesin Inline tipe	21
Gambar 2.8. Mesin V tipe	22
Gambar 2.9. Gambar Mesin W tipe	22
Gambar 2.10. Mesin x tipe	23
Gambar 2.11. Mesin tipe U	24
Gambar 2.12. Mesin flat/Boxer tipe	24
Gambar 2.13. Mesin VR6	25
Gambar 2.14. Mesin Rotary tipe	25
Gambar 2.15. Motor bakar 2 tak dan 4 tak	26
Gambar 2.16. Blok Silinder Satria 2tak	27
Gambar 3.1. Aluminium bekas	29
Gambar 3.2. Pasir silika	29
Gambar 3.3. Bentonite	30
Gambar 3.4. Gula tetes tebu	30
Gambar 3.5. Blok mesin satria 2 tak	31
Gambar 3.6. Kotak molding	31
Gambar 3.7. Timbangan	32
Gambar 3.8. Ayakan pasir	32
Gambar 3.9. Gambar tanur tipe krusibel angkat	33
Gambar 3.10. Sarung tangan	33
Gambar 3.11. Alat Ukur	34
Gambar 3.12. Software Autocad	34
Gambar 3.13. Bagan alir penelitian	35
Gambar 3.14. Blok silinder yang terpotong	36
Gambar 3.15. Autocad 2D	37
Gambar 3.16. Pola blok silinder 3D	27
Gambar 3.17. Proses mendapatkan volume blok silinder dari Autocad	38
Gambar 3.18. Proses mengayak pasir	38
Gambar 3.19. Proses penakaran pasir silika	39
Gambar 3.20. Proses penakaran bentonite	39
Gambar 3.21. Proses pencampuran pasir dan bentonite	40
Gambar 3.22. Proses penakaran gula tebu	40
Gambar 3.23. Proses pencampuran gula tetes tebu	41
Gambar 3.24. Proses pemadatan pasir ke dalam mol	41
Gambar 3.25. Proses pengangkatan blok	42
Gambar 3.26. Hasil cetakan pasir	42
Gambar 3.27. Proses memasukan aluminium dedalam tungkulebur	43

Gambar 3.28. Proses pemasangan regulator gas	43
Gambar 3.29. Aluminium mulai mencair	44
Gambar 3.30. Pengambilan dross yang melebur dalam aluminium	44
Gambar 3.31. Proses pengambilan temperatur suhu tuang	45
Gambar 3.32. Cetakan pasir	46
Gambar 3.33. Penuangan aluminium ke cetakan pasir	46
Gambar 3.34. Pembongkaran cetakan pasir	47
Gambar 4.1. Grafik perbandingan bahan cetakan pasir	48
Gambar 4.2. Cetakan pasir yang mengeras setelah penuangan	49
Gambar 4.3. Barner	50
Gambar 4.4. Diagram proses pengecoran	51
Gambar 4.5. Cacat lubang jarum dan pelekat	52
Gambar 4.6. Cacat lubang jarum dan lekat pada blok silinder	52
Gambar 4.7. Cacat salah alir dan sumbat dingin	53
Gambar 4.8. Salah aliran dan sumbat dingin pada blok silinder	53
Gambar 4.9. Cacat rongga udara	53
Gambar 4.10. Cacat pada rongga udara pada blok silinder	54
Gambar 4.11. Blok silinder setelah <i>finising</i>	54
Gambar 4.12. Hasil gambar dari pengukuran	55
Gambar 4.13. Pengukuran tampang atas	56
Gambar 4.14. Pengukuran tampang bawah	57
Gambar 4.15. Pengukuran tampang kiri	58
Gambar 4.16. Pengukuran tampang kanan	59
Gambar 4.17. Pengukuran tampang depan	60
Gambar 4.18. Bejana kaca yang terisi air	61
Gambar 4.19. Pengukuran blok silinder dalam air	62

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
V_{bejana}	= Volume bejana	mm ³
P	= Panjang bejana	mm
L	= Lebar bejana	mm
T	= Tinggi bejana	mm
T_{air1}	= Tinggi air sebelum dimasukan blok	mm
T_{air2}	= Tinggi air setelah dimasukan blok	mm
V_{air1}	= Volume air sebelum dimasukan blok	mm ³
V_{air2}	= Volume air setelah dimasukan blok	mm ³
$V_{blok\ silinder}$	= Volume blok silinder	mm ³
$V_{penyusu\ tan\ blok\ silinder}$	= Volume pemakanan <i>finising</i>	mm ³

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan logam sebagai komponen / part sangat penting untuk diketahui bagaimana proses pembentukan dan sesuai dimensi yang di inginkan , komponen yang beragam bentuk dan dimensi yang sangat rumit selain pembentukannya menggunakan mesin produksi, komponen/part juga lebih banyak menggunakan metode pengecoran. Pengecoran logam merupakan proses penuangan logam cair dari hasil peleburan selanjutnya di tuangkan ke dalam cetakan,dan di biarakan mengeras dan mendingin sampai tempratur ruangan. Di bidang Otomotif Khususnya pada kendaraan roda 2 baik motor bakar 2 tak maupun 4 tak banyak komponen part yang dihasilkan dari proses pengecoran contohnya pada blok silinder, kepala silinder,piston, dan, poros engkol.

Blok silinder yang merupakan bagian utama mesin yang berfungsi sebagai tempat pergerakan piston dan dudukan kepala silinder maupun mekanisme poros engkol yang terbuat dari material besi corcoran kelabu/ *cast iron*, seiring perkembangan jaman kini telah di tingalkan di karenakan sifat corcoran kelabu/*cast iron* ini sulit melepas panas yang dihasilkan dari proses pembakaran, dan perlu di kembangkan lagi. Dunia otomotif kini fokus untuk menggunakan bahan aluminium dikarenakan sifat yang baik dalam melepas panas, ringan dan memiliki kekuatan yang cukup, juga faktor ekonomis (murah) dan juga ketersediaan bahan yang masi banyak. Sifat yang dimiliki aluminium mampu menahan suhu hingga 200°C tanpa merubah bentuk dan mampu dicetak dalam pengecoran, Sehingga Aluminium dapat bermanfaat sebagai dimensi duplikat sparepart pada roda 2, baik silinder blok, piston, maupun kepala silinder yang menggunakan material aluminium yang di proses, dapat mengikuti yang ada di pasaran.

Kini proses pengecoran aluminium terus berkembang dalam metodenya dan menganalisa strukturnya untuk menghasilkan produk yang dapat di standartkan. Martinus Mandala, Eddy S. Siradj dan Sofyan Djamil (2016) melakukan penelitian struktur mikro dan mekanis Aluminium (AL-Si) pada pengecoran menggunakan cetakan logam, cetakan pasir dan cetakan *castable*. Hasi penelitian

menunjukkan proses pengecoran AL-Si 5,5%, menggunakan cetakan logam menghasilkan benda cor yang memiliki kekerasan 63 BHN, cetakan pasir 54 BHN, dan *castable* dengan nilai kekerasan 47 BHN. Untuk nilai *impact* benda cor hasil pengecoran menggunakan cetakan logam bernilai $34 \times 10^{-2} \text{ J/mm}^2$, cetakan pasir $23 \times 10^{-2} \text{ J/mm}^2$ dan, cetakan *castable* $16 \times 10^{-2} \text{ J/mm}^2$ dan struktur mikro untuk struktur mikro hasil cor cetakan *castable*, struktur dendritnya terlihat paling berar jika di bandingkan dengan struktur dendrite pada hasil cor menggunakan cetakan pasir dan logam.

Dari teori pengecoran di atas penulis merasa sangat tertarik dalam proses pengecoran blok silinder dengan bahan aluminium namun yang lebih efisien proses untuk skripsi ini adalah dengan cetakan pasir guna mempermudah proses pembentukan pola blok silinder sehingga penulis mengambil guna mengetahui “Proses Pengecoran Aluminium Sebagai Bahan Pembuatan Blok Silinder” untuk tugas akhir sebagai syarat kelulusan dan dapat di kembangkan dalam dunia industri otomotif sebagai bahan pertimbangan dalam pembuatan blok silinder. .

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, bagaimana proses pengecoran blok silinder dengan bahan aluminium menggunakan cetakan pasir.

1.3. Ruang Lingkup

1. Proses pengecoran pembuatan blok silinder dengan menggunakan bahan aluminium.
2. Pencetakan blok silinder menggunakan cetakan pasir.
3. Blok silinder yang akan di cetak berupa mesin sepeda motor SUZUKI SATRIA 120 CC 2 TAK.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui proses dan lama waktu pengecoran hingga menghasilkan silinder block.
2. Untuk mengetahui persentasi cacat produk pengecoran pada cetakan pasir.
3. Untuk mengetahui penyusutan volume blok silinder dari hasil pengecoran dengan cetakan pasir.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dalam pengecoran blok silinder dengan menggunakan bahan aluminium.
2. Bagi dunia industri sebagai suatu rekomendasi produk blok silinder yang dapat digunakan pada dunia outomotif.
3. Bagi peneliti lain dapat digunakan sebagai referensi dalam penelitian proses pengecoran aluminium sebagai pembuatan blok silinder.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Proses Pengecoran

Telah diketahui bahwa ketika pengecoran tembaga pertama kali ditemukan di mesopotamia, logam cair dituang ke dalam pasir, kemudian seperti halnya cara baru, dicari akal untuk menuang logam cair ke dalam rongga yang dibuat dalam batu.

Proses pengecoran logam adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir produk jadi. Setelah logam cair memenuhi rongga cetak dan tersolidifikasi, selanjutnya cetakan disingkirkan dan hasil cor dapat digunakan untuk proses sekunder.

Untuk menghasilkan hasil cor yang berkualitas maka diperlukan pola yang berkualitas tinggi, baik dari segi konstruksi, dimensi, material pola, dan kelengkapan lainnya. Pola digunakan untuk memproduksi cetakan. Pada umumnya, dalam proses pembuatan cetakan, pasir cetakan diletakan di sekitar pola yang dibatasi rangka cetak kemudian pasir di padatkan dengan cara ditumbuk sampai kepadatan tertentu. Pada umumnya cetakan dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian atas (cup) dan bagian bawa (drag) sehingga setelah pembuatan cetakan selesai pola akan dapat dicabut dengan mudah dari cetakan.

Inti dibuat secara terpisah dari cetakan, dalam kasus ini inti dibuat dari pasir kuasa yang dicampur dengan air kaca (water glass/natrium silikat), dari campuran pasir tersebut dimasukan kedalam kotak inti, kemudian direaksikan dengan gas CO₂ sehingga menjadi padat dan keras. Inti diseting pada cetakan. kemudian cetakan diasembling dan diklem.

Sambil menunggu cetakan dibuat dan diasembling bahan bahan aluminium dan bahan paduan, dilebur di bagian peleburan setelah logam cair dan homogen maka logam cair tersebut di tuang ke dalam cetakan setelah itu di tunggu hingga cairan membeku, cetakan di bongkar. Pasir cetak, inti, dan benda tuang di pisahkan. Pasir cetak bekas masuk ke instalasi daurulang, inti bekas dibuang, dan benda tuang diberikan ke bagian fethling untuk dibersihkan dari kotoran dan dilakukan pemotongan terhadap sistem saluran pada benda tersebut. Setelah

fethling selesai apabila benda perlu perlakuan panas maka diproses di bagian perlakuan panas.

2.2. Sifat- Sifat Logam Cair

Logam cair adalah cairan seperti air , tetapi berbeda dari air dalam beberapa hal yaitu:

Pertama, kecairan logam sangat tergantung pada temperatur, dan logam cair, akan cair seluruhnya pada suhu yang tinggi, sedangkan pada temperatur yang rendah berbeda dengan air, terutama pada keadaan di mana terdapat inti-inti kristal.

Kedua berat jenis logam cair lebih besar dari pada berat jenis air. Berat jenis air ialah 1,0 sedangkan paduan aluminium 2,2 sampai 2,3 dan besi coran 6,8 sampai 7,0 jelas bahwa dalam hal berat jenis mereka berbeda banyak dengan berat jenis air. Oleh karena itu dalam segi alirannya juga akan sangat berbeda, aliran logam mempunyai kelembaman dan gaya tumbuk yang besar.

Ketiga, air menyebabkan permukaan dinding wadah menjadi basah, sedangkan logam cair tidak. Oleh karena itu kalau logam cair mengalir di atas permukaan cetakan pasir ia tidak akan meresap ke dalam pasir , asalkan jarak antara partikel- partikel pasir cukup kecil.

Perbedaan-perbedaan tersebut membuat aliran logam cair pada pengecoran berbeda sampai tingkat tertentu apabila di dibandingkan dengan aliran air.

2.2.1. Sifat-sifat yang di perlukan dan bahan yang cocok untuk coran seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 sifat-sifat bahan cor

Sifat sifat yang dimiliki	bahan coran
Kekuatan	baja cor, besi cor mutu tinggi, besi cor bergrafik bulat, besi cor mampu tempah
Tahan banting keuletan	baja cor, besi cor bergrafik bulat aluminium (Al-Si-Cu-Al-Mg)
Mudah dibuat	besi cor kelabu, coran brons, coran paduan Aluminium (Al-Si-Cu, Al-Si-Mg)
Ringan	coran paduan aluminium, coran paduan magnesium

baik sekali dalam konduktivitas termala dan listrik	coran tembaga mrni.
tahan aus	coran Ni-Cr, baja cor mangan tinggi besi cor bergrafit bulat, besi cor mutu tinggi, coran paduan tembaga

2.2.2. Bahan Aluminium



Gambar 2.1. Aluminium

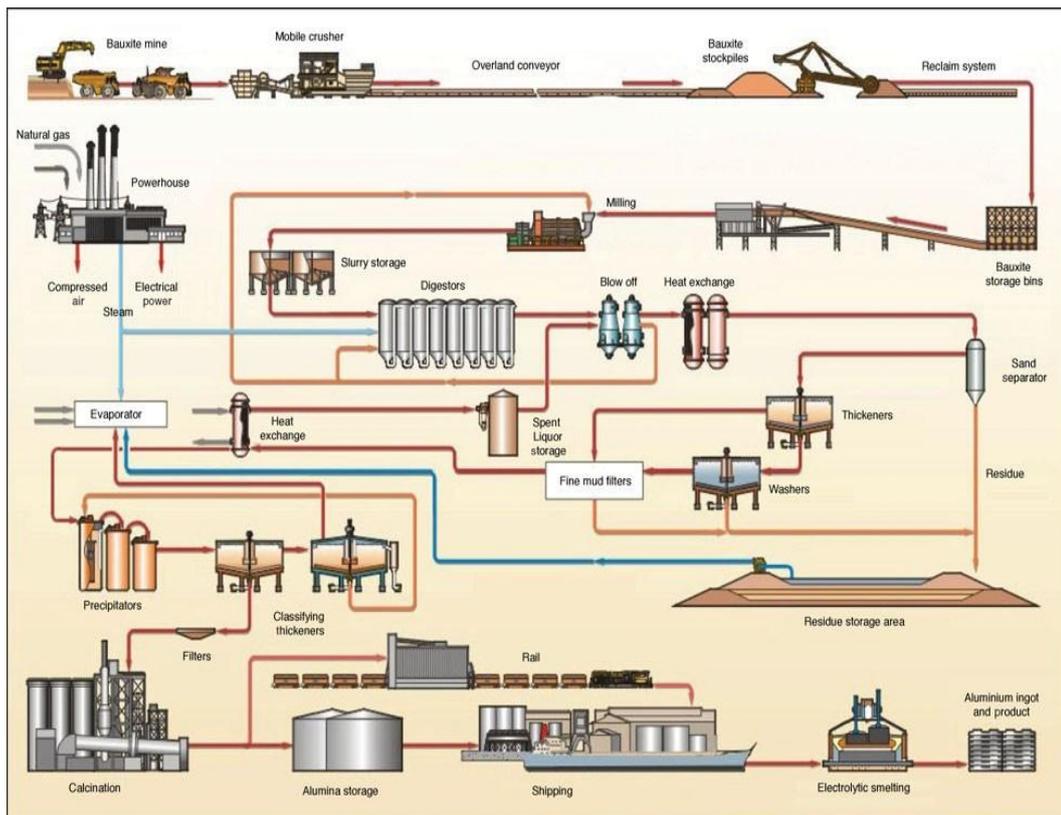
Pada abad ke-19, sebelum ditemukannya proses elektrolisis, aluminium hanya bisa didapatkan dari bauksit dengan proses kimia Wöhler, terlihat pada gambar 2.1. Dibandingkan dengan elektrolisis, proses ini sangat tidak ekonomis, dan harga aluminium dulunya jauh melebihi harga emas. Karena dulu dianggap sebagai logam berharga, Napoleon III dari Prancis (1808-1873) pernah melayani tamunya yang pertama dengan piring aluminium dan tamunya yang kedua dengan piring emas dan perak. Pada tahun 1886, Charles Martin Hall dari Amerika Serikat (1863-1914) dan Paul L.T. Héroult dari Prancis (1863-1914) menemukan proses elektrolisis yang sampai sekarang membuat produksi aluminium ekonomis.

Orang pertama yang berhasil memisahkan aluminium dari senyawanya adalah Orsted pada tahun 1825 dengan cara mereduksi aluminium klorida, tetapi belum dalam keadaan murni. Aluminium murni ditemukan oleh Wohler dalam bentuk serbuk berwarna abu-abu pada tahun 1827 dengan memodifikasi proses Orsted.

Kini proses yang digunakan untuk memperoleh aluminium secara besar-besaran digunakan proses Hall-Heroult. Cara ini ditemukan oleh dua orang yang umurnya sama (23 tahun) namun ditempat yang berbeda yakni Charles Martin Hall di Amerika dan Heroult di Paris pada tahun 1886. Proses ini menjadikan kedua orang ini kaya dalam waktu singkat dan meninggal dunia pada tahun yang sama pula (1914). Setelah ditemukan cara ini harga aluminium yang awalnya sangat mahal turun secara drastis.

Pemurnian aluminium dilakukan dalam dua tahap:

1. Proses Bayer merupakan proses pemurnian bijih bauksit untuk memperoleh aluminium oksida (alumina), dan
2. Proses Hall-Heroult merupakan proses peleburan aluminium oksida untuk menghasilkan aluminium murni.



Gambar 2.2. Peleburan Alumina menjadi ingot cetakan Aluminium.

Proses produksi aluminium dimulai dari pengambilan bahan tambang yang mengandung aluminium (bauksit, corundum, gibbsite, boehmite, diaspor, dan

sebagainya) seperti gambar 2.2. Selanjutnya, bahan tambang dibawa menuju proses Bayer.

Proses Bayer menghasilkan alumina (Al_2O_3) dengan membasuh bahan tambang yang mengandung aluminium dengan larutan natrium hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$. Aluminium hidroksida lalu dipanaskan pada suhu sedikit di atas 1000°C sehingga terbentuk alumina dan H_2O yang menjadi uap air.

Setelah Alumina dihasilkan, alumina dibawa ke proses Hall-Heroult. Proses Hall-Heroult dimulai dengan melarutkan alumina dengan lelehan Na_3AlF_6 , atau yang biasa disebut cryolite. Larutan lalu dielektrolisis dan akan mengakibatkan aluminium cair menempel pada anoda, sementara oksigen dari alumina akan teroksidasi bersama anoda yang terbuat dari karbon, membentuk karbon dioksida. Aluminium cair memiliki massa jenis yang lebih ringan dari pada larutan alumina, sehingga pemisahan dapat dilakukan dengan mudah.

Elektrolisis aluminium dalam proses Hall-Heroult menghabiskan energi yang cukup banyak. Rata-rata konsumsi energi listrik dunia dalam mengelektrolisis alumina adalah 15 kWh per kilogram aluminium yang dihasilkan. Energi listrik menghabiskan sekitar 20-40% biaya produksi aluminium di seluruh dunia.

3. Daur Ulang Aluminium

Secara teori 100% aluminium bisa didaur ulang tanpa kehilangan beratnya. Namun dalam praktik, proses daur-ulang menyebabkan susutnya berat yang signifikan. Daur ulang melibatkan proses pencairan aluminium, sebuah proses yang membutuhkan hanya 5% dari energi yang digunakan untuk memproduksi aluminium dari bijih. Dalam proses ini aluminium mengalami kehilangan berat hingga 15% dari berat bahan baku. Hilangnya berat disebabkan terjadinya oksidasi oleh udara selama berlangsungnya proses pelelehan, menjadi oksida aluminium (Al_2O_3). Persentase penurunan berat juga disebabkan jenis aluminium yang di daur ulang. Aluminium plat tipis memiliki tingkat risiko kehilangan berat yang jauh lebih besar dibanding aluminium yang lebih plat tebal.

Meskipun aluminium hasil daur ulang memiliki kadar yang lebih rendah dibanding aluminium hasil produksi, tetapi Aluminium hasil daur ulang masih mempertahankan sifat fisik yang sama dengan aluminium hasil pabrikasi. Hasil

aluminium daur ulang disebut dengan istilah aluminium sekunder. Aluminium sekunder diproduksi dalam berbagai format dan digunakan di 80% dari suntikan paduan. Penggunaan lain yang penting adalah ekstrusi.

Sampah putih yang merupakan limbah dari produksi aluminium primer dan dari daur ulang sekunder masih mengandung sejumlah aluminium yang dapat diekstraksi industri. Proses ini menghasilkan billet aluminium, bersama-sama dengan bahan limbah yang sangat kompleks. Limbah proses aluminium sangat sulit dikelola. Limbah yang terkena air akan melepaskan campuran gas (termasuk, antara lain, hidrogen, asetilena, dan amonia), yang secara spontan menyatu saat kontak dengan udara; kontak limbah dengan udara lembab akan melepaskan gas amonia. Meskipun adanya kesulitan-kesulitan ini, limbah sisa pemrosesan aluminium bisa digunakan sebagai pengisi dalam aspal, beton, dan sebagai bahan baku pembuatan bata tahan api.

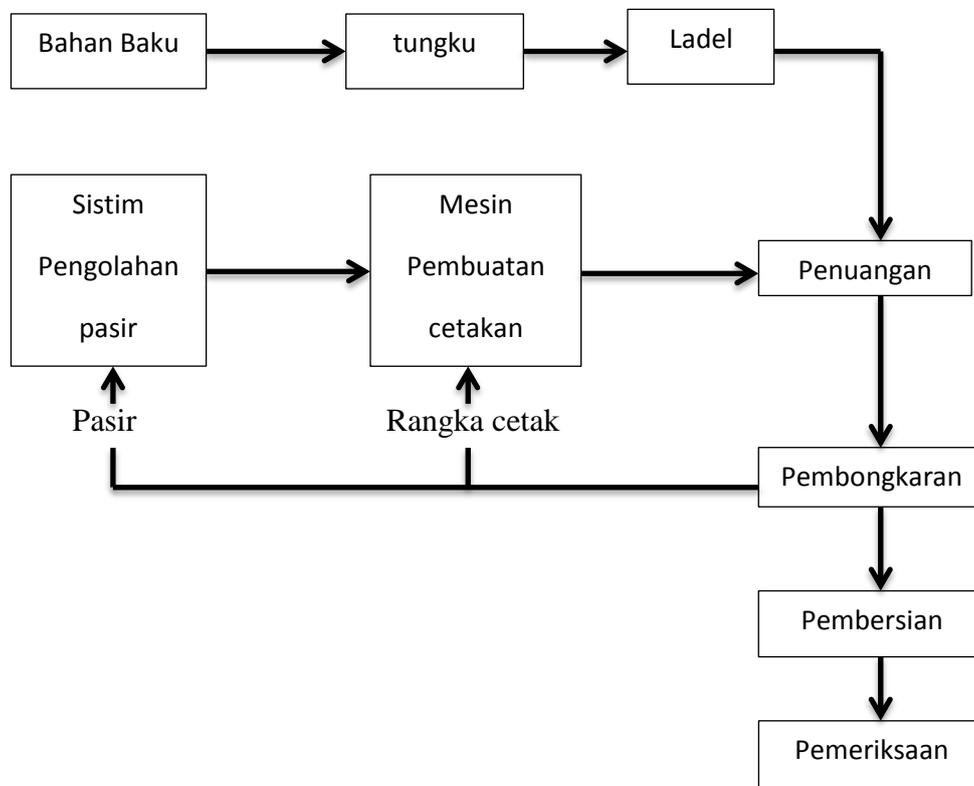
2.2.3. Struktur Dan Sifat-Sifat Coran Pada Aluminium

coran paduan ringan adalah cora paduan aluminium, aluminium murni memiliki sifat –sifat mekanise yan yang jelek karena iu di pergunakan paduan aluminium karena sifat-sifat mekanismenya akan di perbaiki dengan menambah tembaga,silisim, magnesium,nikel dan sebagainya. Coran paduan aluminiumadalah ringan dan merupaka penghantar panas yang baik sekali, yang dipergunakan apabila sifat-sifat tersebut d perlukan.

- Aluminium dipakai sebagai padua dari pada sebagai logam muri, sebab tidak kehilangan sifat ringan dan sifat –sifa mekanise dan mampu corya.
- Campuran aluminium dengan tembaga memiliki sifat mekanik dan mampu mesin sedangka corannya agak jelek
- Campuran aluminium dengan silisium dapat memperbaiki sifat mekaniknya.
- Campuran aluminium dengan magnesium dapat memiliki sifat tahan korosi dan sifat mekanik yang baik
- Campuran aluminium tahan panas aduan Al-Cu-Ni-Mg yang dapat membuat kekuatan tida berubah sampai 200° C sehingg paduan ini di gunakan untuk torak dan tutup silinder.

2.3. Membuat Coran

Untuk membuat coran, harus dilakukan proses-proses seperti : pencairan logam membuat cetakan, menuang, membongkar dan membersihkan coran lihat gambar 2.3. untuk mencairkan logam bermacam-macam tanur dipakai. Umumnya kupola atau tanur induksi frekwensi rendah dipergunakan untuk besi cor, tanur busur listrik, atau tanur induksi frekuensi tinggi dipergunakan untuk baja cor dan tanur krus untuk paduan tembaga atau coran paduan ringan, karena tanur-tanur ini dapat memberikan logam cair yang baik dan sangat ekonomis untuk logam-logam tersebut.



Gambar 2.3. Aliran proses pada pembuatan coran

Cetakan biasanya dibuat dengan jalan memadatkan pasir. Pasir yang dipakai kadang-kadang pasir alam atau pasir buatan dan tidak mahal asal dipakai pasir yang cocok. Kadang kadang dicampurkan pengikat khusus, umpamanya air-kaca, semen, resin furan, resin fenol atau minyak pengering, karena penggunaan zat-zat tersebut memperkuat cetakan atau mempermudah operasi pembuatan cetakan.

Tentu saja penggunaan itu mahal, sehingga perlu memilih dengan mempertimbangkan bentuk, bahan dan jumlah produk.

Selain cetakan pasir, terkadang dipergunakan cetakan logam. Pada penuangan, logam cair mengalir melalui pintu cetakan, maka bentuk pintu harus dibuat sedemikian sehingga tidak mengganggu aliran logam cair.

Helmy Purwanto dan Mulyonorejo (2010) melakukan penelitian pengaruh pengecoran ulang terhadap kekuatan tarikan dan kekerasan pada aluminium cor dengan cetakan pasir. Dengan menggunakan material daur ulang yang sudah tidak terpakai lagi dengan menggunakan cetakan pasir dan temperatur tuang 750° menyebabkan penurunan pada kekuatan tarik pada aluminium dari pengecoran I ke pengecoran II turun sekitar 3,9% sedangkan penurunan dari pengecoran II ke pengecoran III turun 8,9% atau rata-rata penurunan setelah pengecoran ulang adalah 6,4%. Pengecoran ulang juga berpengaruh pada penurunan regangan, rata-rata penurunan regangan sebesar 11%. pengecoran ulang juga menurunkan kekerasan material dari pengecoran I ke pengecoran II turun dari 19,3 BHN menjadi 18,03 BHN atau turun sebesar 5,1% dan dari pengecoran ulang II ke pengecoran ke III turun dari 18,03 BHN menjadi 13,1 BHN atau turun sebesar 27%.

Firdaus (2002) melakukan penelitian parameter proses pengecoran *Squeeze* terhadap cacat produk flens motor sungai, penelitian ini mencoba menganalisa pengaruh parameter proses pengecoran *Squeeze* paduan aluminium daur ulang yang ada dengan cara memvariasikan parameter proses pengecoran *Squeeze casting* meliputi pemanasan logam dan di dalam dua dapur induksi berbeda, dilanjutkan dengan penuangan logam cairan ke dalam ke dalam die dan diteruskan dengan pemberian tekanan selama waktu tertentu.

S.M.Bondan Respati, dkk, (2010) melakukan penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh tekanan dan temperatur cetakan sifat fisis dan mekanis pada pengecoran *Squeeze (direct Squeeze casting)* pada paduan aluminium daur ulang. paduan dilebur pada dapur krusibel dan dituang pada temperatur 700°C pada cetakan yang berbentuk diepunch yang dipanaskan pada temperatur 300°C dan 400°C. Tekanan diberikan pada saat pembekuan sebesar 0 Mpa, 10 Mpa, 30 Mpa selama 100 detik.

Supriyanto (2009) melakukan kajian hasil pengecoran aluminium dengan variasi media pendingin. Setiap logam akan mengalami perubahan fase selama proses pengecoran, baik perubahan sifat fisis maupun mekanis yang disebabkan oleh proses pembekuan. Dari pengujian ketangguhan, dapat diketahui bahwa benda uji dengan media pendingin udara suhu kamar mempunyai nilai ketangguhan yang lebih baik dibandingkan uji dengan media pendingin airsumur dan oli SAE 40.

Muhammad Tofa Wijaya, dkk,(2017). Melakukan penelitian untuk menyelidiki pengaruh temperatur tuang terhadap ketangguhan impact dan struktur mikro hasil pengecoran paduan aluminium dengan menggunakan cetakan pasir. Bahan penelitian ini adalah paduan aluminium dari scrap aluminium, kemudian dilebur dan dituang ke dalam cetakan dengan variasi temperatur tuang dari 660°C, 700°C, dan 740°C, pengujian impact dilakukan untuk mengetahui ketangguhan impact pada hasil coran dengan menggunakan alat uji impact carpy (ASTM E 23-02a). Foto struktur mikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik nikon seri 661103. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi temperatur tuang pada saat pengecoran berpengaruh terhadap nilai ketangguhan impact dan struktur mikro hasil coran. Dari tiga variasi temperatur tuang yang dilakukan, semakin tinggi temperatur tuang maka nilai ketangguhan impact juga semakin meningkat.

I. M. Astika, dkk,(2000). Melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh jenis pasir cetakan dengan zat pengikat bentonit terhadap sifat permeabilitas dan kekuatan tekan basah cetakan pasir. Dalam penelitian ini digunakan pasir laut, pasir gunung dan pasir sungai, dengan variasi zat pengikat bentonit 4%, 6% dan 8% dengan kadar air 4% pengujian yang dilakukan adalah pengujian kekerasan tekan dan permeabilitas, dari penelitian ini disimpulkan zat pengikat bentonit berpengaruh pada sifat permeabilitas dan kekerasan cetakan pasir, sedangkan variasi pasir tidak memberikan pengaruh yang nyata.

2.4. Proses pencetakan

Cetakan pasir ialah cetakan yang paling lazim dipakai. Beberapa cetakan pasir mengandung tanah lempung sebagai pengikat, cetakan pasir terkadang dibuat dengan tangan, masa kini pembuatan cetakan pasir dengan mesin menjadi

berkembang disebabkan kemajuan pada mesin cetakan dari yang kecil hingga besar.

2.4.1. Pasir Cetak

Untuk dapat menghasilkan benda tuang yang baik, maka pasir cetak memerlukan sifat-sifat yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Mempunyai sifat mampu bentuk yang baik.
Pasir cetak harus dengan mudah dapat dibentuk menjadi bentuk-bentuk cetakan yang diharapkan baik cetakan berukuran besar maupun cetakan berukuran kecil.
- Permeabilitas yang cocok
Permeabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan cetakan untuk mengalirkan gas-gas dan uap air yang ada di dalamnya keluar dari cetakan.
- Distribusi besar butiran pasir yang cocok.
Butiran pasir yang terlalu halus akan mengurangi permeabilitas cetakan sedangkan butiran yang terlalu kasar akan meningkatkan permeabilitas cetakan. Untuk itu distribusi besar butiran yang cocok perlu dipertimbangkan.
- Tahan terhadap temperatur tinggi.
Butiran pasir dan pengikat harus mempunyai derajat tahan api tertentu terhadap temperatur tinggi ini dituang ke dalam cetakan
- Mampu dipakai lagi .
Setelah proses pengecoran selesai, cetakan harus dapat dibongkar dengan mudah dan pasirnya dapat digunakan lagi supaya ekonomis.
- Mempunyai kekuatan yang baik.

2.4.2. Bahan Pengikat

1. Bentonit

Bentonit merupakan satu jenis dari tanah lempung. Bentonit terdiri dari butiran-butiran halus dari 10 sampai $0,0\mu$ yang penyeusun utamanya ($Al_2O_3, 4SiO_2.H_2O$).

Bentonit digunakan sebagai bahan pengikat pada pembuatan cetakan pasir karena mempunyai sifat-sifat yang diperlukan yaitu:

- Menghasilkan daya ikat yang tinggi.
- Menjadi liat bila basah, sehingga akan memudahkan dalam pembentukan pada proses pembuatan cetakan.
- Menjadi keras setelah di keringkan.

2. Semen

Merupakan pengikat hidrolis, dimana akan mengeras dengan campuran air . portland semen dibedakan menjadi semen biasa yang umumnya terdiri dari kalsium silika dengan kalsium dan dipadu dengan semen yang sangat cepat mengeras merupakan campuran dari 40% kalsium oksid dan 40% tanah lempung (Al_2O_3). Jenis semen lainnya adalah semen putih dan semen tahan api yang merupakan campuran dari semen biasa dengan batu tahan api.

3. Air Kaca

Merupakan campuran dari natrium silikat ($Na_2Si_2 \cdot XH_2O$) yang terbentuk dari hasil peleburan antara kuarsa dan soda yang dilarutkan dalam air. Kualitas air kaca dipengaruhi oleh kandungan air dan perbandingan antara SiO_2 dengan Na_2O yang sering disebut dengan istilah kadar kering atau modulnya.

2.4.3. Macam- Macam Cetakan Pasir

1. Cetakan Pasir Greensand

Cetakan greensand terbuat dari pasir silika SiO_2 dengan mencampur bahan additive lainnya yaitu bentonit, coal dust, dan lain-lain. Komposisinya adalah sebagai berikut:

- Bahan dasar
 - Kuarsa : 80% -90%
- Bahan pengikat
 - Bentonit : 8%
 - Air : 4% -5%

2. Pasir Cetak CO2 Proses

Jenis pasir ini juga disebut cetakan pasir kering dikarenakan kadar air yang sedikit yang terdapat dalam cetakan tersebut. Pasir cetak CO2 proses adalah suatu pembuatan pasir cetak dengan cara menghembuskan gas CO2 pada suatu pasir dengan komposisi- komposisi tertentu. Proses pembuatan cetakan seperti ini muda dan tidak memerlukan proses pengeringan untuk mengeras.

Pasir yang digunakan dalam proses ini adalah pasir silika yang mempunyai kadar lempung rendah. Bahan-bahan tambahan meliputi air kaca (water glass) dan gas CO₂. Keduanya merupakan reaktan dalam proses pengerasan dan dapat dicampurkan dengan gula tetes. Gula tetes adalah zat organik sampingan dari proses pembuatan gula, untuk mempermudah pembongkaran cetakan. Komposisi dalam pembuatan pasir CO₂ adalah sebagai berikut:

- Pasir silika ±90%
- Air kaca/ water glass 3-6% dengan syarat air kaca yang dipakai harus mempunyai perbandingan molekul SiO₂ dan Na₂O >2,5% dan air yang bebas di bawah 50% serta mempunyai viskositas rendah.
- Gula tetes ±4,5%

Cara membuat pasir CO₂ proses sebagai berikut:

Cetakan pasir silika, air kaca dan gula tetes campuran diisolasi dari udara luar dalam satu bejana selama 5 menit. Masukkan olahan pasir tadi pada cetakan, padatkan pasir tersebut dengan tangan tanpa bantuan alat, karena pemadatan dilakukan dengan gas CO₂. Reaksi kimianya adalah $\text{NaSi}_2\text{XH}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{SiO}_2\text{XH}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{CO}_3$.

3. Cetakan Pasir Semen Proses

Cetakan pasir semen proses adalah cetakan pasir yang berkomposisi pasir silika SiO₂, dan semen sebagai bahan campurannya dan juga bahan additive lainnya seperti gula tetes sebagai bahan yang dapat memudahkan pembongkaran cetakan. Komposisinya adalah sebagai berikut:

- Pasir silika : 90%
- Semen : 6-12 %
- Air : 4%
- Gula tetes : 3%

4. Cetakan Pasir Furan

Pasir cetak dengan pengikat resin furan atau fenol komposisinya adalah:

- Pasir silika : 90%
- Resin furan : 0,8- 1.2 % dengan bahan pengeras untuk resin furan asam fosfat (H_3PO_4)

Pasir cetak akan segera mengeras dengan sendirinya jika resin bertemu dengan pengeras, oleh karena itu biasanya pengeras dicampur dengan cara di taburkan setelah campuran pasir cetak dan resin dimasukkan ke dalam rangkacetak. Jika pengeras telah di campurkan ke adukan pasir cetak dan resin, maka harus segera dimasukkan ke dalam rangka cetakan sebelum pasir mengeras.

2.4.4. Bentuk dan Ukuran Coran

Namun untuk membuat cetakan pasir di butuhkan sistem saluran yang mengalirkan cairan logam ke dalam rongga cetakan, besar dan bentuk di tentukan oleh ukuran tebalnya irisan dan macam logam dari coran. Selanjutnya di perlukan penentuan keadaan-keadaan penuangan seperti tempratur tuang dan laju penuangan, dan lainnya maka di penentuan memerlukan pertimbangan yang teliti

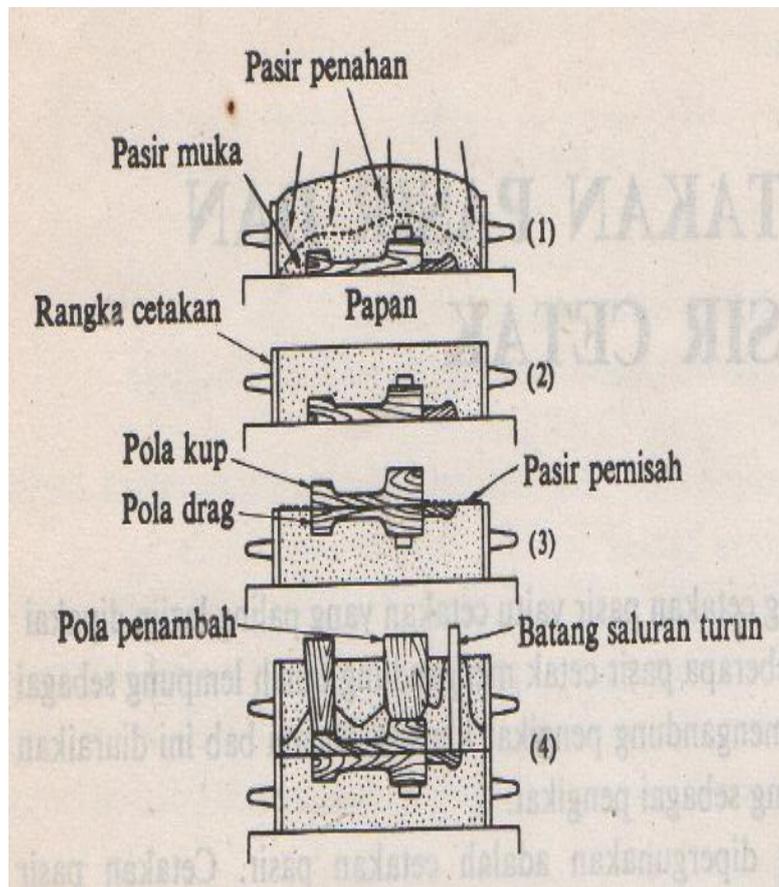
Dalam pengecoran; bentuk dan ukuran yang sebarangan dapat dizjinkan , tetapi dalam beberapa hal , produk-produk sukar dibuat dan mempunyai cacat yang tergantung pada bentuk dan ukurannya, sehingga terkadang-kadang coran menjadi mahal.karena itu pertimbangan yang telitih tak dapat di hindarkan

Pertama , bentuk dari pola hendaknya mudah dibuat. Pola yang sukar dibuat membutuhkan waktu dan biaya banyak .pola harus sederhana kecuali jika pekerjaannya memang memerlukan kerumitan.

Kedua , cetakan hendaknya muda. Terutama harus dihindari bentuk –bentuk yang tak dapat dicetak dengan kup dan drag saja atau kalau mungkin lebih baik tidak dengan permukaan pisah yang rumit.

Ketiga, cetakan hendaknya tidak menyebabkan berbagai cacat dalam coran. Mereka tidak diinginkan kalau menyebabkan cacat dalam penuangan dan pembekuan, walaupun pembuatan model dan cetakannya mudah sebagai contoh adalah coran yang terlalu tipis atau perubahan tebal yang terlalu besar harus dihindari.

2.5. Pembuatan Cetakan



Gambar 2.4. Proses mol cetakan pasir

Berdasarkan pada gambar 2.4. Pembuatan cetakan dengan tangan dilakukan dengan urutan sebagai berikut:

1. Papan cetakan diletakan pada lantai yang rata.
2. Pola dan rangka cetak untuk drag diletakan di atas papan cetakan . rangka cetakan harus cukup besar sehingga ketebalan pasir 30 samapai 50 mm. Letak saluran turunan di tentukan terlebih dahulu.
3. Pasir muka yang telah di ayak di taburkan untuk menutupi permukaan pola dalam rangka cetak. Lapisan pasir muka dibuat setebal 30 mm.
4. Pasir cetak ditimbun dan di padatkan dengan penumbuk. Dalam penumbukan ini harus di lakukan dengan hati-hati agar pola tidak terdorong langsung oleh penumbuk.

5. Cetakan dibalik dan diletakan pada papan cetakan, dan setengah pola lainnya bersama sama rangka cetak untuk cup dipasang di atasnya.
6. Batang saluran turun atau pola untuk penambahan dipasang, kemudian pasir muka dan pasir cetak dimasukan dalam rangka cetak dan di padatkan. Kemudian kalau rangka-rangak cetakan tidak memiliki pen atau kupingan maka harus di tandai agar tidak keliru dalam penutupannya.

2.6. Kegunaan Dan Tipe Blok Silinder

2.6.1. Blok silinder/Silinder

Blok silinder dan ruang engkol merupakan bagian utama dari motor bakar. Bagian-bagian lain dari motor dipasangkan di dalam atau pada blok silinder, sehingga terbentuk susunan motor yang lengkap. Pada blok silinder ini terdapat lubang silinder yang berdinding halus, dimana torak bergerak bolak-balik dan pada bagian sisi-sisi blok silinder dibuatkan sirip-sirip maupun lubang-lubang mantel air pendingin yang digunakan untuk pendinginan motor. Silinder bersama-sama dengan kepala silinder membentuk ruang bakar, yaitu tempat melaksanakan pembakaran bahan bakar.

Blok silinder dan ruang engkol dapat dituang menjadi satu bagian atau terpisah satu sama lain, kemudian disatukan dengan baut-baut. Variasi lain dalam konstruksi blok silinder ialah dengan pemasangan tabung silinder ke dalam blok silinder. Tabung ini dibuat dari besi tuang atau baja tuang.

1. Fungsi Blok Silinder :

1. Sebagaiudukan kepala silinder.
2. Sebagaiudukan silinder liner.
3. Sebagaiudukan mekanisme poros engkol.

2. Fungsi Silinder :

1. Sebagai langkah bakar torak.

3. Blok Silinder Harus Memenuhi Persyaratan :

1. Kaku, pembebanan tekan tidak boleh mengakibatkan perubahan elastisitas pada bentuk.
2. Ringan dan kuat.
3. Konstruksi memungkinkan pendinginan yang rata.

4. Pemuaiian panas harus sesuai dengan bagian-bagian yang terpasang pada blok tersebut (seperti ; poros engkol, kepala silinder).
5. Silinder harus memenuhi persyaratan.
6. Memiliki sifat luncur yang baik, sehingga tahan aus.
7. Tidak mudah berubah bentuk.
8. Kuat terhadap tekanan.
9. Mudah di overhaul.

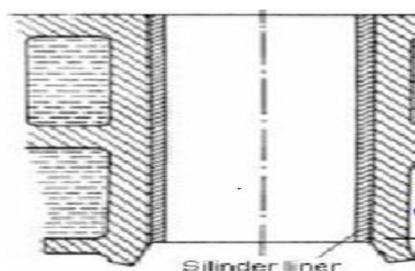
2.6.2. Tabung Silinder

Penggunaan tabung silinder memungkinkan silinder diganti setiap saat diperlukan, umpamannya karena aus atau sebab-sebab lain. Hal ini akan menghemat waktu maupun biaya. Tabung tersebut di buat dari besi tuang dan mendapatkan perlakuan panas (heatreatment) untuk memperoleh ketahanan terhadap keausan yang lebih tinggi.

Perlakuan Pemanasan (heatreatment) pada tabung silinder tekanannya pada temperatur yang sesuai sekitar 520°C bagaimanapun juga di bawah perubahan bentuk titik dan pengaturan pendinginan hingga 300°C pada suhu pendinginan sekitar $300\text{C} - 400\text{C/jam}$. Setelah tungku dingin selanjutnya pendinginan dilakukan dengan pemberian sirkulasi udara.

Ada dua jenis tabung silinder yang digunakan, yaitu tabung basah dan tabung kering. Tipe basah (wet type), pada silinder blok tipe ini letak water jacket berhubungan langsung dengan liner. Water jacket adalah ruang pada blok yang berisi air pendingin dari radiator. Hal ini membuat liner pada silinder blok tidak cepat panas. Sementara liner itu sendiri adalah sebuah tabung tempat piston melakukan gerakan naik turun.

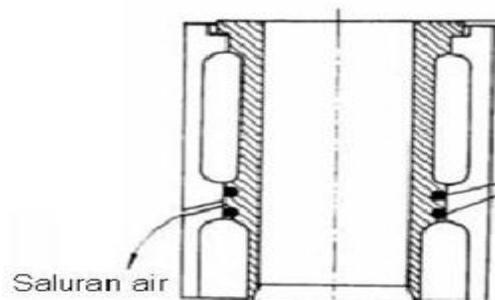
1. Tipe Kering (dry tipe),



Gambar 2.5. Liner kering

Pada silinder blok tipe ini letak water jacket tidak berhubungan langsung dengan liner terlihat pada gambar 2.5. Hal ini membuat liner cepat panas pada saat mesin hidup. Tabung kering umumnya dibuat dari baja dan dinding luar maupun dinding dalamnya dikerjakan dengan teliti. Tabung ini ditekan ke dalam blok silinder sehingga terbentuk lapisan pada silinder. Paking untuk mencegah kebocoran air pendingin tidak diperulkan.

2. Tipe Basah (wet type)



Gambar 2.6. Liner basah

Liner jenis basah langsung berhubungan dengan air pendingin terlihat pada gambar 2.6. Berbeda dengan liner jenis kering, pemasangannya memerlukan paking untuk mencegah kebocoran air pendingin.

Pada umumnya, bentuk dan konstruksi blok silinder pada beberapa faktor . Faktor-faktor itu antara lain jumlah silinder, susunan silinder, diameter silinder, langkah torak, volume langkah, perbandingan kompresi, susunan katup, cara pendinginan silinder, bahan yang digunakan, bentuk tuangan, cara penunguan dan penyelesaian benda tuang.

Jenis konstruksi berdasarkan susunan silinder konfigurasi mesin adalah sebuah istilah yang menunjuk kepada "layout" piston dalam sebuah mesin pembakaran dalam. Istilah "blok" sering digunakan juga sebagai pengganti kata mesin dalam terminologi, penggunaan umumnya adalah blok V dan mesin V, keduanya menunjuk ke hal yang sama. Dalam dunia permesinan dapat dikategorikan sesuai fungsi-fungsinya tersendiri,teknologi permesinan maupun teknik mesin Automotif sangat memiliki ketergantunga terhadap kemajuan teknik mesin produksinya juga atau yang sering kita kenal dengan “mesin perkakas”. Di

dalam perancangan segala konstruksi mesin yang ada pada mekanika otomotif pada dasarnya bersumber dari perancangan sejak dasar oleh permesinan produksi.

2.6.3. Kategori Dan Berdasarkan Pergerakan Piston

1. Mesin Inline Sejajar (Straight Engine)



Gambar 2.7. Mesin Inline tipe

Dalam konfigurasi sebuah mesin, mesin segaris adalah sebuah mesin pembakaran dalam yang semua silindernya terletak segaris seperti gambar 2.7. Mesin seperti ini sudah banyak digunakan di dunia otomotif, penerbangan, dan lokomotif. Mesin segaris lebih mudah dibuat dari mesin jenis lainnya, seperti mesin flat atau mesin V karena hanya membutuhkan satu cabang silinder dan crankshaft. Mesin ini juga membutuhkan cylinder head dan camshaft yang lebih sedikit. Tipe ini banyak dipakai di mesin mesin yang kita gunakan seperti Mesin Mobil Toyota Avanza, Kijang Innova, Suzuki Carry, Mitsubishi Kuda dan lain lain. sedang dalam mesin dieselnnya seperti Isuzu Panther, Pajero, Everest, Captiva diesel dan lain lain. Mesin Tipe Inline sejajar memiliki konfigurasi 2,3,4,6 ataupun 8 silinder. Mesin jenis ini memiliki keuntungan dari segi kemudahan dalam hal segi konstruksi dan pembuatan. Selain itu tipe mesin dapat dibuat kompak sehingga menguntungkan pada penempatan di dalam kabin mesin. Tentunya kalau ada keuntungan pasti ada kerugiannya, ya kerugian mesin jenis ini bila semakin banyak silindernya maka makin sulit dicapai keseimbangan (balance dari mesin itu sendiri).

2. Mesin V (V Engine)



Gambar 2.8. Mesin V tipe

Sesuai namanya maka mesin ini berbentuk seperti huruf V seperti pada gambar 2.8. Dimana memiliki sudut tertentu, Cara termudah melihatnya coba anda amati motor Harley davidson. Ya itu adalah mesin tipe V. Mesin V pertama kali dipatenkan oleh Karl Benz pada tahun 1896), Dalam perkembangnya penamaan mesin V sesuai jumlah silindernya, V2 untuk 2 silinder, V4, V6, V8, V10, V12,V16, V18,V20, bahkan sampai ke V24 (24 silinder). Mesin V memiliki Nilai gravitasi yang lebih rendah dan penggunaan pada mesin dengan silinder yang lebih banyak akan menghasilkan torsi maksimum yang lebih besar daripada mesin inline pada kapasitas mesin dan tehnologi yang sama.

3. Mesin W



Gambar 2.9. Mesin W tipe

Pada gambar 2.9. Adalah Tipe mesin dengan pengaturan menyerupai huruf W, Pemakaian pertama digunakan pada sepeda motor Anzani pada tahun 1906. Pada Perkembangannya Pabrikan yang banyak mengembangkan Mesin Tipe W adalah Group Volkswagen. Seperti Penamaan pada mesin konfigurasi V dalam Konfigurasi W penamaan juga sesuai dengan jumlah silindernya misalnya saja Mesin W8 digunakan pada VW Passat, W12 Pada Mesin VW Phaeton, Toureg, Bentley Continental GT. Puncak Perkembangan Mesin W terjadi pada tahun pada tahun 2006, dengan dikeluarkannya mesin W16 kapasitas 8 liter yang dipasangkan pada mesin Bugatti Veyron. dilengkapi dengan 4 buah Turbo charger dan menghasilkan tenaga 1000Ps/6000 rpm.

4. Mesin X



Gambar 2.10. Mesin X tipe

Bila Sebuah Mesin W dikembangkan dari mesin V maka pada mesin jenis X ini merupakan gabungan mesin V blok horizontal menentang satu sama lain. Jadi, silinder tersebut diatur dalam empat bank, dilihat silinder depannya ini akan muncul sebagai X seperti yang ada pada gambar 2.10. Konfigurasi ini sekarang sangat jarang ditemukan, terutama karena berat dan kompleksitas dibandingkan dengan mesin tipe biasa. Kebanyakan contoh mesin X ada dan dipergunakan pada era Perang Dunia II, dan dirancang untuk pesawat militer besar. Sebagian besar adalah X-24s berdasarkan ada V-12s. sedangkan pengembannya sebagian diantaranya adalah Ford, X-8 prototipe tahun 1920, Daimler-Benz DB 604, yang dikembangkan untuk program Bomber B Luftwaffe (angkatan Udara Jerman Pimpinan Goering) Isotta-Fraschini Zeta R.C. 24/60, dikembangkan untuk

Caproni F6 tempur, (1943) Rolls-Royce Exe, sebuah lengan katup mesin prototipe berpendingin udara.

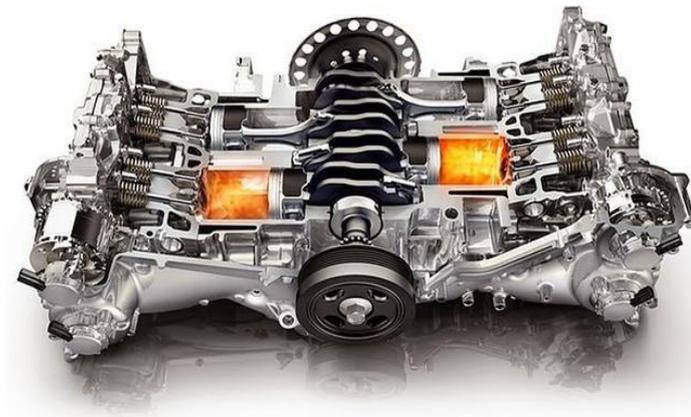
5. Mesin U



Gambar 2.11. Mesin tipe U

Mesin jenis ini adalah seperti dua buah mesin inline sejajar yang akan tampak seperti huruf U terlihat pada gambar 2.11. Kedua mesin ini memiliki poros engkol sendiri sendiri yang kemudian dihubungkan dengan yang lain dengan gear atau rantai, mesin ini akhirnya juga tidak berkembang karena lebih berat dan kompleks. Contoh penggunaan mesin U adalah pada sepedamotor Ariel Square Engine (1931-1959). Desain ini dihidupkan kembali sebagai versi dua-stroke pada beberapa motor Suzuki balap, dan selanjutnya diproduksi massal menjadi Suzuki RG500. Walaupun beberapa mesin jenis U berhasil dalam Dunia balap, tetapi pada perkembangannya tidak begitu laku dalam produksi massal.

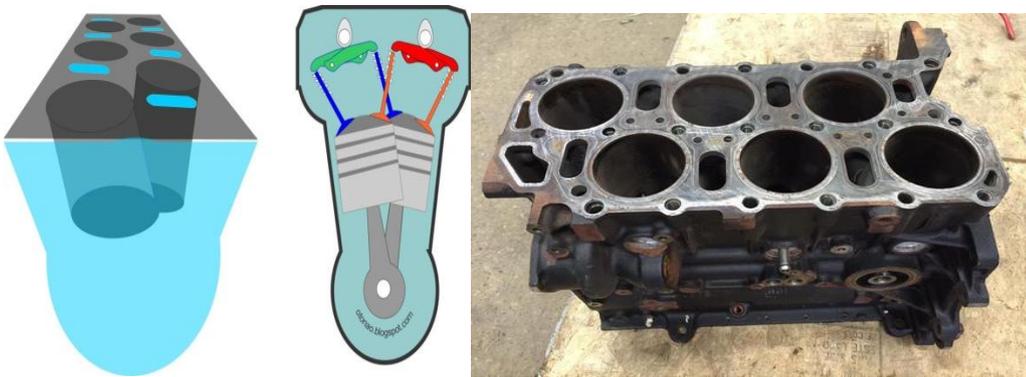
6. Mesin Flat/Boxer



Gambar 2.12. Mesin flat/Boxer tipe

Mesin flat pertama dipatenkan oleh ahli teknik Jerman Karl Benz. Mesin flat (juga dikenal dengan mesin boxer) terlihat pada gambar 2.12. Adalah sebuah konfigurasi mesin pembakaran dalam yang pistonnya bergerak secara horizontal. Crankshaftnya ada satu dan silindernya diletakkan di sisi kiri dan kanan, membentuk sudut 180 derajat. Konsep mesin ini sendiri ditemukan oleh ahli teknik Jerman Karl Benz tahun 1896, 8 tahun setelah ia menemukan mobil pertamanya yang sukses.

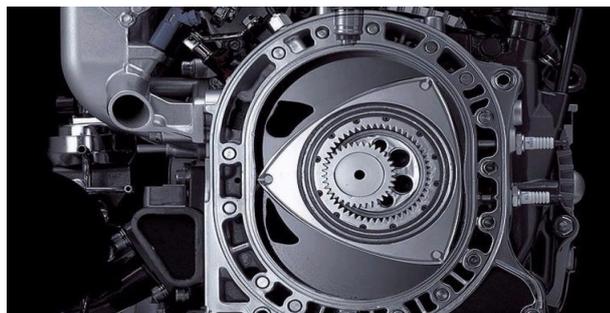
7. Mesin VR6



Gambar 2.13. Mesin VR6`

Mesin VR6 adalah konfigurasi mesin pembakaran dalam yang terdiri dari 6 silinder terlihat di gambar 2.13. Mesin ini dikembangkan oleh produsen Jerman Grup Volkswagen di akhir 1980-an. Mesin ini mirip dengan Mesin V, hanya saja antar cabang silindernya dibuat sudut lebih lancip, sekitar 10.6 atau 15 derajat - dibandingkan dengan sudut 45°, 60°, atau 90° seperti yang biasa ditemukan di mesin V.

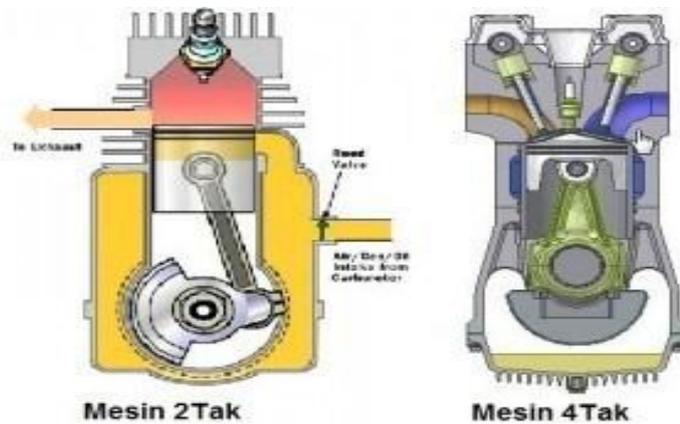
8. Mesin Wankel / Rotary Engine



Gambar 2.14. Mesin Rotary tipe

Mesin wankel atau disebut juga mesin rotary adalah mesin pembakaran dalam yang digerakkan oleh tekanan yang dihasilkan oleh pembakaran diubah menjadi gerakan berputar pada rotor yang menggerakkan sumbu seperti pada gambar 2.14. Mesin ini dikembangkan oleh insinyur Jerman Felix Wankel. Dia memulai penelitiannya pada awal tahun 1950an di NSU Motorenwerke AG (NSU) dan prototypenya yang bisa bekerja pada tahun 1957. NSU selanjutnya melisensikan konsepnya kepada beberapa perusahaan lain di seantero dunia untuk memperbaiki konsepnya. Karena mesin wankel sangat kompak, ringan, mesin ini banyak digunakan pada berbagai kendaraan dan peralatan seperti pada mobil balap, pesawat terbang, go-kart, speed boat.

Silinder motor 4 tak dimana dari titik mati atas sampai titik mati bawah tidak terdapat lubang bahan bakar dan gas buang melainkan mekanisme katup yang mengatur bahan bakar dan gas buang. Sedangkan Silinder blok motor 2 tak berbeda bentuknya dengan motor 4 tak dimana untuk motor 2 tak bentuk silinder antar titik mati atas dan titik mati bawah terdapat lubang atau saluran gas buang dan gas baru dan saluran bilas sehingga tidak memiliki mekanisme katup seperti pada motor 4 tak, terlihat seperti gambar 2.15 di bawah.



Gambar 2.15. Motor bakar 2 tak dan 4 tak

2.6.4. Blok silinder satria 2 tak



Gambar 2.16. Blok silinder Satria 2 tak

Silinder blok satria 2 tak pada gambar di atas 2.16 merupakan tipe blok silinder tunggal dengan 1 piston memiliki kapasitas 120 CC dan memiliki liner tipe kering dengan Teknologi sistem pendinginan udara Jet Cooled, yang telah terbukti baik dalam melepaskan panas mesin ke udara bebas.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

3.1.1. Tempat

Proses pengecoran blok silinder ini dilakukan di Laboratorium Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik UMSU.

3.1.2. Waktu

Proses pengecoran dilaksanakan selama 6 bulan mulai dari perencanaan blok silinder, pembuatan cetakan pasir, dan proses penuangan logam. Selanjutnya melaporkan hasil pengecoran kepada dosen pembimbing, kemudian penyusunan laporan sampai dinyatakan selesai.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Uraian kegiatan	waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul						
2	Studi literatur						
3	Persiapan alat dan bahan						
4	Pelaksanaan pengecoran						
5	Finising pengecoran						
6	Asistensi dan perbaikan						

3.2. Bahan Dan Alat

3.2.1. Bahan

A. Aluminium.

Bahan yang di gunakan menjadi bahan baku blok silinder adalah aluminium bekas. Aluminium yang di peroleh dari limbah *case fuel filter* kendaraan berat. Blok silinder yang akan di cor merupakan blok silinder satria 2 tak.



Gambar 3.1. Aluminium bekas

Untuk mendapatkan bahan aluminium tidak sulit kita dapat mencari di pengumpul logam di sekitar kita dan harga nya lebih terjangkau seperti gambar 3.1. Aluminium adalah unsur kimia . lambang aluminium adalah Al dan nomor atomnya 13. memiliki titik didih 660,32 °C.

B . Pasir Silika



Gambar 3.2. Pasir silika

Pada gambar 3.2. Pasir silika sering di gunakan sebagai bahan baku pembuatan kaca, keramik dan juga sebagai filter air. Pasir silika adalah salah satu mineral yang umum di temukan di kerak kontinen bumi. Mineral ini memiliki struktur kristal heksagonal yang terbuat dari silika trigonal terkristalisasi (silikon dioksida, SiO_2) dengan sekala kekerasan Mohs 7 dan densitas 2,65 g/cm^3 . memiliki titik lebur 17150 C dan daya bentuk yang mudah bentuk sehingga dapat berfungsi sebagai bahan dasar cetakan coran logam.

C. Bentonite



Gambar 3.3. Bentonite

Bentonite dalam ilmu mineralogi tergolong dalam kelompok besar tanah lempung. Bentonit terbentuk dari transformasi hidrotermal abu vulkanik. Dalam pengaplikasiannya bentonite sering di gunakan pada pembuatan pelet biji besi, konstruksi dan teknik sipil serta sebagai bahan tambah pembuatan deterjen juga kertas. sedangkan di bidang industri pengecoran bentonite digunakan sebagai material pengikat pada persiapan cetak pasir yang digunakan untuk mencetak besi, baja, dan pengecoran non besi seperti gambar 3.3. Sifat bentonite menghasilkan pasir cetak dengan kemampuan mengalir dan memadat yang baik serta setabil pada suhu tinggi.

D. Gula Tetes Tebuh



Gambar 3.4. Gula tetes tebuh

Molase merupakan produk sampingan dari industri pengolahan gula tebu atau gula bit yang mengandung gula dan asam-sama organik dapat dilihat pada gambar 3.4. Mengandung sukrosa yang cukup tinggi berkisar 48-55 % sehingga dapat digunakan sebagai sumber untuk pembuatan etanol, alkohol dan MSG. Dalam proses pembuatan Cetakan yang menggunakan gula tetes tebu memiliki cacat coran yang paling sedikit dan nilai kekerasan yang paling tinggi bila dibandingkan variasi tetes gula yang lain.

3.2.2. Alat

A. Blok Mesin



Gambar 3.5. Blok mesin Satria 2 tak

Pada gambar 3.5. Blok mesin satria akan di gunakan untuk memperoleh ukuran dimensi pola dengan cara dipotong menjadi 2 bagian sebagai mold bentuk cetakan pasir dan di lepaskan setelah cetakan pasir mengeras.

B. Kotak Cetakan



Gambar 3.6. Kotak Molding

Pada gambar 3.6. Sebuah kotak molding multi-bagian (dikenal sebagai labu casting bagian atas dan bawah yang dikenal masing-masing untuk mengatasi tarikan) untuk menerima pola.kotak molding dibuat dalam bentuk terkunci satu sama lain bagian dasar kotak di isi dengan pasir yang telah di haluskan dengan peroses penyaringan, dipadatkan dan di keringkan hingga mengeras agar tahan saat penuangan, kotak moldi yang di gunakan berukuran panjang 245mm, lebar 290 mm,dan tinggi 123.

C. Timbangan



Gambar 3.7. Timbangan

Pada gambar 3.7. Timbangan di gunakan untuk mengukur berat pasir, bentonite dan gula tetes tebu untuk mengetahui perbandingan campuran yang di gunakan sehingga pasir dapat menjadi mampu bentuk dan mengeras dengan baik. Sebelum menggunakan timbangan usahakan mengecek sekalah yang tercantum apakah sesuai pada angka nya apa bila tidak sesuai silakan lakukan kalibrasi/penyetelan agar hasil ukuran lebih akurat.

D. Ayakan Pasir



Gambar 3.8. Ayakan pasir

Ayakan pasir digunakan untuk menyetarakan ukuran partikel yang halus dengan yang kasar juga berfungsi sebagai pembersih pasir dari sampah yang terbawa dengan pasir seperti gambar 3.8. Ayakan yang digunakan dalam proses pengecoran blok silinder ini menggunakan mesh 50 sehingga permukaan dari hasil corcoran tidak berpori.

E. Tanur Atau Tengku Lebur



Gambar 3.9. Gambar tanur tipe krusibel angkat

Pada gambar 3.9. Tungku lebur atau di sebut tanur lebur ini menjadi bagian penting dalam proses pengecoran logam. Tanur atau tungku lebur berfungsi untuk melebur material almunium atau logam lainnya sampai ketitik lebur. tungku lebur memiliki 3 jenis tungku lebur yaitu:

- a. krusibel angkat (life-out crucible)
- b. pot tetap (stationary pot)
- c. dapur tukik (tilting – pot furnance

F. Sarung Tangan



Gambar 3.10. Sarung tangan

Pada gambar 3.10. Sarung tangan yang di gunakan menggunakan sarung tangan yang dapat menahan panas agar melindungi kulit dari sentuhan langsung benda panas yang dapat menimbulkan luka bakar.

G. Alat Ukur

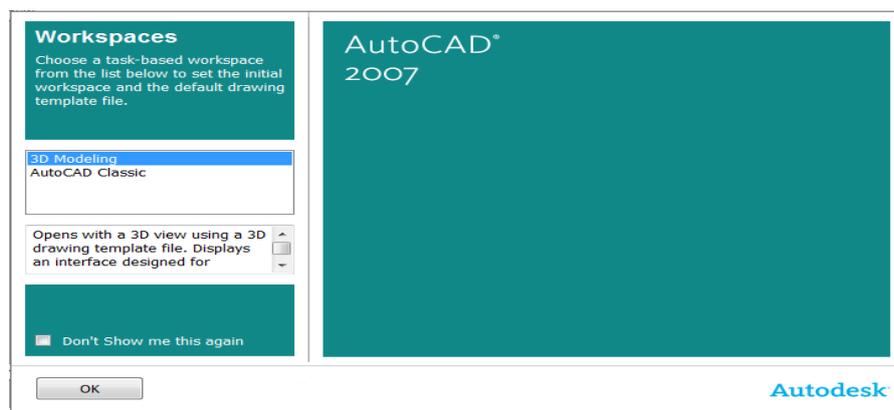


Gambar 3.11. Termometer laser dan jangka sorong

Termometer laser berfungsi untuk mengukur suhu benda yang akan di ukur dengan jarak jangkauan yang jauh tanpa melakukan sentuhan pada benda kerja sehingga dapat mengukur suhu yang tinggi dari jarak yang aman.

Jangka sorong berfungsi mengukur dimensi panjang, diameter luar diameter dalam dan kedalaman lubang dengan keakuratan sampai 0,05 mm dapat dilihat pada gambar 3.11.

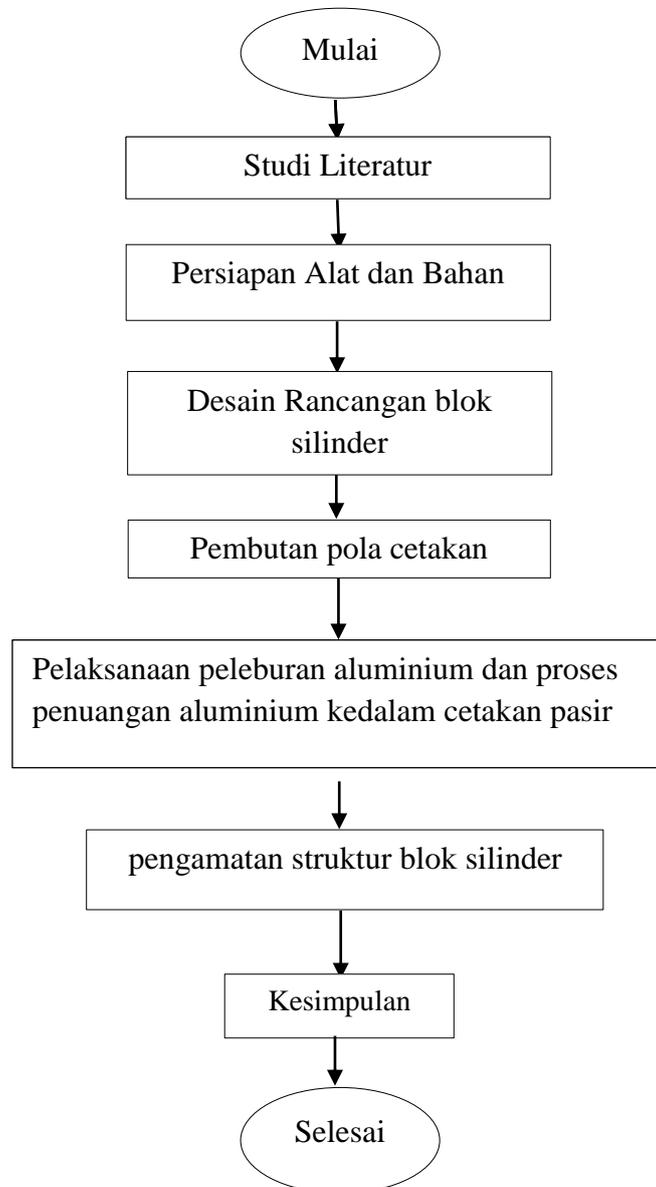
H. Software Autocad



Gambar 3.12. Software Autocad

Pada gambar 3.12. Software autocad berfungsi menggambar objek dengan pandangan 2D dan 3D dengan ukuran dan skala.

3.3. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.13. Bagan alir penelitian

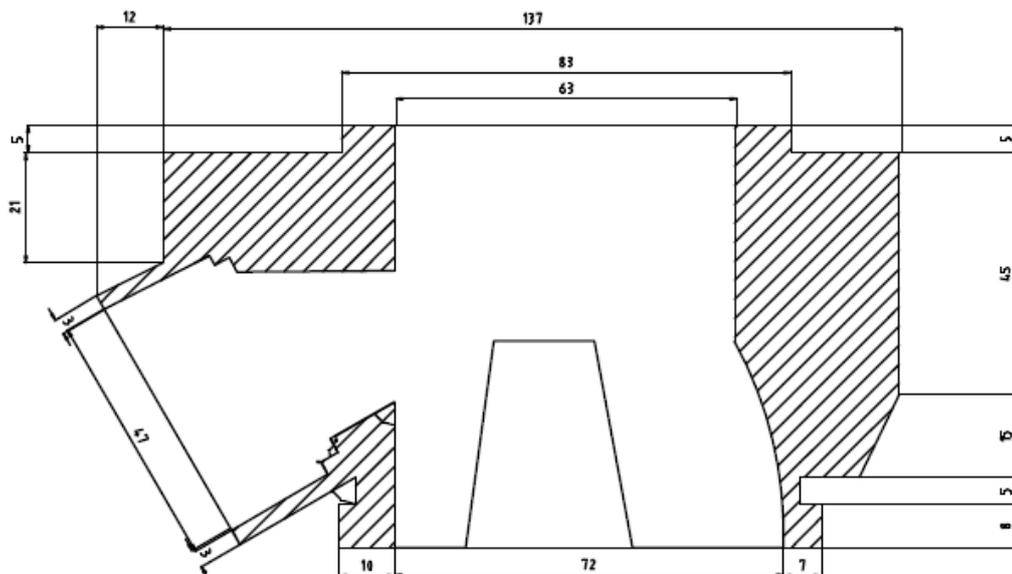
3.4. Pembuatan Pola Cetakan Pasir

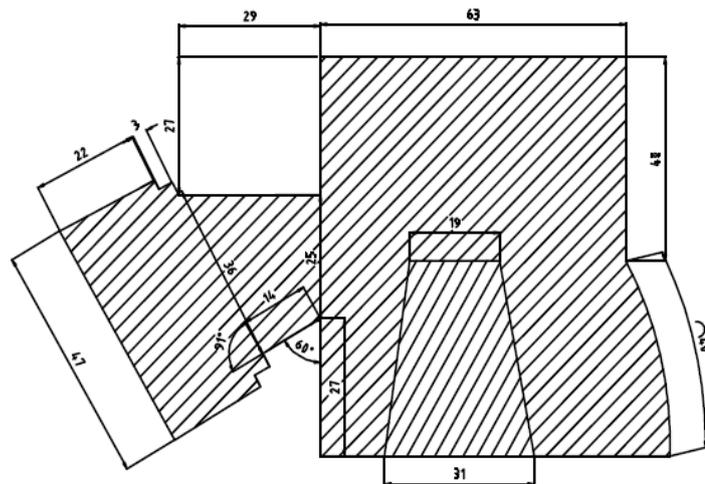
Untuk pembuatan pola cetakan pasir dapat memanfaatkan limbah blok lama yang di belah menjadi 2 bagian untuk memperoleh ukuran dimensi luar dan dalam seperti gambar 3.14.



Gambar 3.14. Blok silinder yang terpotong

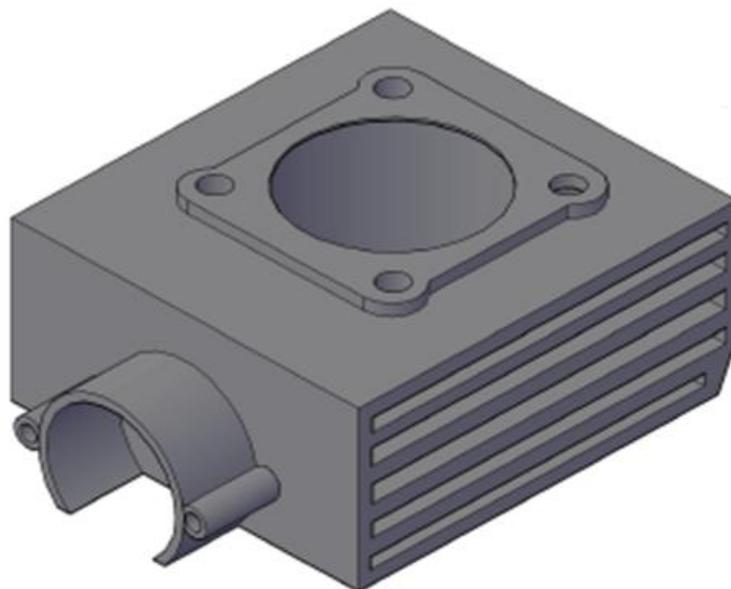
Setelah blok terpotong dapat diambil ukuran diameter dalam untuk pembuatan inti silinder dan dua potongan blok ini di gunakan sebagai mal pada cetakan pasir, dilihat dari tampang sisi dalam di peroleh ukuran sebagai gambar berikut.





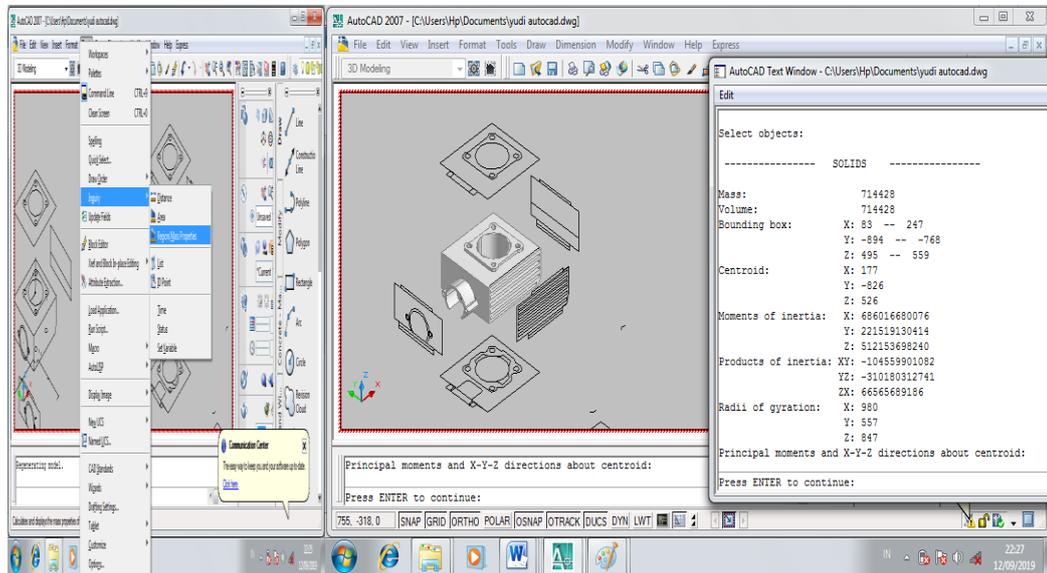
Gambar 3.15. Gambar Autocad 2D

Seperti gambar 3.15. Setelah digambarkan dalam bentuk auto cad dan memperoleh ukuran yang sesuai pada benda kerja kita dapat menduplikat cetakan inti dengan menggabungkan sisi kiri dan kanan blok silinder yang dipotong .



Gambar 3.16. Pola blok silinder 3D

Seperti gambar3.16.Dari gambar auto cad 3D kia dapat menentukn volume benda yang akan di cor setelah gambar nyata kita dapat menggunakan fungsi pada tool bar di Software Autocad .



Gambar 3.17. proses mendapatakn volume blok silinder dari Software Autocad

- Klik menu tool dan pilih fungsi inquiry.
- Klik region / mass properties .
- Klik objek gambar dan tekan enter.

Maka secara otomatis volume benda akan diketahui di menu baru untuk cetakan diperoleh volume sebanyak 714428 mm³ dapat dilihat pada gambar 3.17.

3.5. Membuat Cetakan Pasir

1. Proses Pengayakan Pasir



Gambar 3.18 Proses mengayak pasir

Pasir silika di bersikan dan di setarakan ukurannya dengan menggunakan ayakan pasir menggunakan mesh 50 terlihat pada gambar 3.18. Pastikan tidak ada sampah yang terikut pada pasir yang dapat menimbulkan rongga saat terkena tempratur tinggi, gunakan wadah yang tinggi sehingga pasir tidak tertiuap terbawa angin.

2. Proses Penakaran Pasir



Gambar 3.19. Proses penakaran pasir silika

Seperti pada gambar 3.19. Setelah pasir di ayak selanjutnya pasir di timbang dan di beri perbandingan untuk pencampuran bahan pengikat cetakan pasir, perbandingan yang di gunakan 80 % untuk volume cetakan pasir, yang di gunakan sebanyak 14,4 Kg pasir silika ukuran mesh 50.

3. Proses Penakaran Bentonite



Gambar. 3.20. Proses penakaran Bentonite

Bentonit yang di peroleh masih berukuran kasar dan mesti dihaluskan dengan cara di giling sampai menjadi tepung bentonite. Selanjutnya bentonite di

timbang sesuai perbandingan campuran yang di gunakan untuk pasir 14,4 kg bentonit yang di perlukan sebanyak 20 % maka bentonit yang kita gunakan sebanyak 3,6 kg terlihat pada gambar 3.20.

4. Proses Pencampuran Pasir Dengan Bentonit



Gambar. 3.21. Proses pencampuran pasir dan bentonite

Pasir dan bentonite yang sudah ditakar dicampur dan diaduk secara manual menggunakan tangan hingga merata, setelah merata campuran akan ditambahkan air dan gula tetes sebagai pengikat dan pengerasterlihat pada gambar 3.21.. Penambahan bentonit dan air dimasukan secara bertahap agar tidak terjadi gumpalan pasir yang mengeras sebelum dimasukan dalam cetakan.

5. Proses Penakaran Gula Tetes



Gambar 3.22. Proses penakaran gula tebu

Pasir yang sudah menyatuh dengan bentonit akan di campur dengan gula tetes dengan perbandingan 4,5% maka gula tebu yang di pakai sebayak 0.81 kg

terlihat pada gambar 3.22 , gula tetes tebu dapat merekatkan campuran pasir dan menambah kekerasan cetakan pasir sehingga cetakan dapat diangkat dan dipindahkan ketempat dapur lebur.

6. Proses Pencampuran Gula Tetes Tebu



Gambar 3.23. Proses pencampuran gula tetes tebu

Pada gambar 3.23. Pasir yang sudah tercampur merata dengan bentonite lalu diberi zat tambahan gula tetes secara bertahap hingga merata dan pasir berwarna kecoklatan , setelah merata pasir diberi air sebanyak 0,72 kg agar bentonit dan gula tetes dapat merekat dan mudah di bentuk. Dalam kondisi ini pasir sudah siap di gunakan untuk di masukan dalam cetakan.

7. Proses Pemadatan Pasir Ke Mol Cetak



Gambar 3.24. Proses pemadatan pasir ke dalam mol

Sebelum pasir di masukan kedalam mol / cetakan, mol dan blok mesin yang digunakan sebagai cetakan terlebih dahulu diberi bedak agar saat ditarik pasir

tidak lengket pada blok.masukan pasir menggunakan tangan kedalam cetakan Agar cetakan presisi padatkan pasir dengan menggunakan palu, pukul permukaan pasir pada cetakan Sampai permukaan cetakan rata seperti gambar 3.24.

8. Proses Pencabutan Blok Dari Cetakan



Gambar 3.25. Proses pengangkatan blok

Pada gambar 3.25. Setelah pasir padat biarkan cetakan selama 10 menit agar sedikit mengeras. Angkat blok yang tertanam dicetakan secara perlahan agar pinggiran mal tidak hancur. Jemur kembali cetakan pasir dibawah terik matahari agar mengers dan kering selama 5 jam. Setelah mengeras mal pasir dapat dibuka agar bagian yang tertutup juga terkena panas.

9. Proses Pelepasan Cetakan Pasir Dari Mal



Gambar 3.26 Hasil cetakan pasir

Pada gambar 3.26. Setelah dijemur dan dibuka mal, cetakan pasir dicek dari cacat pembentukan agar saat di tuang aluminium bentuk tidak cacat, dan bersikan sisah pasir yang tidak melekat pada cetakan pasir dengan kuas kecil . cetakan pasir untuk pembuatan blok terdiri dari 3 sisi diantaranya sisi blok kanan, sisi blok kiri dan bagian inti untuk lubang liner dan akan di satukan menjadi cetakan blok.

3.6. Melebur Aluminium

1. Proses memasukan bahan aluminium



Gambar 3.27. Proses memasukan aluminium kedalam tungku lebur

Terlihat pada gambar 3.27. Aluminium yang akan di masukan ke tungku lebur sebanyak 3 kg, Aluminium yang di lebur sebelumnya di bersikan dari kotoran sisah-sisah minyak dan tanah yang melekat di karenakan dapat mempengaruhi struktur aluminium yang akan terlebur.

2. Proses Penyalaan Barner



Gambar 3.28. Proses pemasangan regulator gas

Pasang regulator gas ke tabung gas di karenakan tungku lebur yang digunakan memanfaatkan nyala api yang dihasilkan dari bahan bakar gas terlihat pada gambar 3.28. Check regulator dan sambungan selang dari kebocoran gas. Apabila telah terpasang dengan baik maka nyalakan barner dengan membuka keran gas secara pelan.

3. Proses Peleburan



Gambar 3.29. Aluminium mulai mencair

Panas yang dihasilkan perlahan akan meleleh/melebur aluminium sampai aluminium mencapai temperatur lebur 660°C dalam waktu 3 jam dan Aluminium yang padat menjadi cairan panas yang siap untuk di tuang ke dalam cetakan namun dalam kondisi ini masih terdapat bahan yang mesti di angkat di karenakan sampah yang terikut logam tidak dapat ter lebur terlihat pada gambar 3.29.

4. Proses Pengambilan Dross



Gambar 3.30. Pengambilan dross yang terlebur dalam aluminium

Setelah logam mencair di atas permukaan cairan aluminium akan menggumpal kerak atau padatan yang disebut dross yang terjadi saat titik lebur terendahnya. Dross terdiri dari pengotor hal ini akan mengganggu proses penuangan yang dapat menyumbat dalam cetakan dan hasilnya blok akan terisi rongga- rongga udara. Untuk mengangkat sampa dapat di gunakan adukan dan membuangnya pada tempat yang aman terlihat pada gambar 3.30.

5. Proses Pengukuran Suhu Tuang



Gambar 3.31. Proses pengambilan tempratur suhu tuang

Gunakan sarung tangan anti panas di karenakan suhu tungku yang sangat tinggi dan untuk menghindari percikan aluminium yang dapat memberikan luka bakar tinggi seperti pada gambar 3.31. Untuk pengambilan data tempratur menggunakan termometer digital dikarenakan keakuratan dan jarak yang di ambil dari benda yang diukur dapat jauh. Suhu tungku penuangan di peroleh 671°C agar melebihi suhu lebur aluminium sehingga tidak terjadi pembekuan awal pada proses penuangan di ujung tanur.

6. Proses Penyatuan Cetakan



Gambar 3.32. Cetakan pasir

Bagian kiri dan bagian kanan blok selindr di satukan menggunakan besi berulir agar menyatu dan tidak bergeser saat proses penuangan dan aluminium tidak keluar dari sisi sambunga, Pastikan letak liner berada di tengah agar saat pemasangan liner tidak miring/condong ke satu sisi.beri pasir silika di bawah cetakan agar tumpahan aluminium cair tidak jatuh mengenai lantai langsung terlihat pada gambar 3.32.

7. Proses Penuangan



Gambar 3.33 Penuangan Aluminium ke cetakan pasir

Terlihat pada gambar 3.33 Dari tungku lebur aluminium diambil ke wadah penung agar aluminium tidak cepat membeku wadah tuang dipanaskan terlebih dahulu agar aluminium tidak mengeras pada wadah penuang. Gunakan sarung tangan wadah penuang memiliki suhu yang cukup panas dan aluminium yang akan dituang memiliki temperatur yang sangat tinggi yang dapat menghasilkan luka bakar serius. Penuangan aluminium tidak boleh terlalu tinggi dikarenakan suhu aluminium dapat berkurang terkena udara dan cetakan sehingga mengeras sebelum masuk cetakan . tinggi penuangan $\pm 5-10$ cm.

8. Proses Pembongkaran Cetakan Pasir



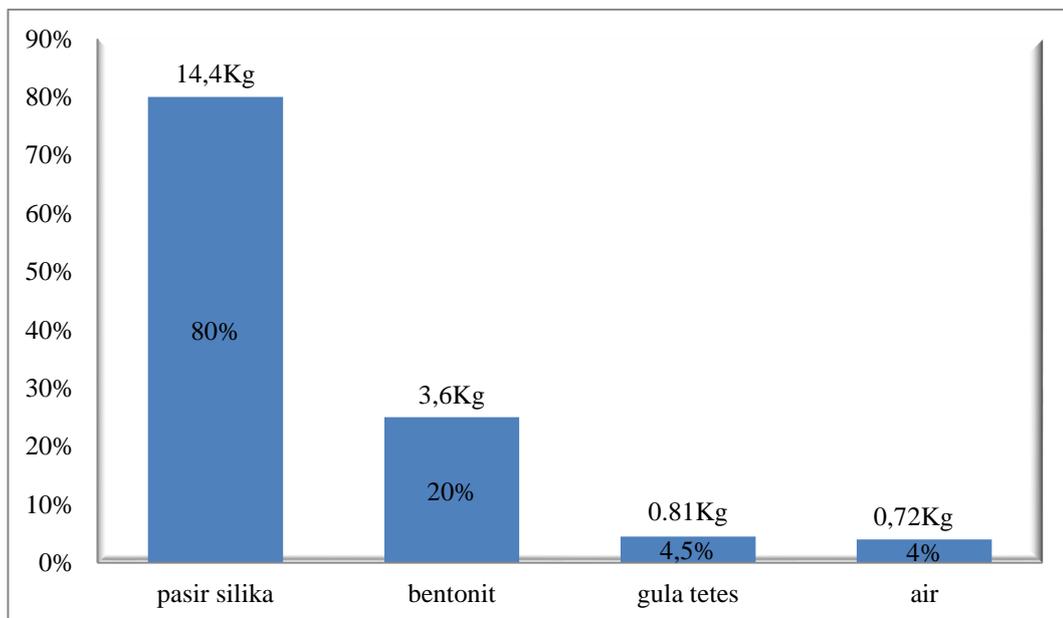
Gambar 3.33. Pembongkaran cetakan pasir

Setelah dituang dan dibiarkan selama 15 menit cetakan dapat dibongkar , gunakan pahat kecil atau obeng ketok untuk memecahkan cetakan pasir yang keras, jangan pegang benda kerja dengan tangan dikarenakan benda kerja masi memiliki suhu yang panas, gunakan sarung tangan tahan panas guna menghindari benda kerja yang panas, dan kacamata agar tidak terkena serpihan pasir seperti gambar 3.33.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perbandingan Campuran Cetakan Pasir

Pembuatan cetakan yang berdasarkan teori yang dicantumkan sebelumnya masih memiliki kelemahan dimana cetakan tersebut tidak dapat di angkat walapun dimensi mol terbentuk di karenakan cetakan tersebut kurang keras dan mudah retak saat menerima tekanan atau saat di pindahkan. Sehingga dilakukan beberapa penambahan dan perbandingan campuran bahan pengikatan utuk mendapatkan kekerasan yang tepat pada cetakan. Dan di dapatkan perbandingan yang sesuai untuk proses pengecoran blok silinder ini yaitu seperti grafik 4.1.



Gambar 4.1. Grafik perbandingan bahan cetakan pasir

Dari campuran bahan cetakan pasir di atas dapat menghasilkan cetakan kering sehingga saat penarikan pola cetak pasir, tidak merusak pola yang terbentuk, dan dapat menahan laju aliran aluminium cair, panas dari aluminium membuat cetakan lebih keras dan dapat mempertahankan pola blok mesinnya saat proses penuangan. Tinggi penuangan sangat penting di perhatikan di karenakan aluminium dengan cepat membeku saat terkena udara atau benda kerja yang memiliki temperatur yang rendah.



Gambsar 4.2. Cetakan pasir yang mengeras setelah penuangan

Pada gambar 4.2. Cetakan yang telah di hancurkan dapat di gunakan kembali dengan cara menggiling kembali pasir hingga halus dan memberi air sehinga dapat merekat membentuk mal yang baru. Cetakan pasir ini dapat menghemat dana pembuatan blok slinder sehingga cukup ekonomis.

4.2 Suhu Tungku Lebur

Saat aluminium mulai mencair mendekati titik lebur tempratur harus di perhatikan agar tidak melebihi suhu yang dapat mengakibatkan aluminium menghasilkan gas H_2 yang dapat menimbulkan gelembung udara pada blok selinder. Gas H_2 juga di pengaruhi dari kelembapan peralatan juga bahan baku yang terlalu tinggi namun untuk mengurangi timbulnya gas H_2 yang berlebihan maka tempratur di jaga agar tidak melebihi $770^{\circ}C$.

tabel 4.1 Pengamatan suhu tungku lebur

No	Tempratur pada tungku lebur	Keterangan
1		<p>Pada suhu $559,4^{\circ}C$ Aluminium mulai mencair dari kondisi padat namun belum dapat dituang dikarenakan aluminium belum mencair seluruhnya dapat menyumbat alisan pada pola.</p>

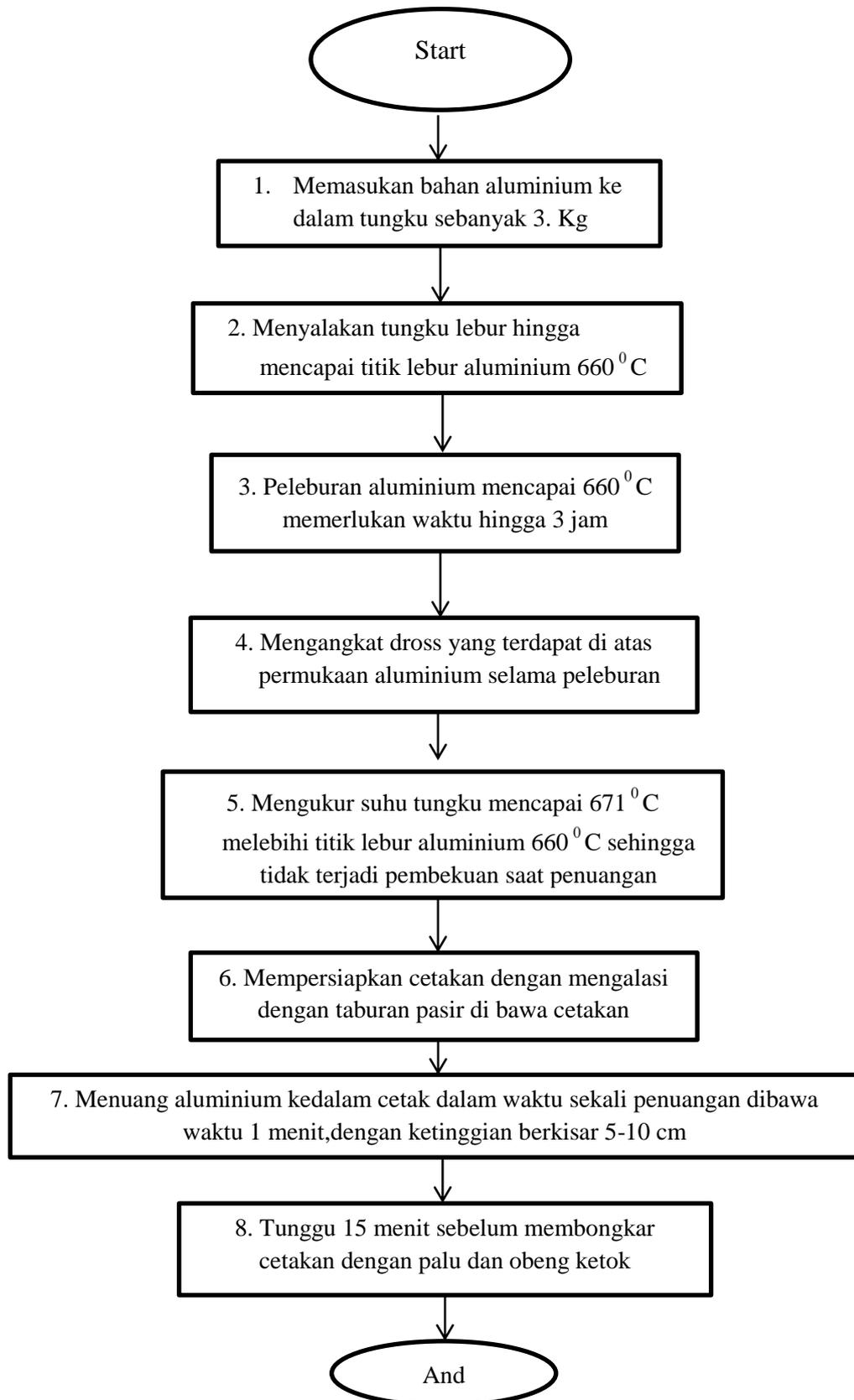
2		<p>Pada suhu 574,1°C aluminium mencair separuhnya seluruhnya namun di atas permukaan aluminium terdapat sampah atau material kotor yang tidak ikut melebur sehingga mesti di ambil agar tidak mengganggu proses penuangan.</p>
3		<p>Pada suhu 671°C aluminium mecair sepenuhnya dan dapat dilakukan proses penuangan dikarenakan material terlarut seutuhnya dan melebihi titik lebur aluminium.</p>

Suhu tungku lebur di tabel 4.1 tercapai dengan menggunakan barner berdiameter 5cm seperti gambar 4.3. Pembuka keran barner terbuka penuh dan pada regulator elpiji diputar separuh putaran sebagai pengaman. Dalam kondisi ini Waktu yang diperlukan selama peleburan mencapai 3 jam hingga mendapatkan suhu tuang aluminium kedalam cetakan.



Gambar 4.3. Barner

4.3. Diagram proses pengecoran

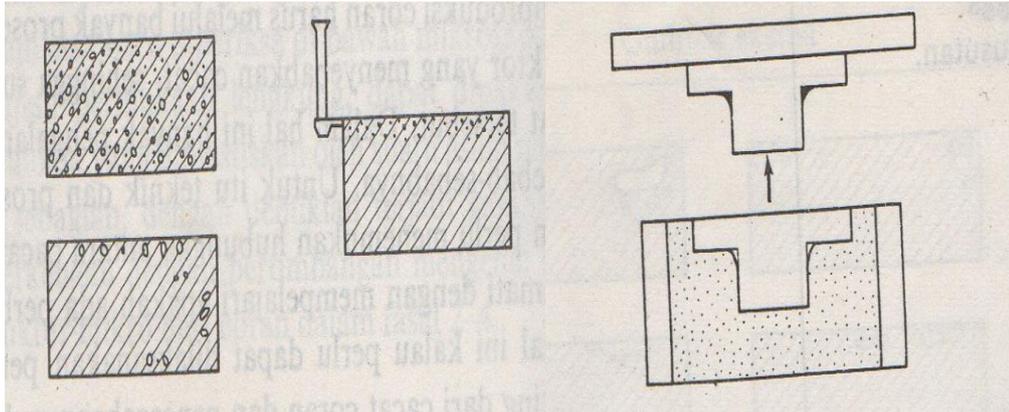


Gambar 4.4. Diagram proses pengecoran

4.4. Hasil Pengecoran Dan Persentasi Cacat Produk

Setelah melakukan beberapa proses dan dalam proses tersebut banyak faktor menyebabkan cacat, setelah di amati secara fisual dapat di lihat bahwa blok selinder masi memiliki kekurangan dalam bentuk di antaranya:

4.4.1. Cacat Lubang Jarum Dan Lekat



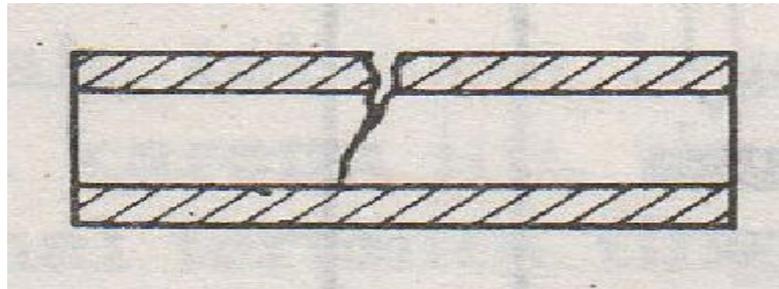
Gambar 4.5. Cacat lubang jarum dan pelekat

Setelah dibersihkan hasilnya blok sangat baik mengikuti bentuk cetakan namun kisi-kisi udara tidak dapat terbentuk dikarenakan cetakan tidak dapat membentuk kisi2 yang tipis dan memiliki pori2 yang cukup kasar, cacat tersebut disebabkan oleh pasir yang kurang menutupi pori-pori cetakan pasir yang memiliki ukuran 50 mesh terlihat pada gambar4.6. Sehingga mengikuti permukaan pola cetakan yang kasar saat pencabutan pola seperti gambar 4.5, mesti dilakukan finising dengan proses perbaikan visual permukaan produk.



Gambar 4.6. Cacat lubang jarum dan lekat pada blok silinder

4.4.2 Cacat Salah Alir Dan Sumbat Dingin



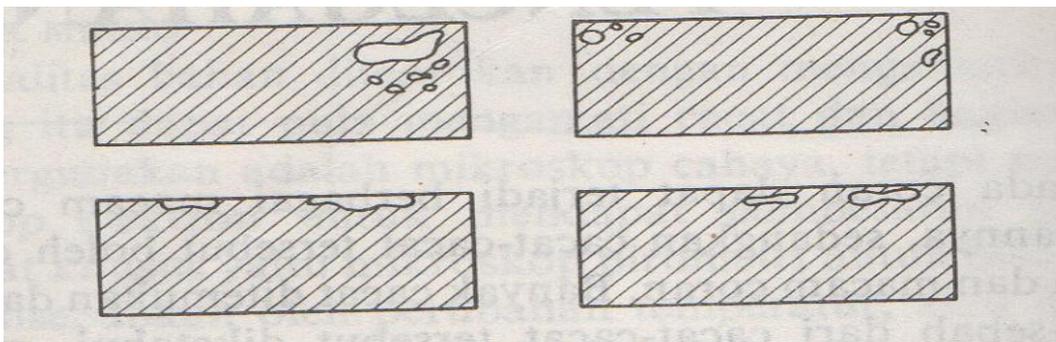
Gambar 4.7. Cacat salah alir dan sumbat dingin

Terdapat bagian yang tidak terisi aluminium dikarenakan udara yang terperangkap di ujung cetakan terlihat pada gambar 4.7. Rongga cetakan yang sempit dapat menahan udara keluar dari cetakan dan tertutup bahan aluminium dikarenakan penurunan suhu seperti gambar 4.8.



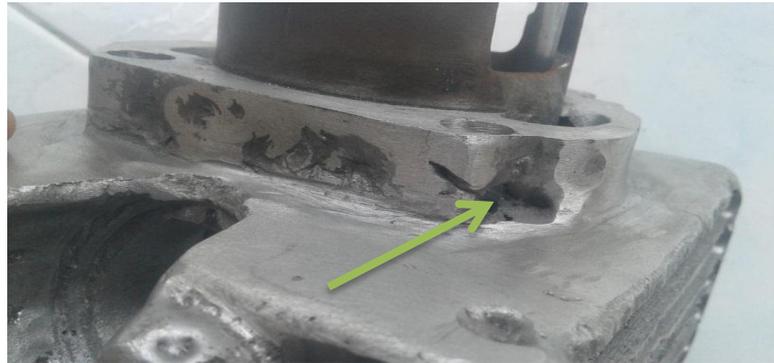
Gambar 4.8. Salah aliran dan sumbat dingin pada blok silinder

4.4.3 Cacat Rongga Udara



Gambar 4.9. Cacat rongga udara

Pada gambar 4.9. terjadi cacat rongga udara terjadi seperti gambar 4.10. Saat penuangan aluminium, volume yang terdapat di wadah penuang tidak seluruhnya tertuang ke dalam cetakan sehingga volume cetakan tidak sepenuhnya terisi dan mesti ditambah volumenya dari tuangan ke dua yang membuat aluminium cair pertama membentuk selaput, dikarenakan penurunan temperatur yang membedahkan tuangan ke 2 sehingga terdapat rongga yang tidak terisi aluminium cair, cacat ini dikarenakan lamanya proses penuangan.



Gambar 4.10. Cacat pada rongga udara pada blok silinder

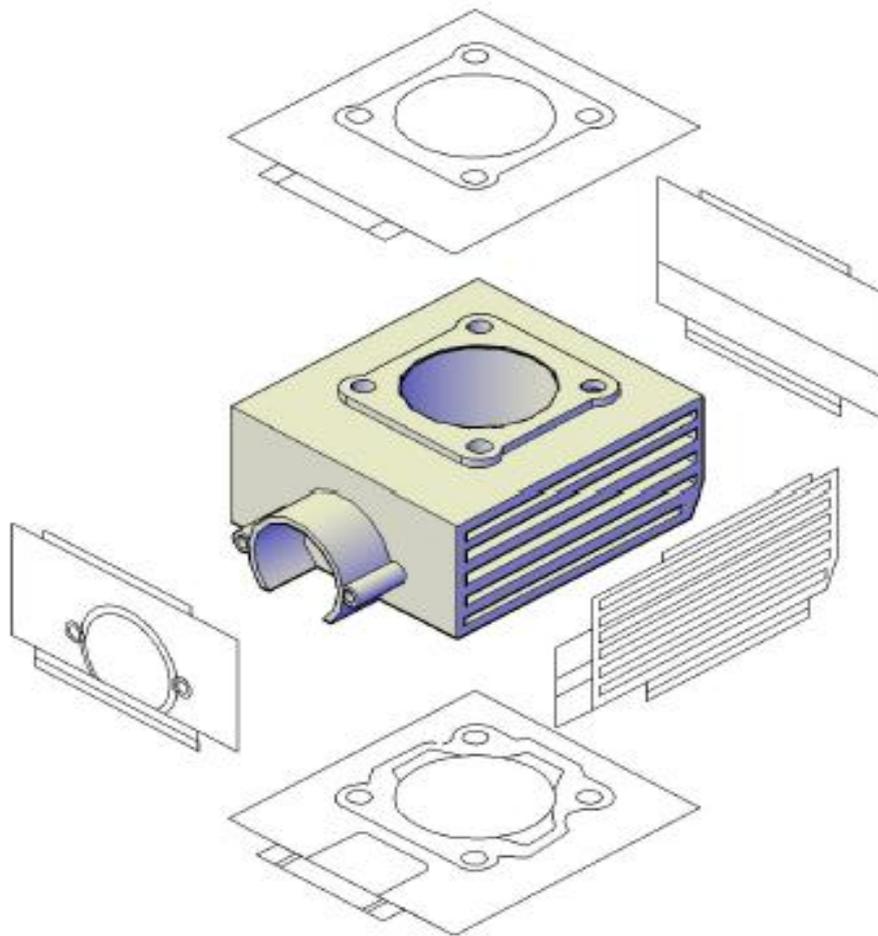
4.5. Dimensi Blok Setelah *Finising*

Proses *finising* harus dilakukan untuk menghasilkan jaminan kualitas meliputi proses permesinan.



Gambar 4.11. Blok silinder setelah *finising*

Pada gambar 4.11. Setelah proses *finising* untuk menghilangkan cacat secara visual, maka dari gambar di atas dapat diukur dimensi blok dan mengaplikasikan ke dalam autocad untuk mengukur susut pemakanan dalam proses *finising*.



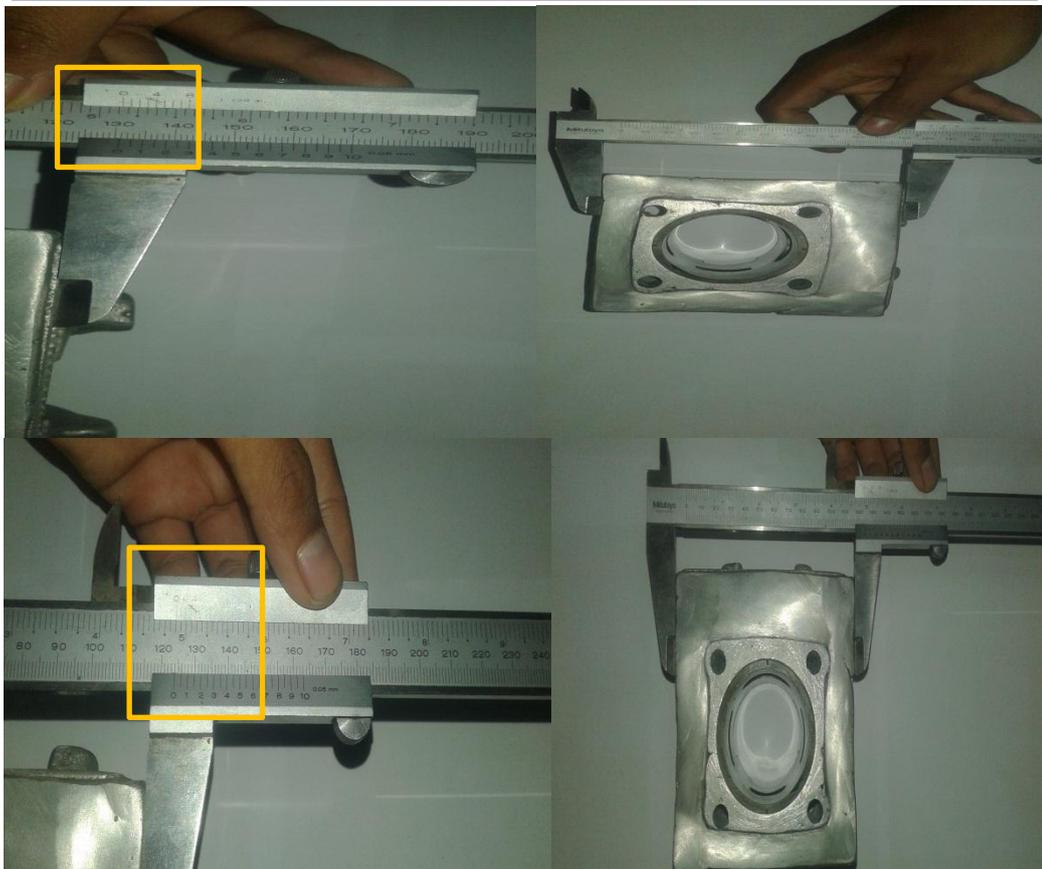
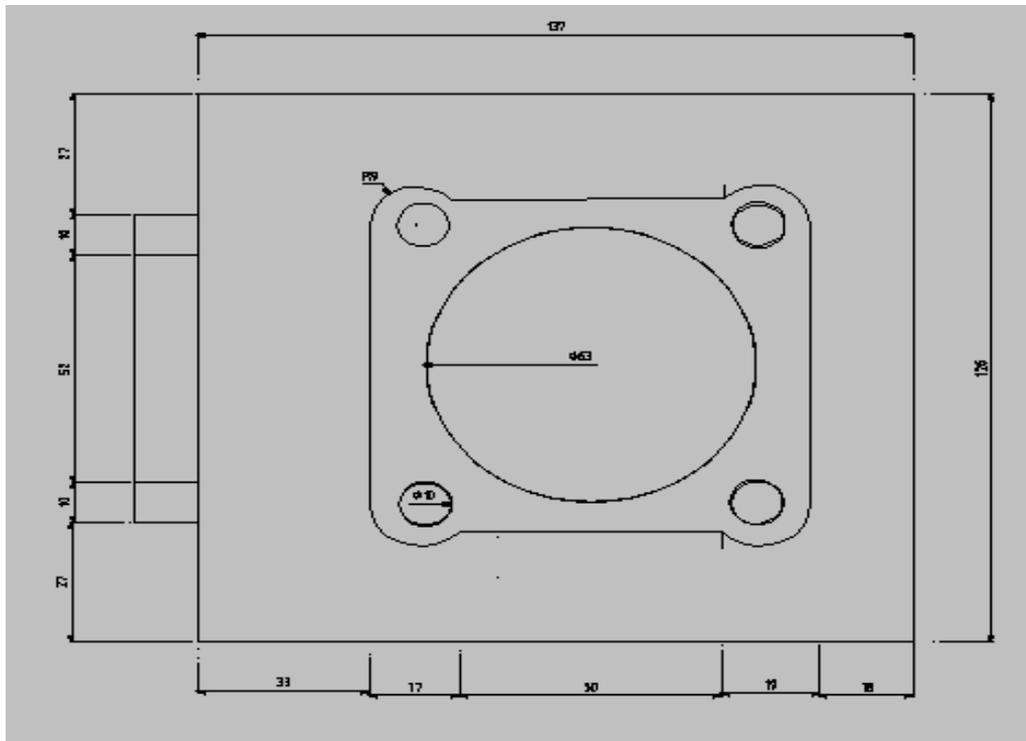
Gambar 4.12. Hasil dari pengukuran

Terdapat pengurangan atau penyusutan ukuran yang dikarenakan pemakanan pada proses *finising* setelah benda selesai dan di ukur kembali dengan gambar. 4.12

Tabel 4.1 pengurangan dan penambahan dimensi blok setelah finising.

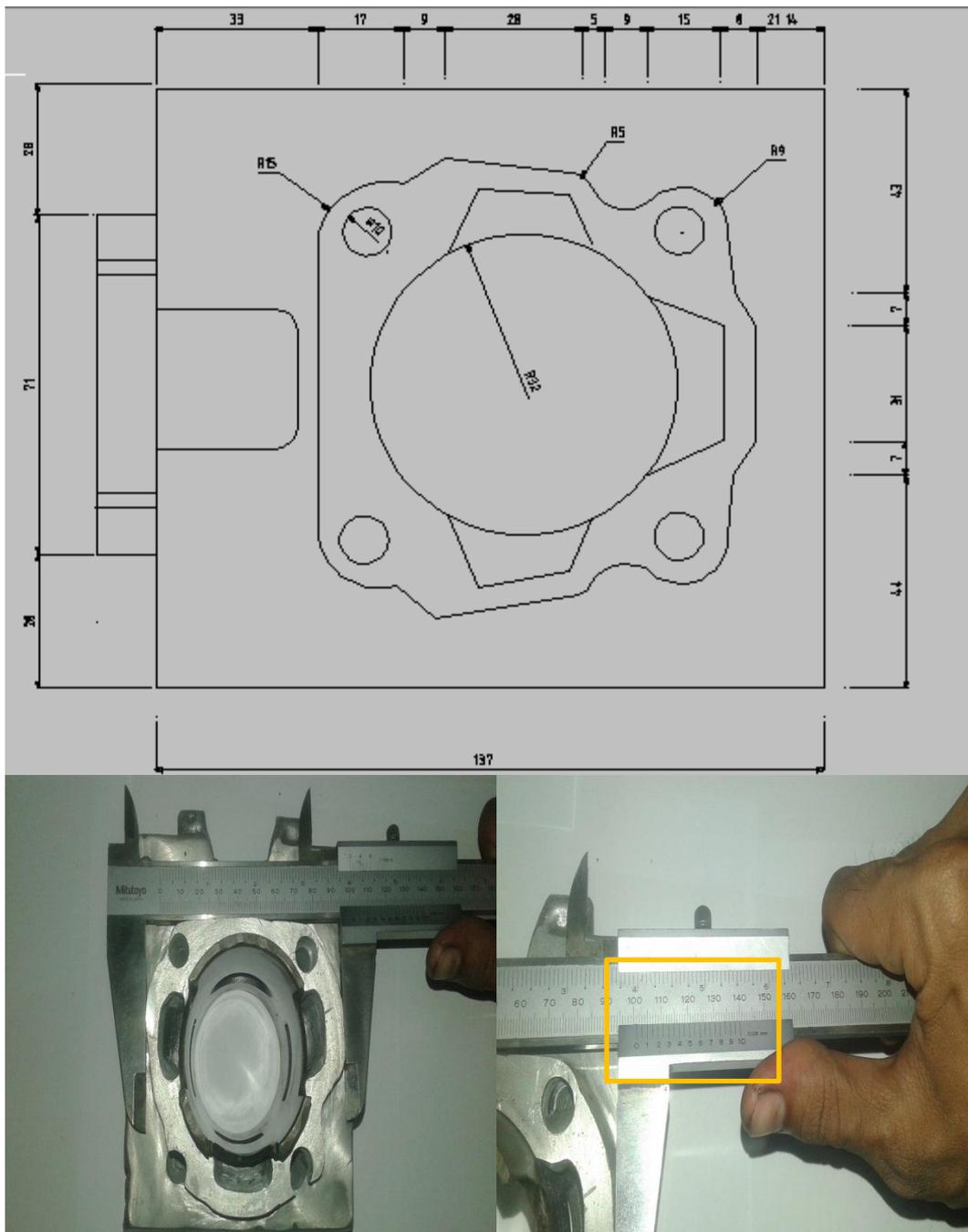
NO	PANDANGAN	UKURAN CETAK	UKURAN FINISING	SELISI
1	ATAS	P= 135 mm, L= 126 mm	P= 131 mm, L= 124 mm	-P =4mm, -L =2mm
2	BAWAH	P= 89 mm, L= 96 mm	P= 90,5 mm L= 100,5 mm	+P=1,5mm +L=4,5mm
3	KIRI	P= 126 mm, L= 60 mm	P= 124 mm, L= 58 mm	-P =2mm -L =2mm
4	KANAN	T= 79 mm	T= 79,5 mm	+T=0,5mm
5	DEPAN	L= 8 mm	L= 8 mm	L=0mm

4.5.1. Penyusutan Pada Blok Silinder Tampang Atas



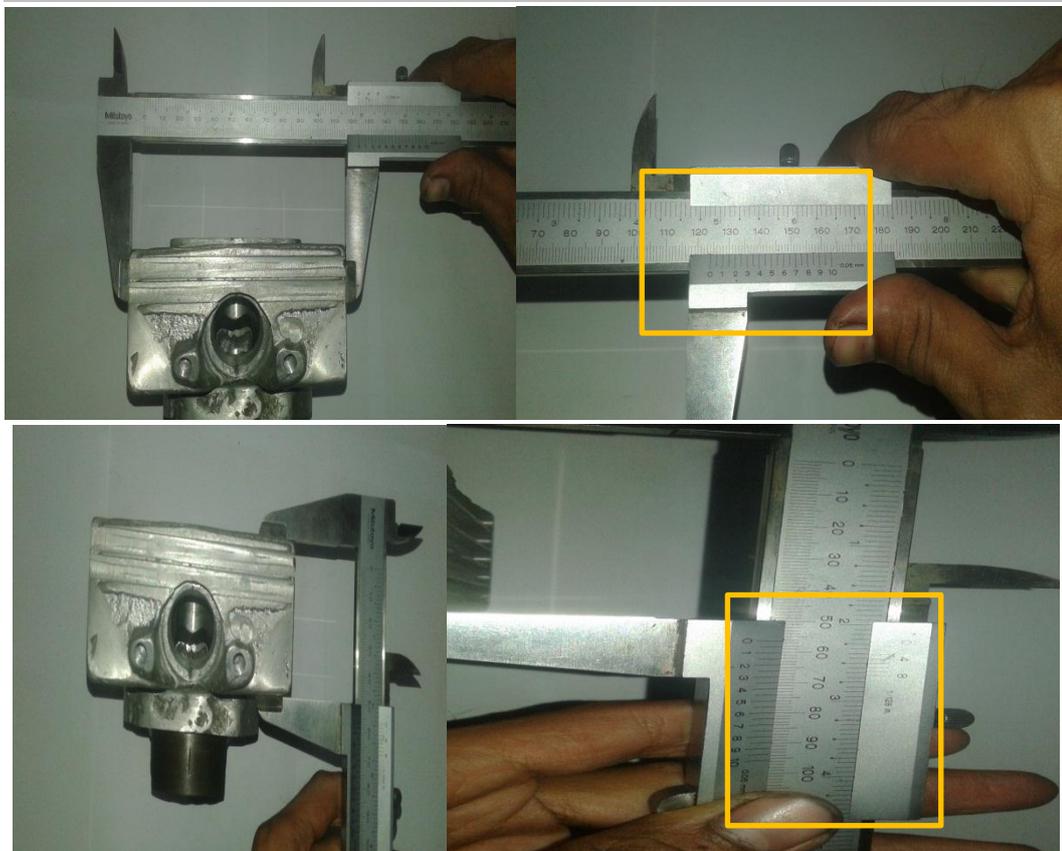
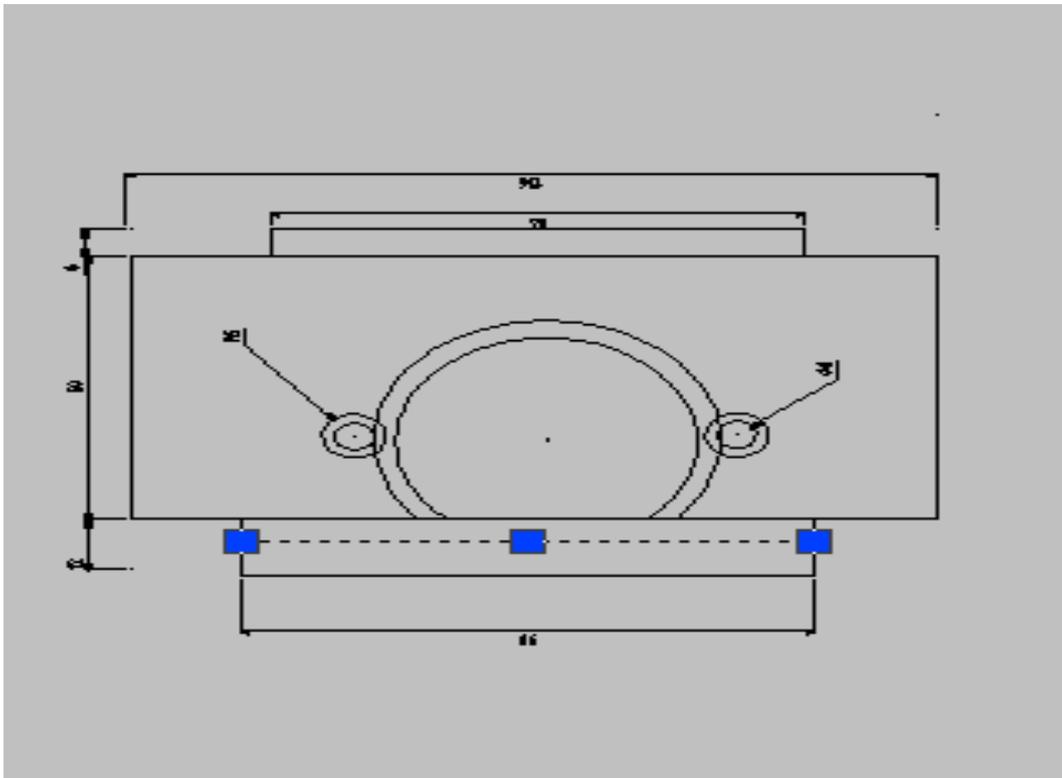
Gambar 4.13. Pengukuran tampang atas

3.5.2 Penyusutan Pada Tampang Bawah



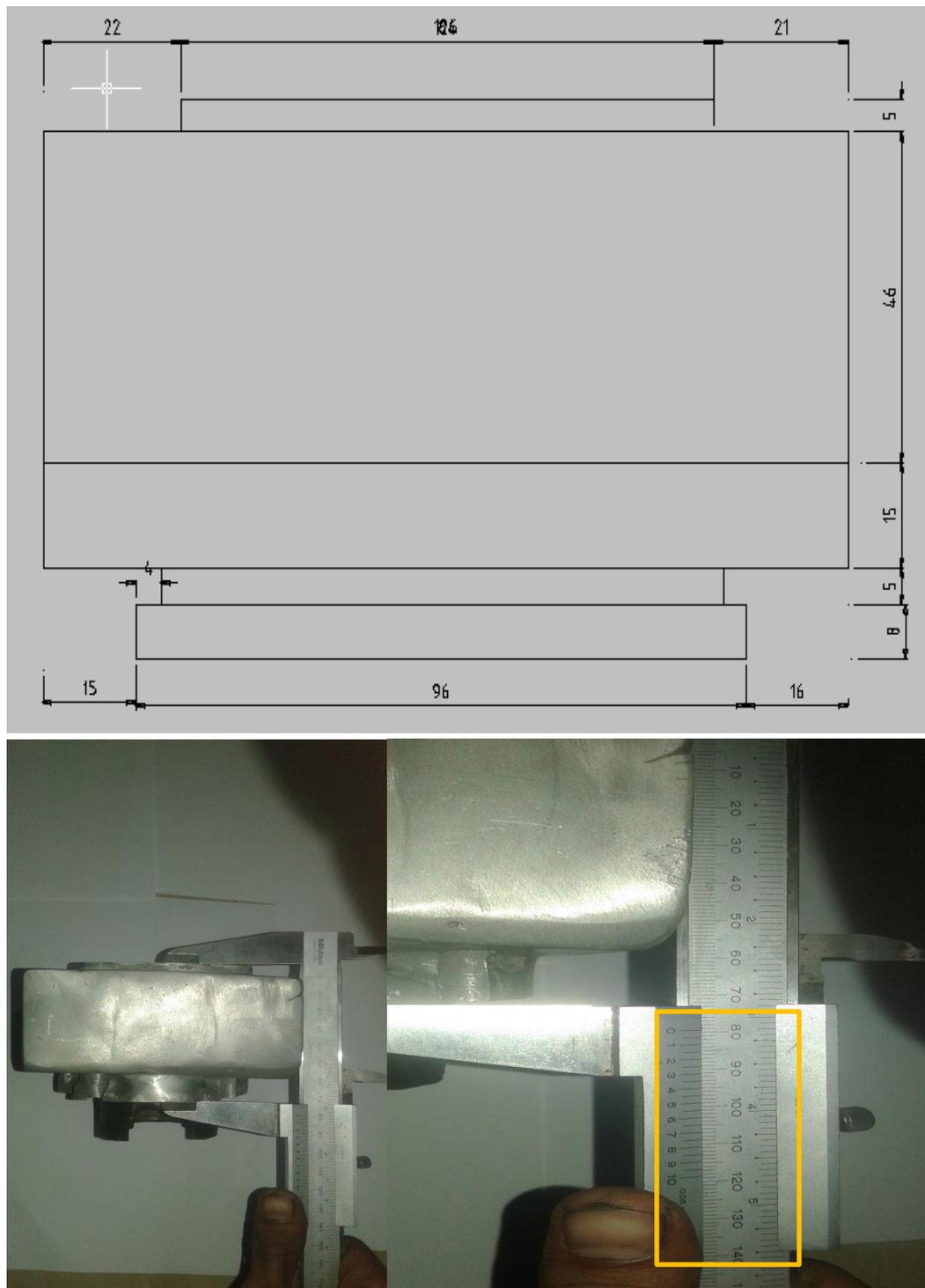
Gambar 4.14. Pengukuran tampang bawah

4.5.3 Penyusutan Pada Tampang Kiri



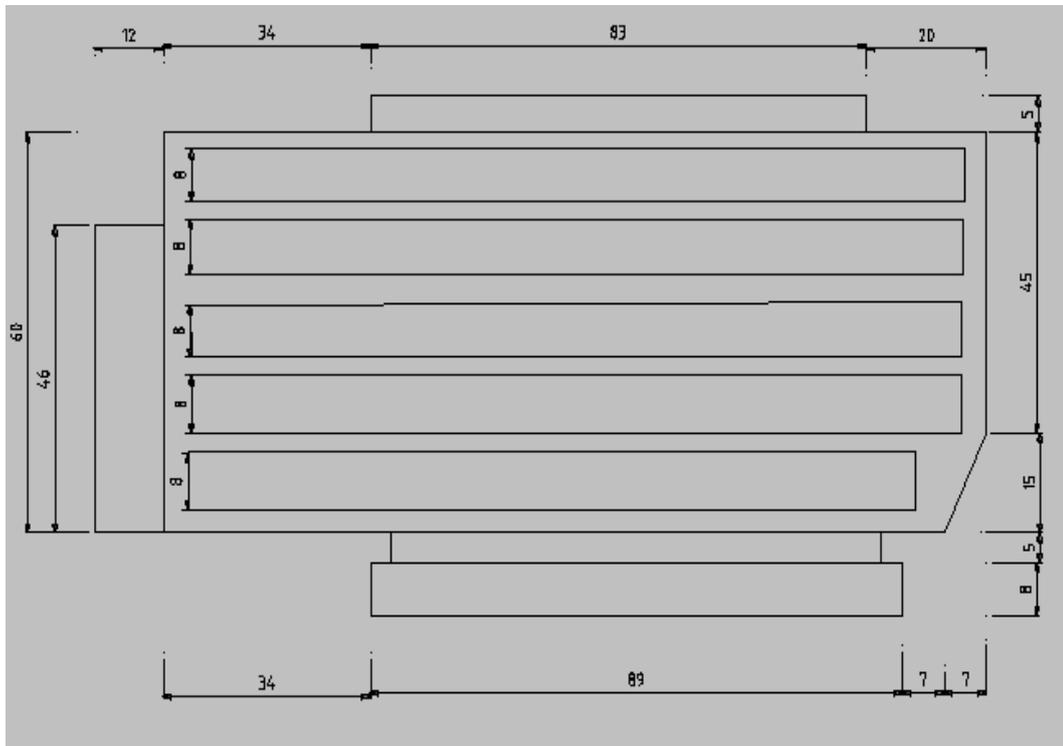
Gambar 4.15. Pengukuran tampang kiri

4.5.4 Penyusutan Pada Tampang Kanan



Gambar 4.16. Pengukuran tampang kanan

4.5.5 Penyusutan Pada Tampang Depan



Gambar 4.17. Pengukuran tampang depan

4.6. Mengukur penyusutan volume total.

Maka untuk mengukur penyusutan volume keseluruhan digunakan metode persamaan volume air dari sebuah bejana kaca berbentuk kubus dengan dimensi panjang 287 mm, lebar 232 mm, dan tinggi 247 mm. Bejana kaca di isi air dengan tinggi air 126 seperti pada gambar 4.18.



Gambar 4.18. bejana kaca yang terisi air

$$\begin{aligned}V_{\text{bejana}} &= P \times L \times T \\ &= 287\text{mm} \times 232\text{mm} \times 247\text{mm} \\ &= 16446248\text{mm}^3\end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned}V_{\text{air1}} &= P \times L \times T_{\text{air1}} \\ &= 287\text{mm} \times 232\text{mm} \times 126\text{mm} \\ &= 8389584\text{mm}^3\end{aligned}$$

Setelah volume air di peroleh selanjutnya blok silinder dimasukan ke dalam bejana kaca yang sudah di isi air maka volume air akan bertambah lagi sesuai volume blok silinder yang terendam. Tinggi air bertambah menjadi 136,5 mm dari penambahan tinggi air maka volume blok silinder dapaat kita ketahui seperti gambar di 4.19.



Gambar 4.19. Pengukuran blok silinder dalam air

$$\begin{aligned}
 V_{air2} &= P \times L \times T_{air2} \\
 &= 287\text{mm} \times 232\text{mm} \times 136,5\text{mm} \\
 &= 9088716\text{mm}^3
 \end{aligned}$$

Maka volume blok silinder setelah di *finising* dapat di peroleh dengan mengurangi volume air setelah blok silinder dimasukan ke air dengan volume air yang belum dimasukan blok silinder.

$$\begin{aligned}
 V_{blok\ silinder} &= V_{air2} - V_{air1} \\
 &= 9088716\text{mm}^3 - 8389584\text{mm}^3 \\
 &= 699132\text{mm}^3
 \end{aligned}$$

Volume penyusutan blok silinder dapat kita ketahu dengan mengurangi volume cetakan dengan volume blok silinder yang telah di *finising*.

$$\begin{aligned}
 V_{penyusutan\ blok\ silinder} &= V_{cetakan} - V_{blok\ silinder} \\
 &= 714428\text{mm}^3 - 699132\text{mm}^3 \\
 &= 15296\text{mm}^3
 \end{aligned}$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil proses pengecoran blok silinder dengan menggunakan bahan aluminium pada cetakan pasir di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses pengecoran aluminium untuk pembuatan Blok Silinder memerlukan waktu lebih kurang 3 jam 15 menit yakni 3 jam proses peleburan aluminium dan 15 menit pendinginan logam cair dalam cetakan.
2. Aluminium mudah dalam peleburan, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pembuatan blok silinder karena aluminium memiliki titik leleh yang tidak tinggi dengan suhu tungku 671° C aluminium sudah dapat dituang ke dalam cetakan, aluminium pada suhu 770°C dapat menghasilkan gas H₂ yang dapat menimbulkan rongga-rongga udara.
3. Penuangan aluminium ke dalam cetakan setelah tanur lebur/krusibel diangkat dari tungku lebur tidak boleh melebihi waktu 1 menit yang dapat membuat aluminium mengeras di ujung tanur dan di atas cetakan karena aluminium dapat mengeras menghasilkan lapisan yang tidak senyawa pada tuangan yang pertama dan akhir tuangan sehingga menimbulkan cacat rongga udara.
4. Penyusutan volume dari hasil *finising* diakibatkan pengerataan permukaan yang cacat mencapai 15296 mm³ Diperoleh dari volume cetakan dikurang volume blok silinder setelah *finising*.

5.2 Saran

Berdasarkan proses pengecoran yang telah dilakukan , penulis memberikan saran sebagai berikut:

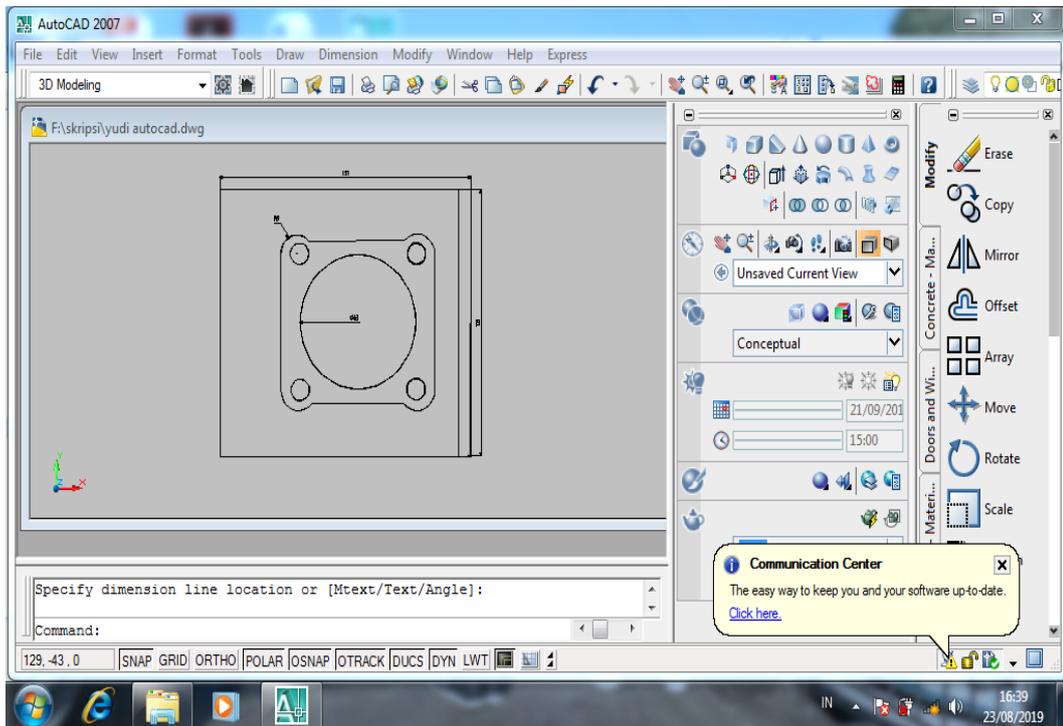
Perlu di lakukan penelitian kembali lama waktu penuangan yang mempengaruhi kualitas pada hasil akhir pengecoran sehingga tidak senyawa.

DAFTAR PUSTAKA

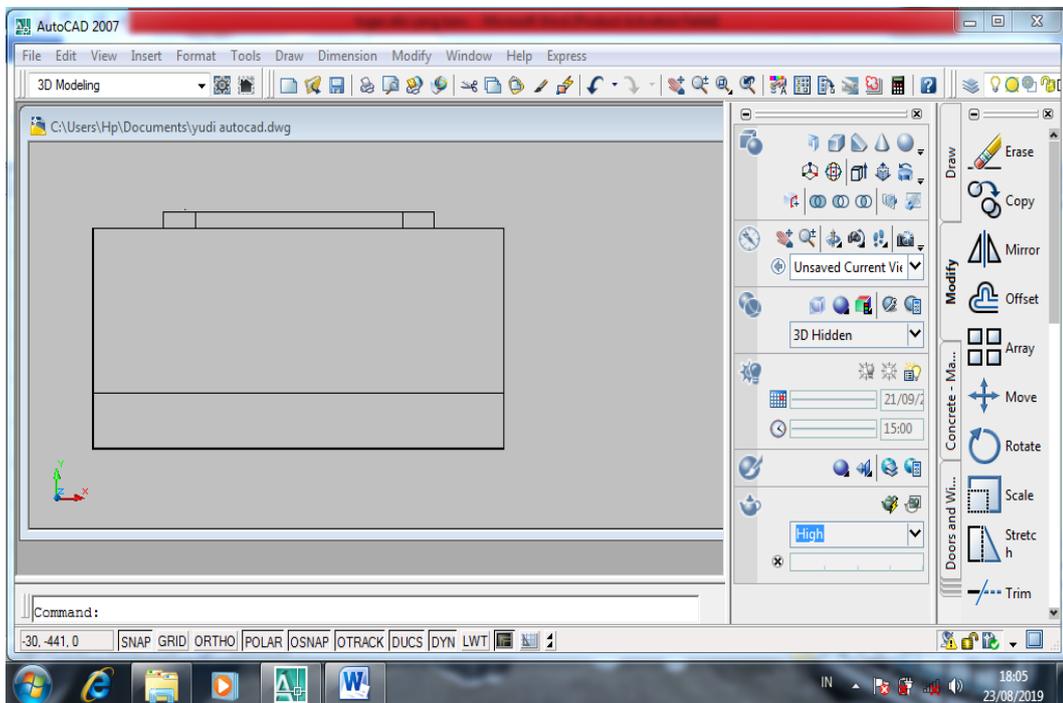
- A. Michael Donoghue, MBChB, MmedSrisc, PhD, Neale Frisch, BSc(Hons), Grad Dip Occ Hyg, COH, and Dvid olney, BSc., 2014. *Bauxite Mining and Alumina Refining Process Description and Occupational Health Risks*
- Firdaus,.2002. *Analisis Prameter Proses Pengecoran Squeeze Terhadap Cacat Produk Flens Motor Sungai.*
- Helmy Purwanto, Mulyonorejo,. 2010. *Pengaruh Pengecoran Ulang Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Pada Aluminium Cor Dengan Cetakan Pasir* ISBN:978.979.704.883.9
- <https://sayangautomotifku.blogspot.com>. 28 januari 2018. *Tipe mesin berdasarkan susunan konfigurasi silindernya..* Diakses pada tanggal (18 mei 2019).
- I Made Astika, DNK Putra Negara, Made Agus susantika,.2012 *pengaruh jenis pasir cetak dengan zat pengikat bentonit terhadap sifat permeabilitas dan kekuatan tekan basah cetakan pasir (sand casting).jurnal energi dan manufaktur,[S1].* ISSN 2541-5328
- Joko Santoso,.2012. *pengaruh bentuk penampang runner terhadap cacat porositas dan nilai kekerasan produk cor aluminium cetakan pasir. UNS*
- Martinus Mandala, Eddy S.Siradj dan Sofyan Djamil,.2016. *struktur Mikro dan Sifat Mekanis Aluminium(Al-Si) Pada Proses Pengecoran Menggunakan Cetakan Logam, Cetakan Pasir, dan Cetakan Castable*
- Muhammad Tofa Wijaya, Zubaidi, Wijoyo,.2017. *Pengaruh Variasi Temperatur Tuang Terhadap Ketangguhan Impak dan Struktur pada pengecoran aluminium.* ISSN: 2252-4983.
- S.M.Bondan Respati, H. Purwanto, M.S.Mauluddin,. 2010. *pengaruh tekanan dan tempratur cetakan sifat fisis dan mekanis pada pengecoran Squeeze (direct Squeeze casting) pada paduan aluminium daur ulang.*
- Supriyanto,. 2009. *Analisis hasil pengecoran aluminium dengan variasi media pendingin.*ISSN 1441-1152.
- Surdia, Tata. *Teknik Pengecoran Logam/ oleh Tata Surdia, Kenji Chijiiwa.- Cet.6.jakarta:Pradnya Pramita,1991.*

LAMPIRAN

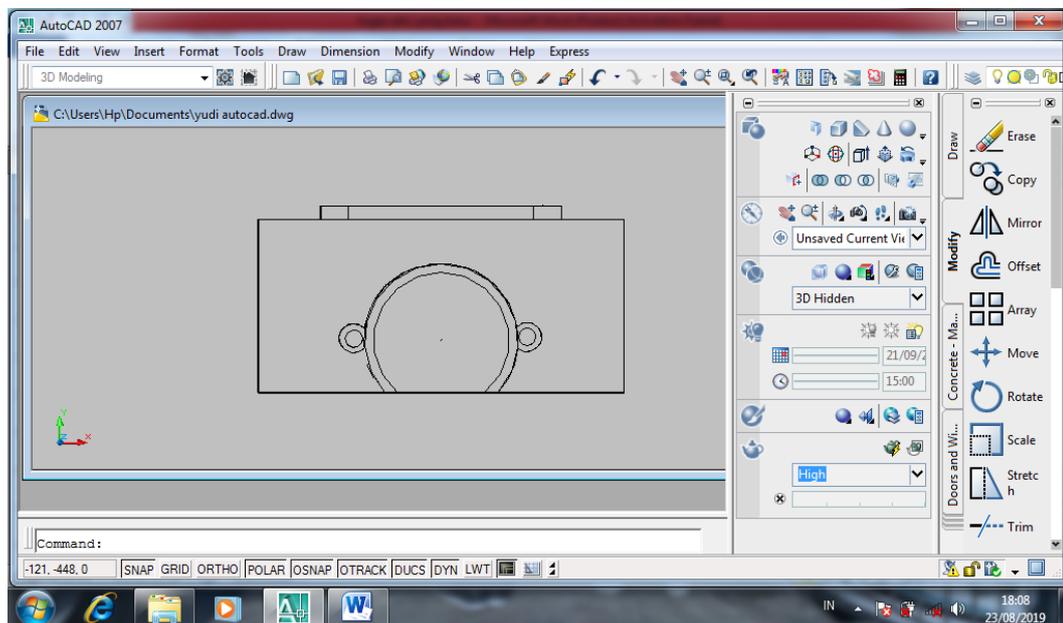
1. Pengerjaan gambar pada aplikasi *Software Autocad* tampak atas



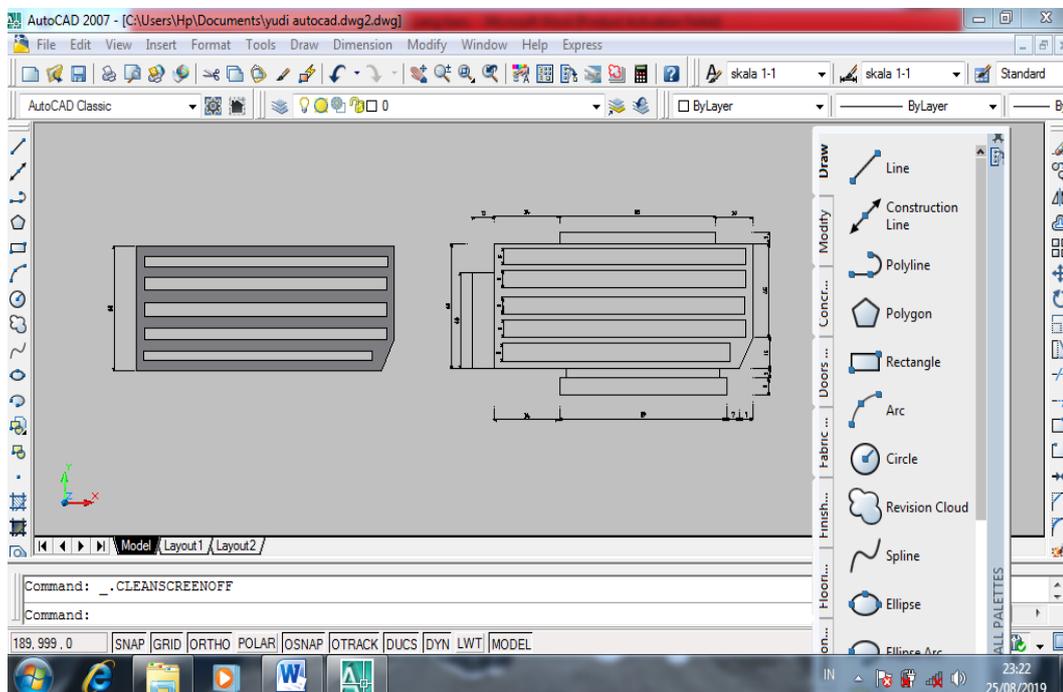
2. Pengerjaan gambar pada aplikasi *Software Autocad* tampak kanan.



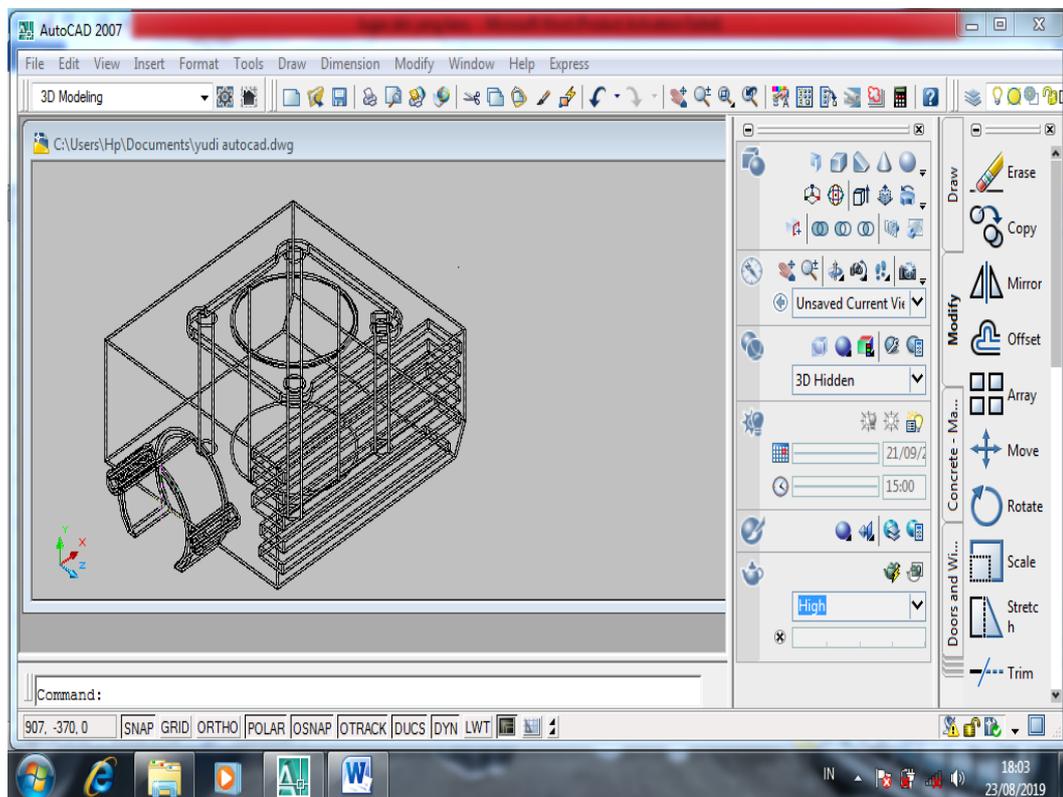
3. Pengerjaan gambar pada aplikasi Software Autocad tampak kiri



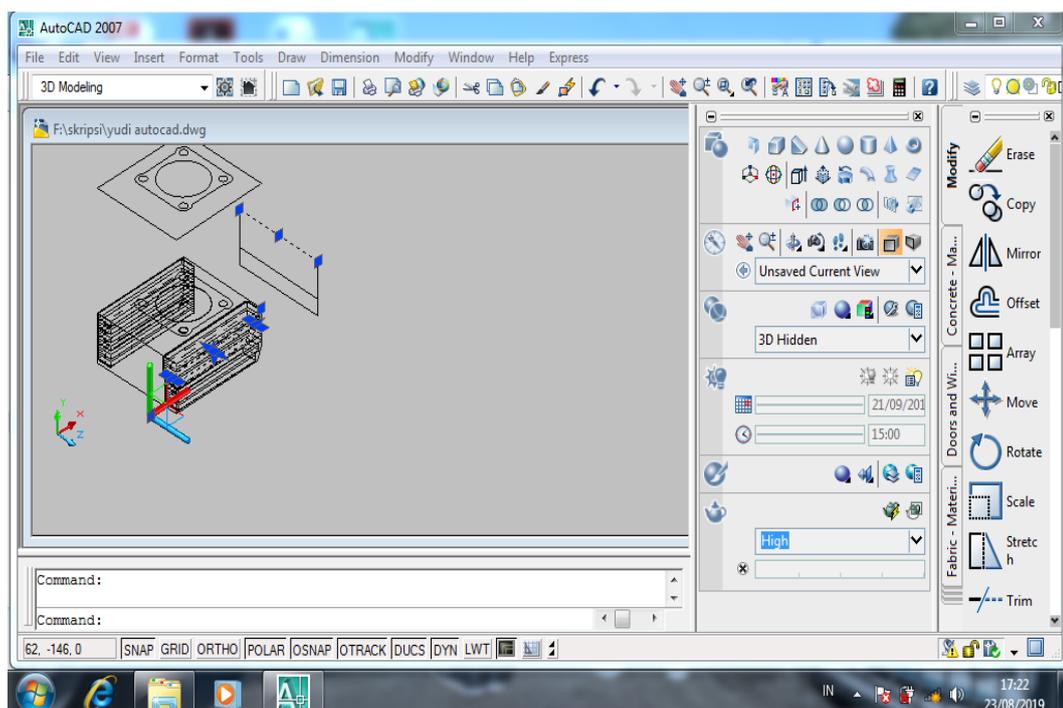
4. Pengerjaan gambar pada aplikasi Software Autocad tampak depan



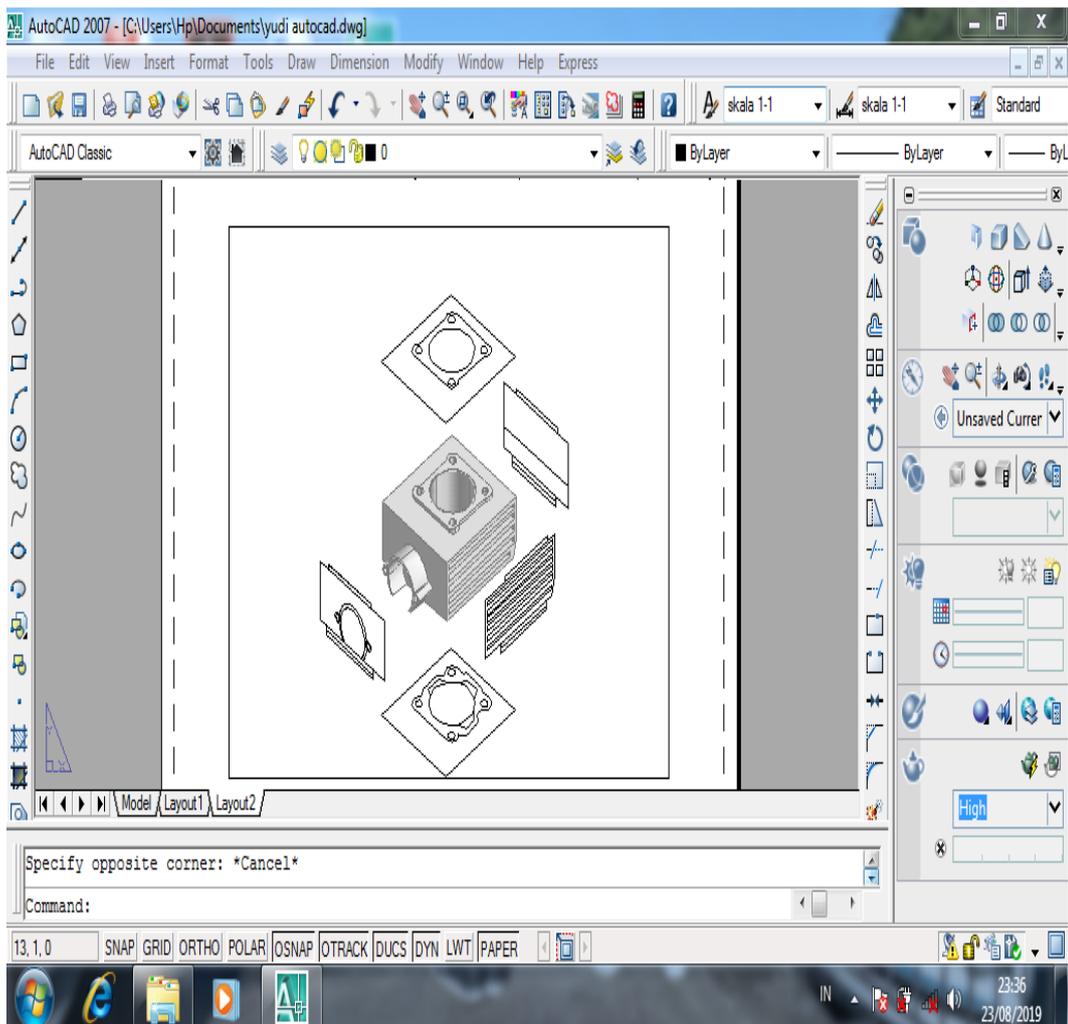
5. Pengerjaan gambar pada aplikasi *Software Autocad 3D*.



6. Pengerjaan gambar pada aplikasi *Software Autocad 3D* beserta tampilan.



7. Pengerjaan gambar pada aplikasi *Software Autocad 3D* dengan gambar tampak keseluruhan.



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Proses Pengecoran Aluminium Sebagai Bahan Pembuatan Blok Silinder

Nama : Yudi Rahmanto
NPM : 1507230238

Dosen Pembimbing 1 : Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T
Dosen Pembimbing 2 : Sudirman Lubis, S.T., M.T

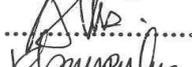
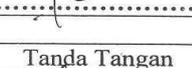
No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
----	--------------	----------	-------

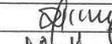
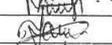
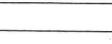
1. 8/7-2019 Perbukan' pendahuluan d.
2. 15/7 2019 Lanjutan d.
3. 1/8-2019 Tinjau, Bahan metalurgi, di Semarang
4. ~~Lanjutan~~ 6/8-19. Lanjutan ke Pembimbing II d
5. 26/8-19 Revisi gambar Pros d.
6. 27/8-19 tambah data Pustaka d.

Ace di Semarang d 30/8-19.

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

Peserta Seminar
 Nama : Yudi Rahmanto
 NPM : 1507230238
 Judul Tugas Akhir : Proses Pengecoran Aluminium Sebagai Bahan
 Pembuatan Blok Silinder

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Munawar A Siregar.S.T.M.T	: 
Pembimbing – II	: Sudirman Lubis.S.T.M.T	: 
Pembanding – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	: 
Pembanding – II	: Chandra A Siregar.S.T.M.T	: 

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230214	AGUS TOMMY KURNIAWAN	
2	1507230161	MELPAN	
3	1507230167	Harun Sekh hasahap	
4	1507230165	ARYAN SRI PRATIWI HIZ	
5	1507230160	Muhamad Atmad.	
6	1507230010	Fery Hardiansyah	
7			
8			
9			
10			

Medan, 11 Muharram 1440 H
 11 September 2019 M

Ketua Prodi. T.Mesin


 Affandi.S.T.M.T



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

NAMA : Yudi Rahmanto
NPM : 1507230238
Judul T. Akhir : Proses Pengecoran Aluminium Sebagai Bahan
Pembuatan Blok Silinder

Dosen Pembimbing – I : Munawar A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembimbing – II : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pembanding - I : Khairul Umurani.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 :

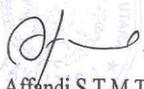
.....
.....
.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

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

Medan 11 Muharram 1440H
11 September 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pembanding- I


Khairul Umurani.S.T.M.T

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

NAMA : Yudi Rahmanto
NPM : 1507230238
Judul T. Akhir : Proses Pengecoran Aluminium Sebagai Bahan
Pembuatan Blok Silinder

Dosen Pembimbing - I : Munawar A Siregar.S.T.M.T
Dosen Pembimbing - II : Sudirman Lubis.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : Khairul Umurani.S.T.M.T
Dosen Pemanding - 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 :

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

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

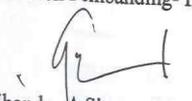
.....
.....
.....
.....

Medan 11 Muharram 1440H
11 September 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T

Dosen Pemanding- II


Chandra A Siregar.S.T.M.T



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

la menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 02/II.3AU/UMSU-07/F/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 03 Januari 2019 dengan ini menetapkan

Nama : **YUDI RAHMANTO**
Npm : 1507230238
Program Studi : **TEKNIK MESIN**
Semester : **VII(TUJUH)**
Judul Tugas Akhir : **PROSES PENGECORAN ALUMINIUM SEBAGAI BAHAN
PEMBUATAN BLOK SILINDER**

Pembimbing I : **MUNAWAR ALFANSURY SIREGAR ST.MT.**
Pembimbing II : **SUDIRMAN LUBIS ST.MT.**

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 25 Rabiul Akhir 1440 H
03 Januari 2019 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202

Cc. File

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

1. Nama : Yudi Rahmanto
2. Jenis Kelamin : Laki-laki
3. Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 28 Juni 1995
4. Kewarganegaraan : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Agama : Islam
7. Alamat : JL. Marelan VI LK. 24 Desa Rengas Pulau
Kecamatan Medan Marelan
8. Nomor HP : 0812-6406-4852
9. Email : yudi.rahmanto01@yahoo.co.id

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

NO	PENDIDIKAN FORMAL	TAHUN
1	SDN 106802 LABUHAN DELI	2001 - 2007
2	SMPN 1 LABUHAN DELI	2007 - 2010
3	SMKN 1 PERCUT SEI TUAN	2010 - 2013
4	TEKNIK MESIN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA	2015 - 2019