

TUGAS AKHIR
PROSES PENGECORAN ALUMINIUM UNTUK PEMBUATAN
CYLINDER HEAD

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

Disusun Oleh:

HARUN SOLEH HARAHAH
1507230167



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

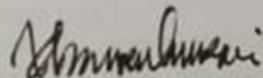
Nama : Harun Soleh Harahap
NPM : 1507230167
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Proses Pengecoran Aluminium Untuk Pembuatan *Cylinder Head*
Bidang ilmu : Konstruksi & Manufaktur

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

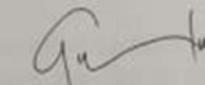
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



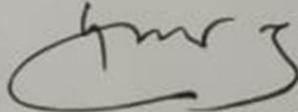
Khairul Umurani.S.T.,M.T

Dosen Penguji II



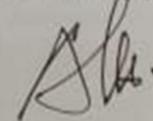
Chandra A Siregar.S.T.,M.T

Dosen Penguji III



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

Desen Penguji IV



Sudirman Lubis, S.T.,M.T

Program Studi Teknik Mesin



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawa ini:

Nama Lengkap : Harun Soleh Harahap
Tempat / Tanggal Lahir : Medan / 05 Mei 1997
NPM : 1507230167
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

“ Proses Pengecoran Aluminium Untuk Pembuatan *Cylinder Head* “

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 proses 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



Harun Soleh Harahap

ABSTRAK

Pembuatan *Cylinder Head* sepeda motor dengan proses pengecoran alumunium dilakukan menggunakan metode *Sand Casting* dengan cetakan pasir. Alumunium yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium sisa dari rangka etalase karena limbah alumunium ini masih bisa didaur ulang kembali dan mudah didapat dengan harga ekonomis. Penelitian bertujuan untuk membuat sebuah *cylinder head* sepeda motor suzuki satria 2T. Alumunium dileburkan dalam tungku dengan menggunakan bahan bakar gas elpiji hingga alumunium mencapai titik didih temperature 660°C dan selanjutnya dituangkan kedalam cetakan yang telah dipersiapkan. Setelah dingin dan membeku cetakan dibongkar dengan palu kayu/plastik dan bersihkan dengan kuas kecil agar kotoran yang menemel hilang. Apabila pola coran sudah bersih dari pasir, potong saluran dengan menggunakan gerinda potong atau gergaji besi. Kemudian haluskan pola coran dengan menggunakan gerinda atau dengan menggunakan kikir dan amplas halus. Proses pengecoran alumunium untuk pembuatan *cylinder head* memerlukan waktu lebih kurang 3 jam 15 menit yakni 3 jam proses peleburan alumunium dan 15 menit pendinginan logam cair dalam cetakan. *Cylinder head* hasil pengecoran dari cetakan pasir memiliki ukuran dengan panjang 160 cm, lebar 150 cm, dan tinggi 65 cm.

Kata Kunci: *Cylinder Head*, Pengecoran, *Sand Casting*, Alumunium

ABSTRACT

The making of a motorcycle cylinder head with aluminum casting process is carried out using the Sand Casting method with sand molds. The aluminum used in this study is aluminum residual from the display case frame because this aluminum waste can still be recycled and easily obtained at economical prices. The research aims to make a cylinder head motorcycle suzuki satria 2T. The aluminum is melted in a furnace using LPG fuel until the aluminum reaches a boiling point of 6600C and then poured into the prepared mold. After it has cooled and frozen, the mold is disassembled with a wooden / plastic hammer and wipe clean with a small brush so that the dirt that has been smudged away. If the cast pattern is clean from sand, cut the channel by using a cutting or hacksaw. Then puree the cast pattern by using a grinder or by using a file and fine sandpaper. The aluminum casting process for making cylinder heads requires approximately 3 hours 15 minutes, namely 3 hours aluminum smelting process and 15 minutes cooling molten metal in the mold. Cylinder heads from casting molds are 160 cm long, 150 cm wide, and 65 cm high.

Keywords: *Cylinder Head, casting, Sand Casting, aluminium*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasi lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat 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 Untuk Pembuatan Cylinder Head” 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 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 membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Chandra A Siregar,S.T.,M.T. selaku Dosen pembimbingII dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan 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: Imron Harahap dan Rodiati Poni Ritonga, 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: Aryansyah Pratama Harahap, Muhammad Arsad, Umami Rohimah, S.Pd., 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

Harun Soleh Harahap

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 2 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Proses Pengecoran	4
2.2 Cetakan Pasir (<i>Sand Casting</i>)	12
2.2.1 Pembuatan Cetakan	14
2.2.1.1 Pembuatan Cetakan Dengan Tangan	14
2.2.1.2 Pembuatan Cetakan Dengan Mesin	16
2.2.2 Nama-Nama Bagian Cetakan	17
2.2.3 Pasir Cetak	18
2.2.3.1 Syarat Pasir Cetak	19
2.2.4 Pola	19
2.2.5 Inti	20
2.3 Alumunium	21
2.4 <i>Cylinder Head</i> (Kepala Silinder)	23
BAB 3 METODOLOGI	26
3.1 Tempat dan Waktu	26
3.1.1 Tempat	26
3.1.2 Waktu	26
3.2 Bahan dan Alat	26
3.2.1 Bahan	26
3.2.2 Alat	29
3.3 Bagan Alur Penelitian	33
3.4 Prosedur Penelitian	34
3.4.1 Tahap Persiapan	34
3.4.2 Pembuatan Pola	34
3.4.3 Pengolahan Pasir Cetak	35
3.4.4 Pembuatan cetakan	36

3.4.5 Proses peleburan	37
3.4.6 Proses Penuangan	38
3.4.7 Proses Pembongkaran cetakan	39
3.4.8 Pembersihan coran	39
3.4.9 pemeriksaan Hasil	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil Pengecoran <i>Cylinder Head</i>	40
4.1.1 Waktu Proses Pembentukan <i>Cylinder Head</i>	40
4.1.2 Mengukur Penyusutan Volume Total	40
4.1.3 Cacat Produk Pengecoran Alumunium pada <i>Cylinder Head</i>	44
4.2 Pembahasan Pengecoran Alumunium	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	
LEMBAR ASISTENSI	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian	26
Tabel 3.2. Jumlah Komposisi Bahan Cetak	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses pembuatan benda coran	13
Gambar 2.2. Perlengkapan Pembuatan Cetakan dengan Tangan	15
Gambar 2.3. Mekanisme Guncang dan Desak	17
Gambar 2.4. Cetakan Pasir Lengkap Siap Tuang dan Nama Bagiannya	17
Gambar 2.5. Isoterm yang menunjukkan daerah di mana mungkin terjadi rongga penyusutan	18
Gambar 2.6. <i>Cylinder Head</i> Sepeda Motor 4T	24
Gambar 2.7. <i>Cylinder Head</i> Sepeda Motor 2T	25
Gambar 3.1. Aluminium Batang (Bahan Baku Pembuatan Etalase)	27
Gambar 3.2. Pasir cetak / pasir silica	27
Gambar 3.3. Bentonit	29
Gambar 3.4. Gula tetes tebu	28
Gambar 3.5. <i>Cylinder head</i> motor satria 2T	28
Gambar 3.6. Kotak Molding	30
Gambar 3.7. Timbangan	30
Gambar 3.8. Ayakan Pasir Mesh 50	31
Gambar 3.9. Tungku Lebur	31
Gambar 3.10. Krusibel	32
Gambar 3.11. Bagan Diagram Alir	33
Gambar 3.12. Mencampur Bentonit dengan Pasir Cetak	35
Gambar 3.13. Cetakan Pasir	37
Gambar 4.1. Burner dan Tabung Gas LPG	40
Gambar 4.2. Bejana Kaca yang Terisi Air	41
Gambar 4.3. Pengukuran <i>Cylinder Head</i> Dalam Air	42
Gambar 4.4. Volume Cetakan	43
Gambar 4.5. Skema Cacat Rongga Udara	45
Gambar 4.6. Penampakan Cacat Rongga Udara	45
Gambar 4.7. Skema Cacat Lubang Jarum	45
Gambar 4.8. Penampakan Cacat Lubang Jarum	46
Gambar 4.9. Skema Cacat Penyusutan Luar	46
Gambar 4.10. Penampakan Cacat Penyusutan Luar	46
Gambar 4.11. Skema Cacat Rontokan Cetakan	47
Gambar 4.12. Penampakan Cacat Rontokan Cetakan	47
Gambar 4.13. Skema Cacat Penyiteran	48
Gambar 4.14. Penampakan Cacat Penyiteran	48
Gambar 4.15. Skema Cacat Inklusi Pasir	49
Gambar 4.16. Penampakan Cacat Inklusi Pasir	49
Gambar 4.17. Tungku Peleburan Aluminium	50
Gambar 4.18. Penuangan Aluminium yang telah dicairkan	51
Gambar 4.19. Membongkar Cetakan	52
Gambar 4.20. Proses Penghalusan <i>Cylinder Head</i>	52

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 <i>head</i>	mm
T_{air2}	= Tinggi air setelah dimasukan <i>head</i>	mm
V_{air1}	= Volume air sebelum dimasukan <i>head</i>	mm ³
V_{air2}	= Volume air setelah dimasukan <i>head</i>	mm ³
$V_{blok\ silinder}$	= Volume <i>cylinder head</i>	mm ³
$V_{penyusutan\ blok\ silinder}$	= Volume pemakanan <i>finising</i>	mm ³

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber penggerak suatu kendaraan adalah mesin, pada dasarnya komponen mesin terbagi atas 2 bagian yaitu komponen mesin tidak bergerak dan komponen mesin bergerak. Komponen mesin yang tidak bergerak ialah bak mesin (*crankcase*), *cylinder blok* dan *cylinder head* yang berfungsi sebagai rumah dan penutup komponen-komponen yang ada di dalamnya. Sedangkan komponen mesin yg bergerak ialah komponen-komponen pengisi pada komponen mesin tidak bergerak, contohnya adalah mesin kopling, pompa oli, gigi transmisi, poros engkol, piston dan lainnya.

Seperti yang sudah kita ketahui sampai saat ini bahan-bahan untuk pembuatan komponen bak mesin, *cylinder blok* dan *cylinder head* adalah alumunium dan baja campur. Berbeda dengan komponen dalam mesin yang harus memiliki sifat koefisien gesek tinggi dan kekerasan yang tinggi agar komponen tersebut mampu berfungsi dengan baik saat mesin sedang bekerja. Oleh karena itu, laporan tugas akhir ini akan membahas salah satu komponen mesin tidak bergerak yaitu *cylinder head*.

Khusus pada kendaraan roda dua banyak digunakan bahan jenis alumunium sebagai pembuatan *cylinder head*, baik itu motor 2T maupun 4T. Pada motor 2T untuk konstruksi *cylinder head*nya tidak menggunakan mekanisme katub, timing, dan rocker katub atau tidak sama dengan kontruksi dari *cylinder head* 4T. Sehingga bentuk *cylinder head* pada motor 2T lebih minimalis. Seperti motor suzuki satria 2T yang menjadi contoh dalam percobaan ini.

Proses pembentukan *cylinder head* dilakukan dengan cara pengecoran. Pengecoran merupakan proses peleburan logam dengan cara dicairkan, lalu kemudian dituang kedalam cetakan dan dibiarkan hingga membeku. Bahan yang digunakan pada pengecoran ini adalah alumunium karena logam ini memiliki beberapa kelebihan dibanding logam lain, diantaranya titik cair yang rendah 660⁰C, bobotnya ringan, tahan terhadap korosi, serta sebagai konduktor panas dan listrik yang baik.

Dalam proses pengecoran ada beberapa metode yang bisa dilakukan yaitu (1) *sand casting*, yaitu jenis pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir; (2) *centrifugal casting*, yaitu jenis pengecoran dimana cetakan diputar bersamaan dengan penuangan logam cair kedalam cetakan; (3) *die casting*, yaitu jenis pengecoran yang cetakannya terbuat dari logam; dan (4) *investment casting*, yaitu jenis pengecoran yang polanya terbuat dari lilin (*wax*), dan cetakannya terbuat dari keramik. Dari masing-masing metode pengecoran ini memiliki pengaruh terhadap kualitas hasil produk coran logam cair. Kualitas ini terutama mengenai sifat mekanis dan cacat yang terbentuk selama proses penuangan hingga membeku. Maka dalam percobaan ini diambil langkah melakukan proses pengecoran menggunakan metode sand casting yaitu jenis pengecoran dengan menggunakan cetakan pasir.

Pembuatan cetakan dengan proses pengecoran *sand casting* dapat dilakukan dengan mencampur pasir silica, bentonit, gula tetes dan air. Jenis pengecoran *sand casting* ini paling banyak dipakai karena ongkos produksinya murah dan proses pembuatan cetakannya mudah sehingga dapat dilakukan hanya menggunakan tangan.

Berdasarkan latar belakang di atas peneliti ingin melakukan penelitian tentang proses pembuatan *cylinder head*, dengan judul penelitian “PROSES PENGECORAN ALUMINIUM UNTUK PEMBUATAN *CYLINDER HEAD*”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana Proses pengecoran aluminium untuk pembentukan *cylinder head* menggunakan cetakan pasir.

1.3 Ruang Lingkup

Agar memudahkan pelaksanaan penelitian, sehingga tujuan penelitian dapat dicapai serta pembatasan masalah tidak meluas, maka perlu adanya batasan masalah. Batasan masalah yang diambil dalam penelitian ini, antara lain:

1. Proses pembentukan cetakan *cylinder head* dengan metode *sand casting*.
2. Proses pengecoran aluminium untuk pembentukan *cylinder head*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah di atas, maka tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui lama waktu proses pembentukan *Cylinder Head*.
2. Untuk mengetahui penyusutan volume *Cylinder Head*.
3. Untuk mengetahui cacat produk pengecoran pada cetakan pasir.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas yang menjadi manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, penelitian ini menjadi pengalaman dan wawasan untuk mengetahui proses pengecoran aluminium untuk membuat *cylinder head*.
2. Bagi masyarakat, hasil penelitian ini bisa dimanfaatkan.
3. Bagi peneliti lain, laporan ini bisa dijadikan referensi sebagai tolak ukur untuk melakukan penelitian tentang proses pengecoran aluminium untuk membuat *cylinder head*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Pengecoran

Pengecoran ialah pembentukan bahan baku dengan cara mencairkan logam lalu di tuangkan pada cetakan dan dibiarkan membeku, yang merupakan proses penting dalam pengembangan industri. Pengecoran merupakan salah satu proses pembentukan bahan baku / bahan benda kerja dengan proses peleburan / pencairan logam di dalam tungku peleburan yang kemudian hasil peleburan di masukkan kedalam cetakan. Tahapan dalam proses pengecoran adalah pembuatan model (pola), pembuatan pasir cetak, pembuatan cetakan pasir (rongga cetak), peleburan logam, menuang logam ke dalam cetakan dan membongkar serta membersihkan hasil pengecoran.

Ada 4 faktor yang berpengaruh atau merupakan ciri dari proses pengecoran, yaitu: (1) Adanya aliran logam cair kedalam rongga cetak; (2) Terjadi perpindahan panas selama pembekuan dan pendinginan dari logam dalam cetakan; (3) Pengaruh material cetakan; dan (4) Pembekuan logam dari kondisi cair.

Proses pengecoran dibedakan menjadi dua macam, yaitu *traditional casting* dan *non-traditional/contemporary casting*.

1. Teknik traditional terdiri atas :

a. *Sand-Mold Casting*

Pengecoran dengan cetakan pasir (*sand casting*) merupakan metode yang banyak digunakan pada industri pengecoran Aluminium. Selain membutuhkan biaya yang cukup relatif sedikit juga dapat membuat desain yang bentuknya agak rumit, Pengecoran cetakan pasir merupakan proses produksi yang diawali dengan menuangkan logam cair ke dalam sistem saluran dan selanjutnya logam cair akan mengisi seluruh rongga cetakan. Sistem saluran cetakan pasir merupakan bagian yang sangat penting dalam pembuatan produk cetakan pasir. Hal ini dikarenakan sistem saluran merupakan jalan masuk logam cair ke dalam rongga cetak pada cetakan pasir. Sistem saluran pada pengecoran cetakan pasir terdiri dari pouring basin, sprue, runner, gate, dan riser.

Terminologi Pengecoran dengan Cetakan Pasir Secara umum cetakan harus memiliki bagian-bagian utama sebagai berikut: (1) *Cavity* (rongga cetakan), merupakan ruangan tempat logam cair yang dituangkan ke dalam cetakan. Bentuk rongga ini sama dengan benda kerja yang akan dicor. Rongga cetakan dibuat dengan menggunakan pola; (2) *Core* (inti), fungsinya adalah membuat rongga pada benda coran. Inti dibuat terpisah dengan cetakan dan dirakit pada saat cetakan akan digunakan. Bahan inti harus tahan menahan temperatur cair logam paling kurang bahannya dari pasir; (3) *Gating sistem* (sistem saluran masuk), merupakan saluran masuk ke rongga cetakan dari saluran turun. Gating sistem suatu cetakan dapat lebih dari satu, tergantung dengan ukuran rongga cetakan yang akan diisi oleh logam cair; (4) *Sprue* (Saluran turun), merupakan saluran masuk dari luar dengan posisi vertikal. Saluran ini juga dapat lebih dari satu, tergantung kecepatan penuangan yang diinginkan. *Pouring basin*, merupakan lekukan pada cetakan yang fungsi utamanya adalah untuk mengurangi kecepatan logam cair masuk langsung dari cetakan ke sprue. Kecepatan aliran logam yang tinggi dapat terjadi erosi pada sprue dan terbawanya kotoran-kotoran logam cair yang berasal dari tungku kerongga cetakan; (5) *Raiser* (penambah), merupakan cadangan logam cair yang berguna dalam mengisi kembali rongga cetakan bila terjadi penyusutan akibat solidifikasi.

Tahapan pengecoran logam dengan cetakan pasir yaitu: (1) Pembuatan pola, sesuai dengan bentuk coran yang akan dibuat; (2) Persiapan pasir cetak; (3) Pembuatan cetakan; (4) Pembuatan inti (bila diperlukan); (5) Peleburan logam; (6) Penuangan logam cair ke dalam cetakan; (7) Pendinginan dan pembekuan; (8) Pembongkaran cetakan pasir; (9) Pembersihan dan pemeriksaan hasil coran; (10) Proses pengecoran selesai.

Pola merupakan bentuk tiruan dari benda kerja yang sebenarnya dan digunakan untuk membuat rongga cetakan. Bahan pola yang sering digunakan adalah kayu dan logam. Pola logam dipergunakan agar dapat menjaga ketelitian ukuran benda coran, terutama dalam produksi massal

sehingga umur pola bisa lebih tahan lama dan produktivitasnya lebih tinggi. Pola kayu lebih murah, cepat pembuatannya dan mudah diolahnya dibanding dengan pola logam. Karena itu pola kayu umumnya dipakai untuk cetakan pasir. Secara umum macam pola ada 6, yaitu: (1) Pola tunggal. Merupakan pola yang paling sederhana, mudah dibuat dan dipakai, akan tetapi pemakaiannya terbatas hanya untuk bentuk-bentuk sederhana; (2) Pola belah. Merupakan pola yang terpisah tepat pada bidang tengahnya. Pola ini digunakan untuk mengatasi kelemahan pola tunggal; (3) Pola yang dapat dibongkar pasang (pola terlepas), digunakan untuk produk yang rumit; (4) Pola ganda, untuk produksi besar dengan ukuran kecil dan bentuk sederhana; (5) Pola berpasangan, mirip dengan pola terbelah hanya keduanya dihubungkan dengan papan penyambung; (6) Pola khusus. Pola untuk keperluan-keperluan pengecoran yang kompleks.

Inti adalah suatu bentuk dari pasir yang dipasang pada rongga cetakan untuk mencegah pengisian logam cair pada bagian yang seharusnya berbentuk lubang atau rongga dalam suatu coran. Inti dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu inti basah dan inti kering.

Sedapat mungkin inti dibuat dengan cara basah karena ongkos pembuatannya murah. Inti dengan cara basah banyak digunakan pada lubang dalam benda cetak. Disamping itu kerugian pada inti basah antara lain: (1) Biasanya lemah, tidak bisa menggantung (tidak kuat menahan beratnya sendiri); (2) Pasir mudah gugur; (3) Kedudukan kurang teliti. Inti pasir kering merupakan inti pasir yang umumnya digunakan selain inti basah. Inti kering ini dibuat secara terpisah dan dipasang setelah pola dikeluarkan, sebelum cetakan ditutup. Pengeringan dilakukan dalam kamar pemanas (oven) pada temperatur 120-230°C. Sifat - sifat yang harus dimiliki inti kering adalah: (1) Cukup kuat dan keras setelah dipanaskan, gunanya untuk mencegah agar inti tidak sampai rusak oleh gaya-gaya sewaktu logam cair dituangkan, akibat proses pembekuan, serta perlakuan lain; (2) Cukup porus, agar dapat menghisap atau dilalui gas - gas yang berada dalam cetakan; (3) Harus dapat hancur pada waktu logam cair memadat/membeku untuk mencegah jangan sampai terjadi keretakan pada

benda kerja dan juga memudahkan keluarnya coran dari dalam cetakan;(4) Harus mempunyai permukaan yang licin; (5) Tahan panas, untuk dapat menahan temperatur pemuaiian.

Keuntungan pengecoran *Sand casting*: (1) Sangat tepat untuk mengecor benda-benda dalam jumlah kecil; (2) Tidak memerlukan pemesinan lagi; (3) Menghemat bahan coran; (4) Permukaan mulus; (5) Tidak diperlukan pembuatan pola belahan kayu yang rumit; (6) Tidak diperlukan inti atau kotak inti ; (7) Pengecoran jauh lebih sederhana. Kerugian pengecoran *Sand casting*: (1) Pola rusak sewaktu dilakukan pengecoran; (2) Pola lebih mudah rusak, oleh karena itu memerlukan penangangan yang lebih sederhana; (3) Pada pembuatan pola tidak dapat digunakan mesin mekanik; (4) Tidak ada kemungkinan untuk memeriksa keadaan rongga cetakan.

b. *Shell-Mold Casting*

Shell molding, juga dikenal sebagai *shell-mold casting*, adalah proses *pendable mold casting* yang menggunakan campuran pasir dengan pengikat resin termoset untuk membentuk cetakan. Shell mold casting memungkinkan penggunaan logam besi maupun non-besi, paling sering menggunakan besi cor, baja karbon, baja paduan, stainless steel, paduan aluminium, dan paduan tembaga. Komponen khusus yaitu memiliki ukuran tertentu dan memerlukan akurasi tinggi.

Proses *shell mold casting* terdiri dari langkah-langkah berikut: (1) Pada logam dipanaskan dan diletakkan di atas kotak yang telah berisi pasir dengan campuran resin termoset; (2) Kotak dibalik sehingga campuran pasir dan resin jatuh di atas pola yang masih panas, membentuk lapisan campuran yang melapisi permukaan pola sehingga membentuk kulit keras; (3) Kotak dikembalikan ke posisi semula, sehingga kelebihan pasir kembali jatuh ke dalam kotak; (4) Kulit pasir dipanaskan dalam oven selama beberapa menit sehingga seluruh kulit mengering; (5) Cetakan kulit dilepaskan dari polanya; (6) Dua belahan cetakan kulit dirakit, didukung oleh butiran pasir atau butiran logam dalam sebuah rangka cetak,

dan kemudian dilakukan penuangan; dan (7) Coran yang telah selesai dengan saluran turun dilepaskan dari cetakan.

c. Vacuum-Mold Casting

Cetakan vakum disebut juga proses-V, menggunakan cetakan pasir yang disatukan dengan tekanan vakum. Jadi istilah vakum pada proses ini adalah metode pembuatan cetakan, bukan metode pengecoran.

Tahapan proses adalah: (1) Lembaran plastik ditarik diatas pola kup dan drug dengan vakum; (2) Rangka cetak (flask) yang di desain secara khusus, ditaruh diatas pelat pola dan diisi pasir, saluran turun (sprue) dan cawan tuang (cup) dibentuk dalam pasir; (3) Lembaran plastik yang lain ditempatkan diatas rongga cetak, dan ditarik dengan tekanan vakum, sehingga buturan pasir disatukan membentuk cetakan padat; (4) Tekanan vakum dilepaskan, kemudian pola diangkat dari cetakan; (5) Cetakan disatukan dengan pasangannya untuk membentuk kup dan drug, kemudian divakum untuk memperkuat kedua bagian tersebut. Selanjutnya dilakukan penuangan logam cair, lembaran plastik akan habis terbakar dengan cepat setelah tersentuh logam cair. Setelah pembekuan, seluruh pasir dapat didaur ulang untuk digunakan kembali.

Keuntungan dari proses vakum adalah: (1) Tidak menggunakan bahan pengikat; (2) Pasir tidak perlu dikondisikan secara khusus (karena tidak menggunakan bahan pengikat); (3) Karena tidak ada air yang dicampurkan kedalam pasir, maka kerusakan coran akibat uap lembab dapat dihindarkan. Kelemahan dari proses vakum adalah Proses pembuatannya relatif lambat, dan tidak segera dapat digunakan.

2. Teknik non-traditional terbagi atas :

a. Permanent-Mold Casting

Pengecoran cetakan permanen menggunakan cetakan logam yang terdiri dari dua bagian untuk memudahkan pembukaan dan penutupannya. Pada umumnya cetakan ini dibuat dari bahan baja atau besi tuang. Logam yang biasa dicor dengan cetakan ini antara lain alumunium, magnesium, paduan tembaga, dan besi tuang. Keuntungan pengecoran dengan cetakan permanen adalah Hasil cetakan bersih bebas dari inklusi, kerusakan akibat

porositas gas dan oksidasi dapat diperkecil, dan sifat mekaniknya meningkat.

b. Centrifugal Casting

Pengecoran sentrifugal dilakukan dengan menuangkan logam cair ke dalam cetakan yang berputar. Akibat pengaruh gaya sentrifugal logam cair akan terdistribusi ke dinding rongga cetak dan kemudian membeku. Dalam casting sentrifugal, sebuah cetakan tetap diputar terus menerus terhadap sumbunya dengan kecepatan tinggi (300 sampai 3000 rpm) sebagai logam cair dituang. Cairan logam sentrifugal dilemparkan ke arah dinding cetakan dalam, dimana ia membeku setelah pendinginan. pengecoran biasanya casting halus dengan diameter luar yang sangat halus, karena dingin terhadap permukaan cetakan. Kotoran dan inklusi dibuang ke permukaan diameter dalam, yang dapat mesin jauh. Mesin tuang dapat berupa vertikal horisontal atau sumbu. Sumbu horisontal mesin lebih disukai untuk panjang, silinder tipis, mesin vertikal untuk cincin. Kebanyakan tuang dipadatkan dari pertama di luar. Ini dapat digunakan untuk mendorong pembekuan arah pengecoran, dan dengan demikian memberikan sifat metalurgi berguna untuk itu. Sering kali lapisan dalam dan luar dibuang dan hanya zona kolumnar perantara digunakan. Bahan khas yang dapat cor dengan proses ini adalah besi, baja, baja tahan karat, kaca, dan paduan dari aluminium, tembaga dan nikel. Dua bahan ini dapat dicetak bersama dengan memperkenalkan bahan kedua selama proses tersebut.

Kelebihan menggunakan *centrifugal casting* adalah: (1) Riser tidak diperlukan; (2) Produk yang berlekuk-lekuk dapat diproses dengan permukaan yang baik; (3) Toleransi benda kecil; dan (4) Benda kerja uniform. Kekurangan menggunakan *centrifugal casting* adalah: (1) Harga peralatan mahal; (2) Biaya maintenance mahal; (3) Laju produksi rendah; (4) Satu cetakan hanya digunakan untuk satu produk; dan (5) Gaya sentrifugal besar.

c. *Plaster-Mold Casting*

Pengecoran dengan cetakan plaster mirip dengan cetakan pasir, hanya cetakannya dibuat dengan plaster ($2\text{CaSO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$) sebagai pengganti pasir. Bahan tambahan, seperti bubuk dan silika dicampur dengan plaster untuk: mengatur kepadatan, mengatur waktu pengeringan cetakan, mengurangi terjadinya keretakan, dan meningkatkan kekuatan. Untuk membuat cetakan, plaster dicampur dengan air dan dituangkan ke dalam pola plastik atau logam dalam rangka cetak (flask) dan dibiarkan mengering (catatan: pola kayu kurang sesuai untuk cetakan plaster).

Keuntungan cetakan plaster adalah: (1) Permukaan akhir baik; (2) Dimensi akurat; (3) Mampu membuat bagian coran yang tipis. Kelemahan cetakan plaster adalah: (1) Perawatan cetakan plaster sulit sehingga jarang digunakan untuk produksi tinggi; (2) Kekuatan cetakan akan berkurang bila terlalu kering; (3) Bila cetakan tidak kering uap lembab akan merusak hasil coran; (4) Permeabilitas cetakan rendah, sehingga uap sulit keluar dari rongga cetak; (5) Tidak tahan temperatur tinggi.

d. *Investment Casting*

Proses pengecoran dengan pola tertanam dalam rangka cetak, kemudian pola dihilangkan dengan cara pemanasan sehingga diperoleh rongga cetak. Pola biasanya terbuat dari lilin (*wax*), plastik atau material yang mudah meleleh. Proses pengecoran dengan *Investment casting* ini menghasilkan produk yang akurat karena mould (cetakan) nya sangat kaku (*rigid*) serta digunakan hanya untuk satu buah produk dan untuk produk berikutnya harus membentuk mould baru, namun dalam satu rangka cetak dapat terdiri dari beberapa buah pola untuk beberapa buah produk yang tersusun dengan perencanaan saluran tunggal untuk proses penuangan (*mono-shelles Mold*).

Proses pengecoran dengan metode *Investment Casting* ini dilakukan pada dapur Vacuum untuk menghindari terbentuknya rongga yang diakibatkan oleh gelembung uap atau udara. *Investment Casting* memungkinkan untuk membentuk benda tuangan yang tidak mungkin untuk dibentuk dengan metode-metode yang lain seperti *sand Casting* dan

lain-lain yang menuntut kemudahan dalam melepas model (Pattern) sebagaimana terjadi dalam metoda *Sand Casting* atau mungkin kemudahan dalam mengeluarkan benda hasil penuangan dari dalam cetakan sebagaimana yang terjadi dalam *Die Casting*.

Tahapan *Investment Casting*: (1) Pola lilin dibuat; (2) Beberapa pola ditempelkan pada saluran turun (*sprue*) membentuk pohon bola; (3) Pohon pola dilapisi dengan lapisan tipis bahan tahan api; (4) Seluruh cetakan terbentuk dengan menutup pola yang telah dilapisi tersebut dengan bahan tahan api sehingga menjadi kaku; (5) Cetakan dipegang dalam posisi terbalik, kemudian dipanaskan sehingga lilin meleleh dan keluar dari dalam cetakan; (6) Cetakan dipanaskan kembali dalam suhu tinggi, sehingga semua kotoran terbuang dari cetakan dan semua logam cair dapat masuk kedalam bagian-bagian yang rumit disebut proses preheating; dan (7) Setelah logam cair dituangkan dan membeku cetakan dipecahkan, dan coran dilepaskan dari *sprue*-nya.

Keuntungan *Investment Casting* yaitu: (1) Dapat membuat produk dengan bentuk yang rumit; (2) Dimensi produk yang baik, sangat presisi, tanpa finishing; (3) Permukaan yang halus; (4) Tidak memiliki parting line; (5) Hanya diperlukan sedikit permesinan; dan (6) Dapat memproduksi banyak produk dalam satu kali proses pengecoran. Kerugian *Investment Casting* yaitu: (1) Biaya pembuatan yang tinggi; (2) Hampir tidak dapat didaur ulang (keramik); (3) Sulit untuk membuat produk yang memiliki inti; dan (4) Terbatas untuk pengecoran produk yang berukuran kecil.

e. Solid-Ceramic Casting

Cetakan keramik mirip dengan cetakan plaster, bedanya cetakan keramik menggunakan bahan keramik tahan api yang lebih tahan temperatur tinggi dibandingkan dengan plaster. Jadi cetakan keramik dapat digunakan untuk mencetak baja, besi tuang, dan paduan lainnya yang mempunyai titik lebur tinggi. Penggunaan sama dengan cetakan plaster hanya titik lebur logam coran lebih tinggi. Kelebihan lainnya = cetakan plaster.

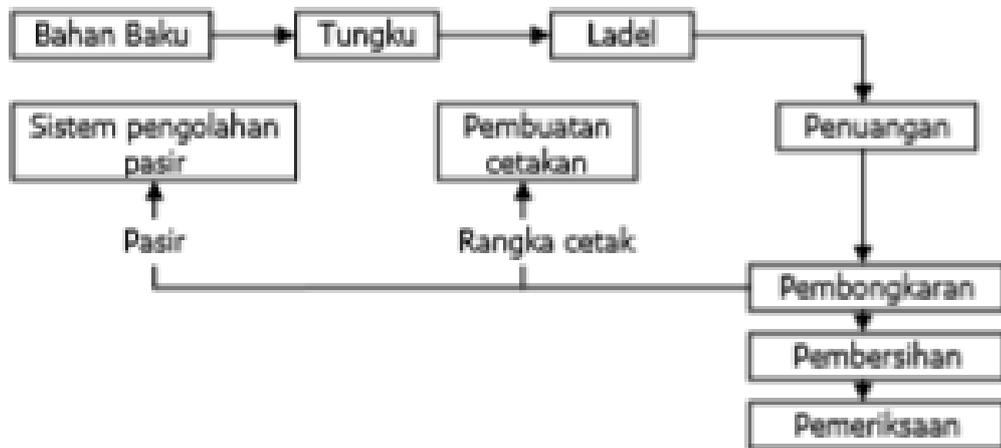
2.2 Cetakan Pasir (*Sand Casting*)

Buku pertama yang menggambarkan proses *sand casting* (*Schedula Diversarum Artium*) ditulis sekitar tahun 1100 Masehi oleh *Theophilus Presbyter*, seorang biarawan yang menggambarkan proses manufaktur, termasuk resep untuk ukiran. *Sand casting* digunakan dalam industri penerbangan dan pembangkit listrik untuk memproduksi bilah turbin dengan bentuk yang kompleks atau sistem pendingin. *Sand casting* juga banyak digunakan oleh produsen senjata api untuk rumah peluru, pelatuk, dan bagian presisi lainnya dengan biaya rendah. Industri lain yang menggunakan bagian standar *sand casting* termasuk militer, kesehatan, komersial dan otomotif.

Terminologi Pengecoran dengan Cetakan Pasir Secara umum cetakan harus memiliki bagian-bagian utama sebagai berikut: (1) *Cavity* (rongga cetakan), merupakan ruangan tempat logam cair yang dituangkan ke dalam cetakan. Bentuk rongga ini sama dengan benda kerja yang akan dicor. Rongga cetakan dibuat dengan menggunakan pola; (2) *Core* (inti), fungsinya adalah membuat rongga pada benda coran. Inti dibuat terpisah dengan cetakan dan dirakit pada saat cetakan akan digunakan. Bahan inti harus tahan menahan temperatur cair logam paling kurang bahannya dari pasir; (3) Gating sistem (sistem saluran masuk), merupakan saluran masuk ke rongga cetakan dari saluran turun. Gating sistem suatu cetakan dapat lebih dari satu, tergantung dengan ukuran rongga cetakan yang akan diisi oleh logam cair; (4) *Sprue* (Saluran turun), merupakan saluran masuk dari luar dengan posisi vertikal. Saluran ini juga dapat lebih dari satu, tergantung kecepatan penuangan yang diinginkan. *Pouring basin*, merupakan lekukan pada cetakan yang fungsi utamanya adalah untuk mengurangi kecepatan logam cair masuk langsung dari cetakan ke *sprue*. Kecepatan aliran logam yang tinggi dapat terjadi erosi pada *sprue* dan terbawanya kotoran-kotoran logam cair yang berasal dari tungku kerongga cetakan; (5) *Raiser* (penambah), merupakan cadangan logam cair yang berguna dalam mengisi kembali rongga cetakan bila terjadi penyusutan akibat solidifikasi.

Pengecoran dengan cetakan pasir melibatkan aktivitas-aktivitas seperti menempatkan pola dalam kumpulan pasir untuk membentuk rongga cetak, membuat sistem saluran, mengisi rongga cetak dengan logam cair, membiarkan

logam cair membeku, membongkar cetakan yang berisi produk coran membersihkan produk cor. Seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Proses pembuatan benda coran (Surdia dan Chijiwa, 1986)

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

Keuntungan pengecoran *Sand casting*: (1) Sangat tepat untuk mengecor benda-benda dalam jumlah kecil; (2) Tidak memerlukan pemesinan lagi; (3) Menghemat bahan coran; (4) Permukaan mulus; (5) Tidak diperlukan pembuatan pola belahan kayu yang rumit; (6) Tidak diperlukan inti atau kotak inti ; (7) Pengecoran jauh lebih sederhana

Kerugian pengecoran *Sand casting*: (1) Pola rusak sewaktu dilakukan pengecoran; (2) Pola lebih mudah rusak, oleh karena itu memerlukan penanganan yang lebih sederhana; (3) Pada pembuatan pola tidak dapat

digunakan mesin mekanik; (4) Tidak ada kemungkinan untuk memeriksa keadaan rongga cetakan.

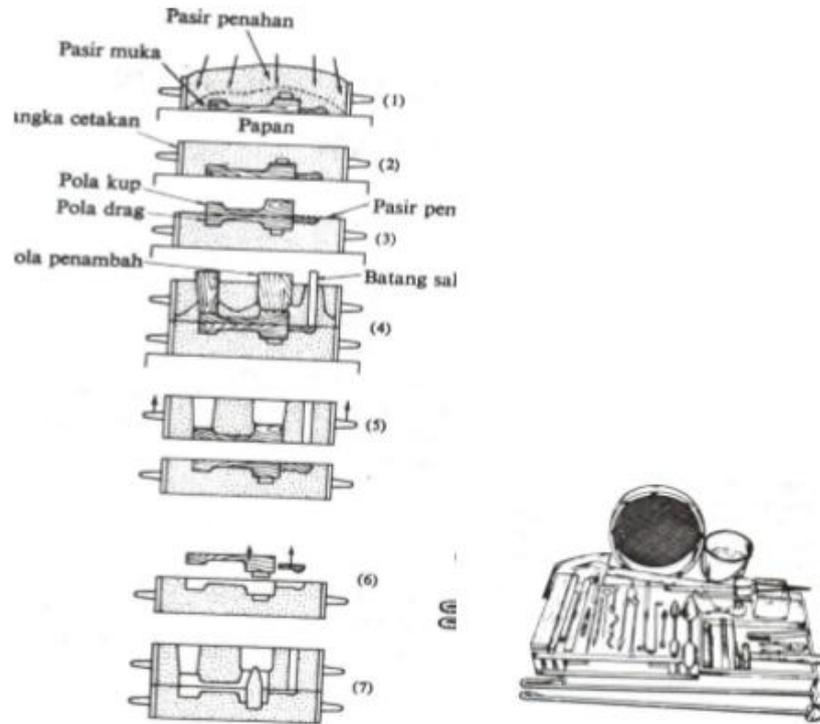
2.2.1 Pembuatan Cetakan

Ada dua macam pembuatan cetakan pasir, yaitu pembuatan cetakan dengan tangan dan pembuatan cetakan dengan mesin. Cetakan terdiri dari dua, yaitu cetakan atas yang disebut kup dan cetakan bawah yang disebut *drag*.

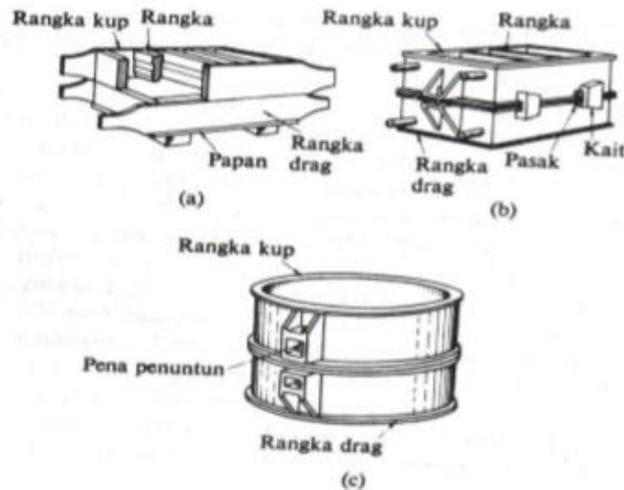
2.2.1.1 Pembuatan Cetakan Dengan Tangan

Pembuatan cetakan dengan tangan dilaksanakan jika jumlah produksinya kecil dan bentuk coran yang sulit dan sukar dibuat oleh mesin atau coran yang besar sekali.

Pembuatan cetakan dengan tangan dari pasir basah dilakukan dengan urutan sebagai berikut: (1) Papan cetakan diletakkan pada lantai yang rata dengan pasir yang tersebar mendatar; (2) Pola dan rangka cetakan untuk drag diletakkan diatas papan cetakan. Rangka cetakan harus cukup besar sehingga tebalnya pasir 30 sampai 50 mm. letak saluran turun lebih dahulu; (3) Pasir muka yang telah ditaburkan untuk menutupi permukaan pola dalam rangka cetak. Lapisan pasir muka dibuat setebal 30 mm; (4) Pasir cetak ditimbun diatasnya dan dipadatkan dengan penumbuk. Dalam penumbukan ini harus dilakukan dengan hati-hati agar pola tidak terdorong langsung oleh penumbuk. Kemudian pasir yang tertumpuk melewati tepi atas dari rangka cetakan digaruk dan cetakan diangkat bersama pola dari papan cetakan; (5) Cetakan dibalik dan diletakkan pada papan cetakan, dan setengah pola lainnya bersama-sama rangka cetakan untuk kup dipasang diatasnya, kemudian bahan pemisah ditaburkan di permukaan pisah dan di permukaan pola; (6) Batang saluran turun atau pola untuk penambah dipasang, kemudian pasir muka dan pasir cetak dimasukkan dalam rangka cetakan dan dipadatkan; (7) Pengalir dan saluran dibuat dengan mempergunakan spatula. Pola untuk pengalir dan saluran dipasang sebelumnya yang bersentuhan dengan pola utama, jadi tidak perlu dibuat dengan spatula. Inti yang cocok dipasang pada rongga cetakan dan kemudian kup dan drag ditutup, seperti pada gambar 2.2.



(a) Pembuatan Cetakan Dengan Tangan



(b). Rangka Cetakan

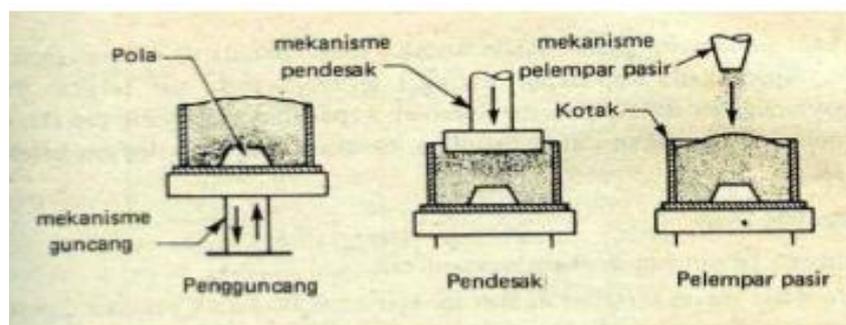
Gambar 2.2. Perlengkapan Pembuatan Cetakan dengan Tangan (Surdia dan Chijiwa, 1986)

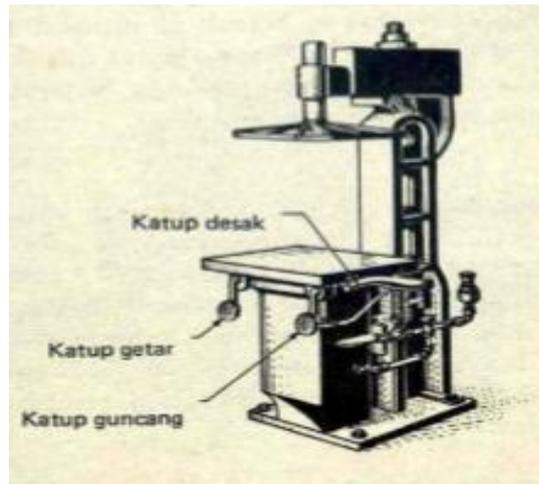
Gambar 2.2. menunjukkan perkakas tangan yang dipergunakan untuk pembuatan cetakan dengan tangan. Diantara banyak macam rangka cetakan yang dipergunakan, yang paling lazim dipergunakan adalah rangka cetakan kayu atau logam. Seperti pada Gambar 2.2.a. dimana pasir

cetak dimasukkan dan dipadatkan untuk dibuat cetakan. Beberapa rangka cetakan berbentuk bundar. Selain itu, dipakai juga rangka cetakan yang dapat dibuka seperti pada gambar 2.2.b.

2.2.1.2 Pembuatan Cetakan Dengan Mesin

Pada pembuatan produk jumlah banyak, pembuatan cetakan dengan mesin menjadi lebih efisien dan dapat menjamin hasil cetakan yang baik. Mesin yang digunakan dipilih berdasarkan ukuran, bentuk, berat, dan jumlah produk yang diinginkan. Mesin-mesin yang digunakan antara lain: (1) Mesin guncang (Jolt machine). Prinsip kerjanya adalah menaik turunkan pasir dalam rangka cetak. Meja mesin yang sudah berisi cetakan dinaikkan 100 – 120 mm dengan tekanan udara, kemudian dilepaskan (jatuh bebas). Proses pengguncangan ini diulang-ulang sampai dicapai kepadatan tertentu. Hasil dari pengguncangan ini, pasir akan memadat dan merata pada permukaan sekitar pola, makin menjauhi pola kepadatan makin berkurang. Oleh karena itu mesin ini hanya dapat mengerjakan satu per satu dan cocok untuk cetakan ukuran besar. (2) Mesin desak (squeeze machine). Prinsip kerjanya adalah menekan pasir. Hasil dari proses ini, kepadatan pasir hanya berada di dekat penekan, makin ke bawah/mendekati pola kepadatan makin berkurang. Oleh karenanya hanya cocok untuk benda tipis. (3) Mesin guncang desak (jolt-squeeze machine). Untuk mengatasi kelemahan dari kedua mesin tersebut di atas, kedua cara ini digabung dalam satu mesin, dengan tujuan memperoleh kepadatan yang merata ke seluruh bagian. Urutan pengerjaannya adalah diguncang dahulu, kemudian didesak. Seperti pada gambar 2.3.

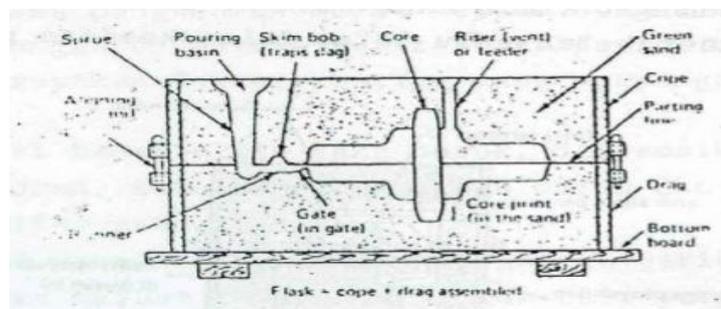




Gambar 2.3. Mekanisme Guncang dan Desak

2.2.2 Nama – Nama Bagian Cetakan

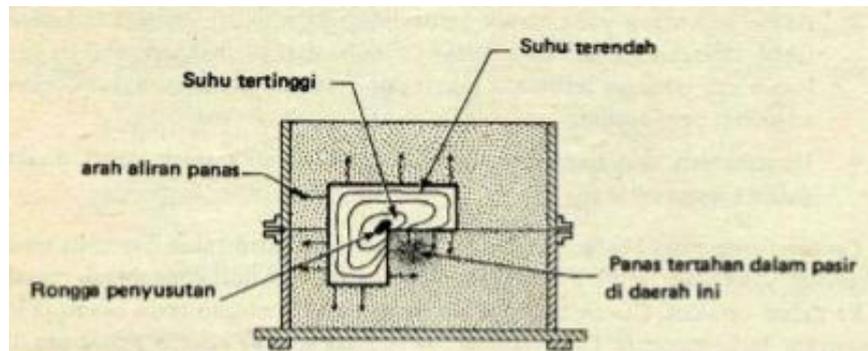
Bentuk cetakan pasir yang sudah siap untuk dituang dan nama-nama bagian cetakan dapat dilihat pada gambar 2.4. yaitu: (1) Rongga cetak (*cavity*), merupakan ruang tempat logam cair bentuknya sesuai dengan bentuk produk (hasil dari pola); (2) Inti (*core*), digunakan bila dalam suatu coran perlu dibuat rongga atau lubang; (3) Pasir cetak (*green sand*), sebagai bahan cetakan; (4) Saluran turun (*sprue*), saluran yang dilalui logam cair dari cawan tuang menuju pengalir dan saluran masuk; (5) Pengalir (*turner*), saluran yang membawa logam cair dari saluran turun ke bagian – bagian yang sesuai pada cetakan; (6) Cawan tuang (*pouring basin*), merupakan penampung pertama logam cair dari penuang (*ladle*), yang berfungsi sebagai pencegah masuknya kotoran (pasir, terak/*slag*); (7) Penambah (*riser*), berfungsi sebagai pengisi/cadangan logam cair bila terjadi penyusutan. Seperti pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Cetakan Pasir Lengkap Siap Tuang dan Nama Bagiannya

Sistem perencanaan saluran masuk dan pengisian yang baik akan: (1) Membuat logam cair mengalir dan mengisi cetakan dengan cepat; (2) Memperkecil olakan logam cair di dalam rongga cetak; (3) Mengurangi/mencegah terperangkapnya gas-gas dalam logam cair; (4) Mengarahkan pembekuan dari pusat dan merambat ke arah riser; (5) Mencegah terjadinya erosi pada dinding cetakan dan sistem saluran.

Penyusutan terjadi bila logam membeku dan bila pembekuan tidak diatur dengan baik dapat terjadi rongga penyusutan yang besar. Seharusnya solidifikasi dikendalikan sedemikian sehingga rongga terjadi di saluran turun, saluran masuk atau penambah. Pada gambar 2.5. terlihat gradien suhu dan garis isoterm dalam suatu benda coran serta arah aliran panas logam. Umumnya rongga penyusutan terjadi di daerah di mana terjadi pembekuan logam cair paling akhir atau daerah yang paling tinggi suhunya. Desain cetakan harus dimodifikasi sedemikian sehingga hal-hal seperti ini dapat dihindarkan. Seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Isoterm yang menunjukkan daerah di mana mungkin terjadi rongga penyusutan

2.2.3 Pasir Cetak

Pasir cetak merupakan suatu campuran antara pasir, bahan pengikat, dan air dalam perbandingan tertentu. Jenis pasir cetak yang sering digunakan ada 2 macam, yaitu: 1) Pasir alam, yang didapat dari alam. Syarat untuk pasir cetak alam adalah bahan – bahan yang dibutuhkan harus mengandung seperti silika, lempung, air yang semuanya terdapat di alam; 2) Pasir tiruan atau pasir dengan campuran bahan lain yang dibuat manusia, seperti pasir silika, zircon ($ZrSiO_4$), pasir hijau, atau olivine ($2(MgFe)O.SiO_2$). Untuk pasir tiruan ini, khususnya pasir

silika perlu ditambah 8-15% tanah liat guna menaikkan daya ikat (sifat kohesif) agar mudah dibentuk.

2.2.3.1 Syarat Pasir Cetak

Pasir cetak memerlukan sifat-sifat yang memenuhi persyaratan sebagai berikut: (1) Tahan panas, agar tidak hancur karena panasnya logam yang dituang; (2) Mempunyai sifat mampu bentuk (gaya kohesif yang besar) sehingga mudah dalam pembuatan, kuat, tidak rusak karena dipindah-pindah dan dapat menahan logam cair pada waktu dituang kedalamnya; (3) Permeabilitas yang cocok, memungkinkan gas-gas yang terjadi selama pengecoran dapat keluar dengan mudah melalui rongga-rongga di antara butir-butir pasir; (4) Distribusi besar butir yang cocok. Disesuaikan dengan ukuran coran dan kehalusan permukaan coran; (5) Komposisi yang cocok, karena mengalami peristiwa kimia dan fisika akibat temperatur logam cair yang tinggi; (6) Mampu dipakai lagi, agar ekonomis; (7) Harganya murah.

Untuk mengecek sifat-sifat pasir cetak dilakukan berbagai pengujian antara lain meliputi: (1) Pengujian kadar air, untuk mengetahui kandungan air di dalam pasir cetak; (2) Pengujian permeabilitas, untuk mengetahui kemampuan pasir cetak dilalui oleh gas-gas; (3) Pengujian kekuatan. Kekuatan harus cukup agar cetakan tidak mudah pecah, tidak menyebabkan coran retak sewaktu penyusutan serta memudahkan dalam pembongkaran; (4) Pengujian kadar lempung. Kekurangan kadar lempung menyebabkan turunnya kekuatan, sedangkan kadar lempung yang berlebihan menyebabkan memburuknya permeabilitas dan membentuk gumpalan-gumpalan butir pasir serta menyulitkan dalam pembongkaran; (5) Pengujian distribusi besar butir, guna mengetahui kehalusan butir dan luas permukaan butir.

2.2.4 Pola

Pola merupakan bentuk tiruan dari benda kerja yang sebenarnya dan digunakan untuk membuat rongga cetakan. Bahan pola yang sering digunakan adalah kayu dan logam. Pola logam dipergunakan agar dapat menjaga ketelitian ukuran benda coran, terutama dalam produksi massal sehingga umur pola bisa

lebih tahan lama dan produktivitasnya lebih tinggi. Pola kayu lebih murah, cepat pembuatannya dan mudah diolahnya dibanding dengan pola logam. Karena itu pola kayu umumnya dipakai untuk cetakan pasir. Secara umum macam pola ada 6, yaitu: (1) Pola tunggal. Merupakan pola yang paling sederhana, mudah dibuat dan dipakai, akan tetapi pemakaiannya terbatas hanya untuk bentuk-bentuk sederhana; (2) Pola belah. Merupakan pola yang terpisah tepat pada bidang tengahnya. Pola ini digunakan untuk mengatasi kelemahan pola tunggal; (3) Pola yang dapat dibongkar pasang (pola terlepas), digunakan untuk produk yang rumit; (4) Pola ganda, untuk produksi besar dengan ukuran kecil dan bentuk sederhana; (5) Pola berpasangan, mirip dengan pola terbelah hanya keduanya dihubungkan dengan papan penyambung; (6) Pola khusus. Pola untuk keperluan-keperluan pengecoran yang kompleks.

2.2.5 Inti

Inti adalah suatu bentuk dari pasir yang dipasang pada rongga cetakan untuk mencegah pengisian logam cair pada bagian yang seharusnya berbentuk lubang atau rongga dalam suatu coran. Inti dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu inti basah dan inti kering.

Sedapat mungkin inti dibuat dengan cara basah karena ongkos pembuatannya murah. Inti dengan cara basah banyak digunakan pada lubang dalam benda cetak. Disamping itu kerugian pada inti basah antara lain: (1) Biasanya lemah, tidak bisa menggantung (tidak kuat menahan beratnya sendiri); (2) Pasir mudah gugur; (3) Kedudukan kurang teliti. Inti pasir kering merupakan inti pasir yang umumnya digunakan selain inti basah. Inti kering ini dibuat secara terpisah dan dipasang setelah pola dikeluarkan, sebelum cetakan ditutup. Pengeringan dilakukan dalam kamar pemanas (oven) pada temperatur 120-230°C. Sifat - sifat yang harus dimiliki inti kering adalah: (1) Cukup kuat dan keras setelah dipanaskan, gunanya untuk mencegah agar inti tidak sampai rusak oleh gaya-gaya sewaktu logam cair dituangkan, akibat proses pembekuan, serta perlakuan lain; (2) Cukup porus, agar dapat menghisap atau dilalui gas - gas yang berada dalam cetakan; (3) Harus dapat hancur pada waktu logam cair memadat/membeku untuk mencegah jangan sampai terjadi keretakan pada benda kerja dan juga memudahkan keluarnya coran dari dalam cetakan; (4) Harus

mempunyai permukaan yang licin; (5) Tahan panas, untuk dapat menahan temperatur pemuaihan.

2.3 Alumunium

Alumunium ditemukan oleh Sir Humphery Davy pada tahun 1809 sebagai suatu unsur, dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh H. C. Oersted di tahun 1825. Secara industri tahun 1886, Paul Heroult di Perancis dan C. M. Hall di Amerika Serikat secara terpisah telah memperoleh logam alumunium dari Alumina dengan cara elektrolisa dari geramnya yang terfusi. Sampai sekarang proses Heroult Hall masih dipakai untuk memproduksi alumunium. Penggunaan alumunium sebagai logam setiap tahunnya adalah pada urutan kedua setelah besi dan baja, yang tertinggal diantara logam *non ferro*. Produksi alumunium tahunan didunia mencapai 15 juta ton per tahun pada tahun 1981.

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

Unsur- unsur paduan dalam alumunium antara lain: (1) Tembaga (Cu), menaikkan kekuatan dan kekerasan, namun menurunkan *elongasi* (pertambahan panjang pangjangan saat ditarik). Kandungan Cu dalam alumunium yang paling optimal adalah antara 4-6%; (2) Zink atau Seng (Zn), menaikkan nilai tensile; (3) Mangan (Mn), menaikkan kekuatan dalam *temperature* tinggi; (4) Magnesium (Mg), menaikkan kekuatan alumunium dan menurunkan nilai *ductility*nya. Ketahanan korosi dan *weldability* juga baik; (5) Silikon (Si), menyebabkan paduan alumunium tersebut bisa diperlakukan panas untuk menaikkan kekerasannya; (6) Lithium (Li), ditambahkan untuk memperbaiki sifat tahan oksidasinya.

Alumunium merupakan logam dengan karakteristik massa jenis yang *relative* rendah (2,7 g/cm³), terletak pada golongan IIIA, dan memiliki nomor

atom 13, memiliki konduktivitas listrik dan panas yang tinggi dan tahan terhadap serangan korosi di berbagai lingkungan, termasuk di temperatur ruang, memiliki struktur FCC (*face centered cubic*), tetapi memiliki keuletan di kondisi *temperature* rendah serta memiliki *temperature* lebur 660°C. Alumunium adalah suatu logam yang secara termodinamika adalah logam yang reaktif.

Saat ini alumunium berkembang luas dalam banyak aplikasi industri seperti industri otomotif, rumah tangga, maupun elektrik, karena beberapa sifat dari alumunium itu sendiri, yaitu:

1. Ringan (*light in weight*)

Alumunium memiliki sifat ringan, bahkan lebih ringan dari magnesium dengan densitas sekitar 1/3 dari densitas besi. Kekuatan dari paduan alumunium dapat mendekati dari kekuatan baja karbon dengan kekuatan tarik 700 Mpa (100 Ksi). Kombinasi ringan dengan kekuatan yang cukup baik membuat alumunium sering diaplikasikan pada kendaraan bermotor, pesawat terbang, alat-alat konstruksi seperti tangga, *scaffolding*, maupun pada roket.

2. Mudah dalam pembentukannya (*easy fabrication*)

Alumunium merupakan salah satu logam yang mudah untuk dibentuk dan mudah dalam fabrikasi seperti *ekstrusi*, *forging*, *bending*, *rolling*, *casting*, *drawing*, dan *machining*. Struktur kristal yang dimiliki alumunium adalah struktur kristal FCC (*Face Centered Cubic*), sehingga alumunium tetap ulet meskipun pada temperatur yang sangat rendah. Bahan alumunium mudah dibentuk menjadi bentuk yang kompleks dan tipis. sekalipun, seperti bingkai jendela, lembaran alumunium foil, rel, *gording*, dan lain sebagainya.

3. Tahan terhadap korosi (*corrosion resistance*)

Alumunium tahan terhadap korosi karena fenomena pasivasi. Pasivasi adalah pembentukan lapisan pelindung akibat reaksi logam terhadap komponen udara sehingga lapisan tersebut melindungi lapisan dalam logam dari korosi. Hal tersebut dapat terjadi karena permukaan alumunium mampu membentuk lapisan alumina (Al₂O₃) bila bereaksi dengan oksigen.

4. Konduktifitas panas tinggi (*high thermal conductivity*)

Konduktifitas panas aluminium tiga kali lebih besar dari besi, maupun dalam pendinginan dan pemanasan. Sehingga aplikasi banyak digunakan pada radiator mobil, koil pada evaporator, alat penukar kalor, alat-alat masak, maupun komponen mesin.

5. Konduktifitas listrik tinggi (*high electrical conductivity*)

Konduktifitas listrik dari aluminium dua kali lebih besar dari pada tembaga dengan perbandingan berat yang sama. Sehingga sangat cocok digunakan dalam kabel transmisi listrik.

6. Tangguh pada temperatur rendah (*high toughness at cryogenic temperature*)

Aluminium tidak menjadi getas pada temperatur rendah hingga -100oC, bahkan menjadi lebih keras dan ketangguhan meningkat. Sehingga aluminium dapat digunakan pada material bejana yang beroperasi pada temperatur rendah (*cryogenic vessel*)

7. Tidak beracun (*non toxic*)

Aluminium tidak memiliki sifat racun pada tubuh manusia, sehingga sering digunakan dalam industri makanan seperti kaleng makanan dan minuman, serta pipa-pipa penyalur pada industri makanan dan minuman.

8. Mudah didaur ulang (*recyclability*)

Aluminium mudah untuk didaur ulang, bahkan 30% produksi aluminium di Amerika berasal dari aluminium yang didaur ulang. Pembentukan kembali aluminium dari material bekas hanya membutuhkan 5% energi dari pemisahan aluminium dari bauksit.

Dengan berbagai keunggulan dari aluminium tersebut, saat ini penggunaan aluminium sangat berkembang pesat terutama pada industri pesawat terbang dan otomotif. Masih banyak pengembangan yang dilakukan sehingga dapat menciptakan paduan aluminium baru yang memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda.

2.4 *Cylinder Head* (Kepala Silinder)

Cylinder Head adalah komponen penutup blok silinder yang bertugas menutup rongga silinder, dimana ruang yang ditutup tersebut adalah ruang pembakaran. Sehingga, dengan adanya penutup ini maka pembakaran bisa terjadi.

Jenis kepala silinder ada 2 yaitu:

1. kepala Silinder Motor 4T

Fungsi kepala silinder motor 4 tak adalah sebagai tempat letaknya mekanisme katup. Terdapat 12 komponen pada kepala silinder motor 4 tak, yaitu: (1) *Valve in* (klep masuk). Berfungsi untuk mengatur jalan masuknya campuran bahan bakar dan udara dari karburator ke ruang bakar; (2) *Valve ex* (klep buang). Berfungsi untuk mengatur jalannya pembuangan gas sisa pembakaran ke knalpot untuk di teruskan ke udara luar; (3) *Intake*. Berfungsi untuk tempat masuknya bahan bakar dan udara; (4) *Exhaust*. Berfungsi untuk tempat keluarnya sisa pembakaran bahan bakar dan udara; (5) *Rocker Arm In* (pelatuk klep masuk). Berfungsi sebagai perantara putaran atau tekanan cam untuk membuka dan menutupnya klep masuk; (6) *Rocker Arm Ex* (pelatuk klep buang). Berfungsi sebagai perantara putaran atau tekanan cam untuk membuka dan menutupnya klep buang; (7) *Spring Valve In* (per klep masuk). Berfungsi sebagai pengembali klep masuk seperti semula setelah klep terbuka akibat tekanan pelatuk; (8) *Spring Valve Ex* (per klep buang). Berfungsi sebagai pengembali klep buang seperti semula setelah klep terbuka akibat tekanan pelatuk; (9) *Cam Shaft* (poros bubungan/noken as). Berfungsi sebagai pengatur waktu membuka dan menutupnya klep; (10) *Cam Sprocket* (gigi temeng). Berfungsi sebagai penggerak atau pemutar Cam Shaft; (11) Ruang Bakar. Berfungsi sebagai tempat terjadinya proses pembakaran; (12) Spark plug (busi). Berfungsi sebagai pemercik bunga api. Seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. *Cylinder Head sepeda motor 4T*

2. Kepala Silinder Motor 2T

Fungsi kepala silinder motor 2 tak adalah sebagai tempat letaknya mekanisme busi. Kepala silinder merupakan *static part*, artinya komponen ini bersifat statis atau tidak bergerak. Karena fungsinya memang hanya sebagai penutup bagian atas blok silinder. Pada motor 2 tak hanya terdapat 2 komponen kepala silinder, yaitu busi dan ruang bakar. Jadi setelah kepala silinder terpasang diatas blok silinder, maka pembakaran didalam mesin bisa terjadi. Seiring berjalannya waktu dengan teknologi yang semakin berkembang, alumunium menjadi salah satu paduan dalam pembuatan *Cylinder Head*. Sebab dibandingkan bahan besi tuang, kemampuan pendinginan yang dimiliki oleh bahan alumunium jauh lebih besar. Seperti pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. *Cylinder Head* Sepeda Motor 2T

Pada kepala silinder memiliki bentuk yang rumit dalam pengecorannya. Akhir-akhir ini banyak mesin yang kepala silindernya dibuat dari paduan alumunium salah satunya yaitu ADC 12, karena memiliki kemampuan pendingin lebih besar dibanding dengan yang terbuat dari besi tuang. Dari sekian banyak proses casting yang telah berkembang pada saat ini, tentu perlu menentukan jenis casting yang sesuai dengan kebutuhan, sedangkan pemilihan proses ini tentunya sangat tergantung dari beberapa aspek. Pengecoran yang menggunakan cetakan dari pasir merupakan sistem yang paling murah diantara proses pengecoran lainnya.

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Adapun tempat dilakukannya penelitian adalah di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian ini ini yaitu dimulai sejak tanggal dilaksanakannya usulan judul penelitian oleh ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan akan dikerjakan selama kurang lebih 6 bulan sampai dinyatakan selesai, seperti pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Uraian kegiatan	Bulan						Ket
		Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	
1	Pengajuan Judul	■						
2	Studi Literatur		■					
3	Persiapan Alat Dan Bahan		■	■				
4	Pelaksanaan Penelitian			■	■			
5	Pengolahan Data				■	■		
6	Asistensi Dan Perbaikan					■	■	

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Alumunium.

Alumunium yang digunakan dalam pengujian ini adalah alumunium sisa dari rangka etalase karena limbah alumunium ini masih bisa didaur ulang kembali dan mudah didapat dengan harga ekonomis. Bahan baku ini akan dipotong kecil- kecil dan dibersihkan dengan diterjen lalu keringkan sebelum dilebur, seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.1. Alumunium Batang (Bahan Baku Pembuatan Etalase)

2. Pasir cetak / pasir silica.

Digunakan sebagai pembentuk cetakan yang sesuai dengan bentuk yang dibutuhkan untuk penelitian ini. Pasir silica yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 10,5 kg sedangkan air yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 1,2 kg. Pasir silica yang digunakan hanya ditambahkan air secukupnya lalu diaduk sampai merata dan pasirpun dimasukkan kecetakan lalu dipadatkan dan dibentuk cetakan sesuai dengan kebutuhan untuk membuat specimen, seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Pasir cetak / pasir silica.

3. Bentonit

Natrium Bentonit (berguna sebagai bahan perekat) Bentonit dengan kandungan natrium sebagai kation utama yang dapat ditukar (dikenal dengan istilah exchangeable cation), mampu mengalami pengembangan volume hingga beberapa kali bila kontak dengan air (dikenal dengan istilah swelling),

membentuk koloid, bernilai viskositas tinggi, dan mampu mengikat air. Karakteristik tersebut membuat natrium bentonit dapat di aplikasikan pada bidang kontruksi dan teknik sipil, pengecoran logam serta pengeboran minyak dan gas. Bentonit yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 1,4 kg, seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Bentonit

4. Gula tetes tebu

Tetes tebu di dapatkan dari hasil pemisahan dengan kristal gula pada pengolahan gula tebu. Gula tetes tebu yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 0,4 kg. Sifat gula tetes tebu tidak mengandung gula yg mengkristal sehingga dapat di manfaatkan sebagai campuran untuk proses pembuatan cetakan pasir untuk mencetak logam, seperti pada gambar 3.4



Gambar 3.4. Gula tetes tebu.

Jumlah komposisi bahan cetakan dapat dilihat pada tabel 3.2. dibawah ini.

Tabel 3.2. Jumlah Komposisi Bahan Cetakan

NO	Bahan	Massa Bahan	
		Kg	%
1	Pasir Silika	10,5	78
2	Bentonit	1,4	10
3	Air	1,2	9
4	Gula Tetes	0,4	3

3.2.2 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Cylinder head

Cylinder head motor satria 2T sebagai pola saat pembuatan cetakan, seperti pada gambar 3.6.



Gambar 3.5. *Cylinder Head* Motor Satria 2T

2. kotak cetakan

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 diisi dengan pasir yang telah di haluskan dengan proses getaran atau penyaringan, dipadatkan

dan di keringkan hingga mengeras agar tahan saat penuangan, seperti pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Kotak Molding

3. Timbangan

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, seperti pada gambar 3.7.



Gambar 3.7. timbangan

4. Ayakan pasir

Ayakan pasir digunakan untuk mensterilkan ukuran partikel yang halus dengan yang kasar juga berfungsi sebagai pembersih pasir dari sampah yang terbawa dengan pasir. Ayakan yang di gunakan dalam proses pengecoran blok selinder ini menggunakan mesh50 sehingga permukaan dari hasil corcoran tidak berpori, , seperti pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Ayakan pasir mesh 50

5. Tungku Lebur/Tanur

Tungku Lebur yang ada di laboratorium produksi digunakan untuk melebur alumunium yang akan dijadikan spesimen pengujian, sebelum dipakai untuk melebur alumunium hidupkan tungku lebur hingga mencapai panas 660°C lalu masukkan alumunium ke wadah peleburan lalu masukkan kedalam tungku lebur, , seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. Tungku Lebur

6. Krusibel

Sebagai wadah bahan baku yang akan dilebur, alat ini dimasukkan didalam tungku lebur dan alumunium yang akan dicairkan dimasukkan didalam wadah, seperti pada gambar 3.10.

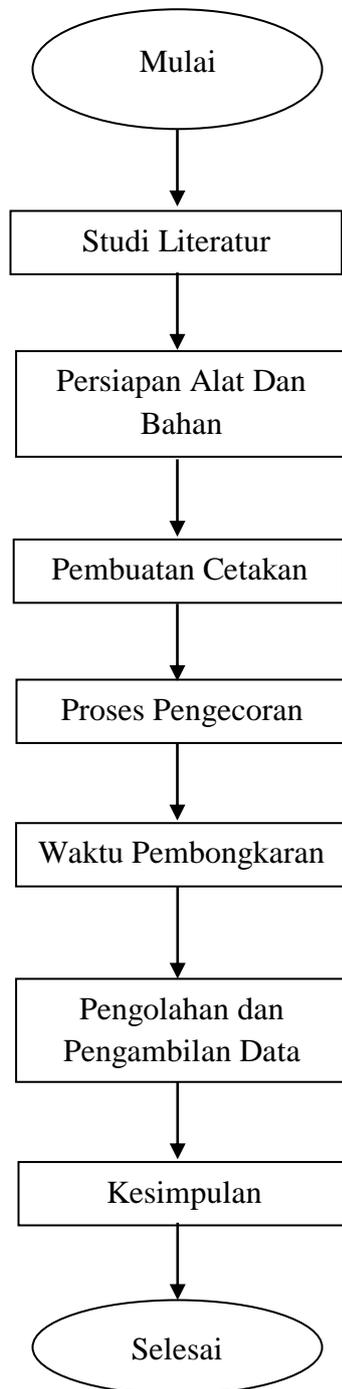


Gambar 3.10. Krusibel

7. Alat Pendukung

Digunakan untuk membantu pada saat proses pengecoran alumunium dan pembuatan spesimen uji, misalnya timbangan, jangka sorong, ayakan pasir, gerinda amplas, sikat baja, kuas kecil dan mesin bubut.

3.3 Bagan Alir Penelitian

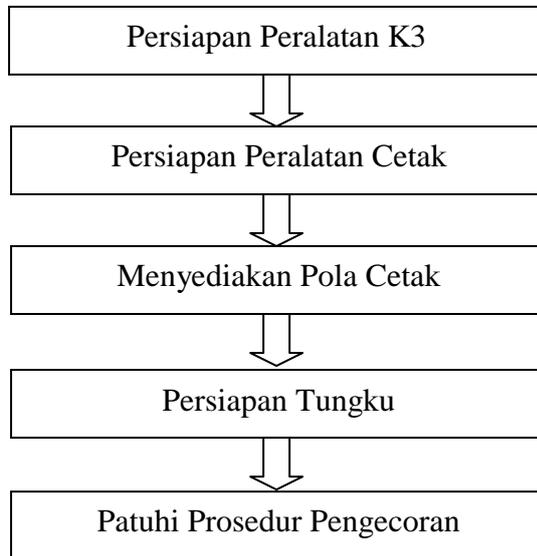


Gambar 3.11 Bagan Alir Penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Tahap Persiapan

Dalam proses pengecoran adapun persiapan yang harus kita lakukan sebelum melakukan poses pengecoran yaitu:

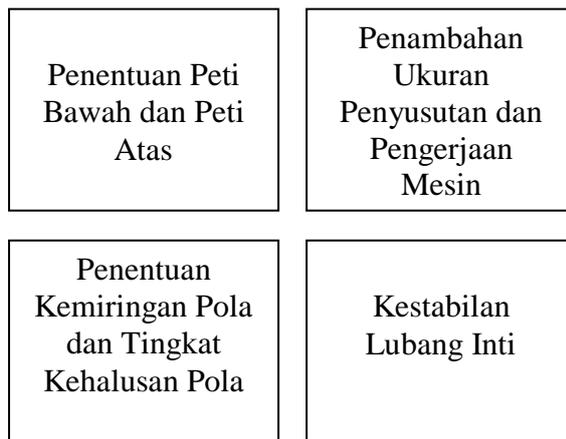


Keterangan bagan:

- Persiapkan peralatan K3 dengan baik dan gunakanlah dengan benar untuk menghindari kejadian buruk yang tidak diinginkan.
- Persiapkan perlengkapan dan peralatan seperti palu, tang, cetok, kayu saluran, rangka cetak, pasir cetak, bentonit, kedap air, air, gravit, dan lain sebagainya.
- Sediakan pola yang akan digunakan untuk membuat cetakan pada pasir cetak.
- Persiapkan tungku dan cek keadaan tungku apakah dalam keadaan baik dan siap digunakan.
- Patuhi prosedur dalam pengecoran untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan.

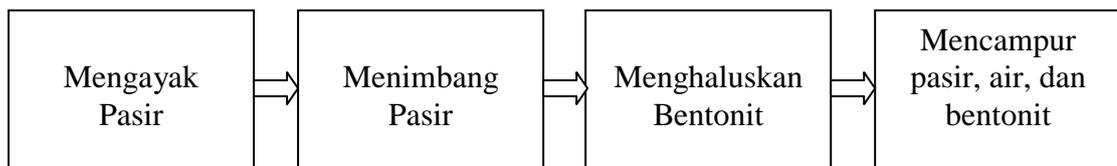
3.4.2 Pembuatan Pola

Bahan yang digunakan untuk pola adalah aluminium bekas cylinder head. Pembuatan pola dapat juga kita buat dengan melalui proses pmbubutan atau pengefraisan. Pada saat membuat pola harus dipertimbangkan juga hal yang sangat penting yaitu:



3.4.3 Pengolahan Pasir Cetak

Untuk pengolahan pasir cetak ada beberapa jenis pasir yang akan dapat digunakan yaitu pasir silica dan lain sebagainya. Proses pengolahan pasir cetak ini adalah:



Keterangan bagan:

- Mengayak pasir untuk memisahkan dari kotoran dan butiran-butiran pasir yang sangat kasar,
- Menimbang pasir dengan jumlah yang sudah ditentukan untuk memudahkan dalam menentukan perbandingan dengan air dan bentonit,
- Menghaluskan bentonit yang masih kasar untuk pencampuran dengan pasir agar mendapatkan hasil yang baik dalam pembuatan pasir cetak,
- Campurlah pasir, air, dan bentonit sesuai dengan yang ditentukan, seperti pada gambar 3.12.



Gambar 3.12. Mencampur Bentonit dengan Pasir Cetak

3.4.4 Pembuatan Cetakan

Pembuatan cetakan dilakukan untuk membuat pola yang akan di cor. Cetakan ini dibuat dari pasir cetak yang telah dicampur dengan bantunit dan air dengan perbandingan yang seimbang. Kualitas cetakan juga akan mempengaruhi hasil dari coran, cetakan yang kurang bagus akan menghasilkan cacat pada hasil pengecoran. Maka kita lakukan tahapan sebagai berikut:



Keterangan bagan:

- Letakkan rangka cetak bawah pada lantai yang sudah dibersihkan. Usahakan agar pola tidak terlalu mepet dengan rangka cetak bawah dan buat sistem aliran dengan baik,
- Pengisian rangka cetak bawah dengan pasir sampai penuh dan dipadatkan dengan bantuan palu kayu,
- Membalik rangka cetak bawah dengan hati-hati, lalu letakkan rangka cetak atas pada bagian atas rangka cetak bawah dengan posisi yang tetap. Kemudian tentukan sistem saluran dan tambahkan dngan pasir lagi sampai penuh dan padatkan kembali merata,

- d. Setelah itu lepas saluran secara perlahan, keluarkan pola yang sudah di pukul dengan palu plastic secara perlahan untuk memudahkan pengeluaran pola pada cetakan pasir ,
- e. Bersihkan cetakan dengan kuas kecil, setelah selesai bersihkan, hal yang dilakukan selanjutnya adalah penyatuan rangka cetak atas dan bawah dengan posisi semula, dan
- f. Terakhir letakkan cetakan pasir diatas tatakan dan tempatkan didekat dapur peleburan logam aluminium, seperti pada gambar 3.13.

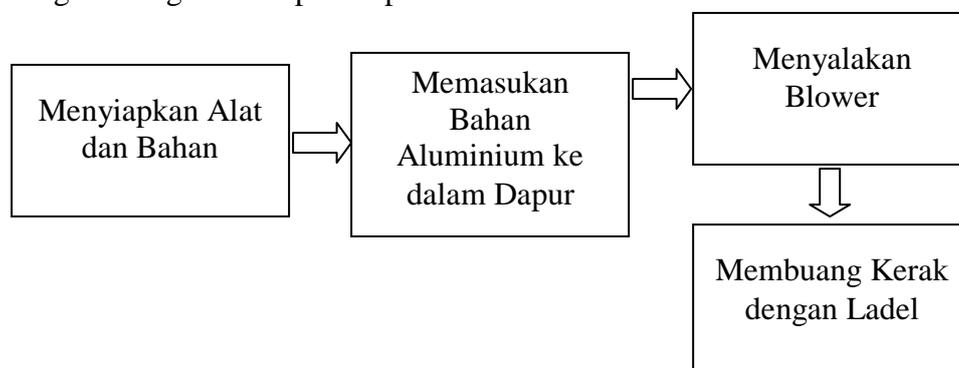


Gambar 3.13. Cetakan Pasir

3.4.5 Proses Peleburan

Peleburan logam aluminium merupakan aspek terpenting dalam operasi-operasi pengecoran karena berpengaruh langsung pada kualitas produk cor.

Langkah-langkah dari proses peleburan adalah:



Keterangan bagan:

- a. Siapkan bahan dan alat yang akan digunakan pada proses peleburan dan penuangan seperti fluks, boraks, piston (logam aluminium), ladle, dan dapur kupola,
- b. Masukkan bahan aluminium ke dalam dapur kupola,
- c. Nyalakan blower dengan bahan bakar oli bekas, kemudian masukkan pada lubang bagian bawah pada dapur kupola yang memang bertujuan untuk lubang pembakaran dan tunggu 2-3 jam sampai logam mencair sempurna, dan
- d. Setelah logam mencair buang kerak pada logam cair dengan menggunakan ladle yang sudah dipanaskan terlebih dahulu.

3.4.6 Proses Penuangan

Dalam proses penuangan pengecoran terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain:



Keterangan bagan:

- a. Pengeringan ladle yang tidak sempurna menyebabkan turunnya temperatur logam cair, oksidasi dari cairan dan cacat coran seperti rongga udara, lubang-lubang jarum dan sebagainya. Pengeringan ladle ini juga dimaksudkan agar suhu pada ladle dan logam coran yang sudah cair tidak berbeda jauh untuk mengurangi suhu pembekuan antara ladle dan logam coran.
- b. Sebelum penuangan, terak diatas cairan harus dibuang. Terak terjadi karena penambahan inoculan dan erosi dari lapisan. Untuk memudahkan pembuangan terak, dengan cara abu jerami atau tepung

glas ditaburkan diatas permukaan cairan logam, mereka menutupi permukaan cairan dan mencegah penurunan temperatur.

- c. Temperatur penuangan banyak mempengaruhi kualitas coran. Jika temperatur terlalu rendah menyebabkan waktu pembekuan yang pendek, kecairan yang buruk menyebabkan cacat coran seperti rongga penyusutan, rongga udara, salah alir, dan sebagainya.
- d. Dalam menuang logam penting dilakukan dengan tenang dan cepat. Selama penuangan ladle perlu terisi penuh dengan logam cair agar tidak menimbulkan kekurangan logam cair pada saat penuangan dan terjadinya cacat akibat kekurangan logam cair. Waktu penuangan yang cocok perlu ditentukan dengan mempertimbangkan berat, tebal coran, sifat cetakan dan lain sebagainya.

3.4.7 Proses Pembongkaran Cetakan

Sebelum proses pembongkaran dilakukan, kita tunggu logam cair sampai membeku terlebih dahulu sekitar 10-15 menit. Setelah logam sudah membeku bongkarlah cetakan pada wadah yang kosong agar pasir yang akan dibongkar tidak berserakan kemana-mana. Bongkar pasir dengan sekop secara perlahan sampai pola terlihat.

3.4.8 Pembersihan Coran

Pembersihan coran bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa pasir yang terdapat pada sela-sela coran agar lebih mudah saat dilakukan proses gerinda. Pembersihan ini dilakukan dengan sikat baja atau sapu kecil.

3.4.9 Pemeriksaan Hasil

Pemeriksaan hasil dilakukan untuk mengetahui cacat coran apa saja yang terjadi dalam hasil coran.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengecoran *Cylinder Head*

4.1.1 Waktu Proses Pembentukan *Cylinder Head*

Proses pengecoran aluminium untuk pembuatan cylinder head dengan menggunakan bahan bakar gas LPG 12Kg pada bukaan keran 1/2 dan burner berukuran diameter ujung 5cm memerlukan waktu lebih kurang 3 jam 15 menit yakni 3 jam proses peleburan aluminium dan 15 menit pendinginan logam cair dalam cetakan. Adapun gambar burner dan tabung gas yang dipakai untuk penelitian terlihat pada gambar 4.1.

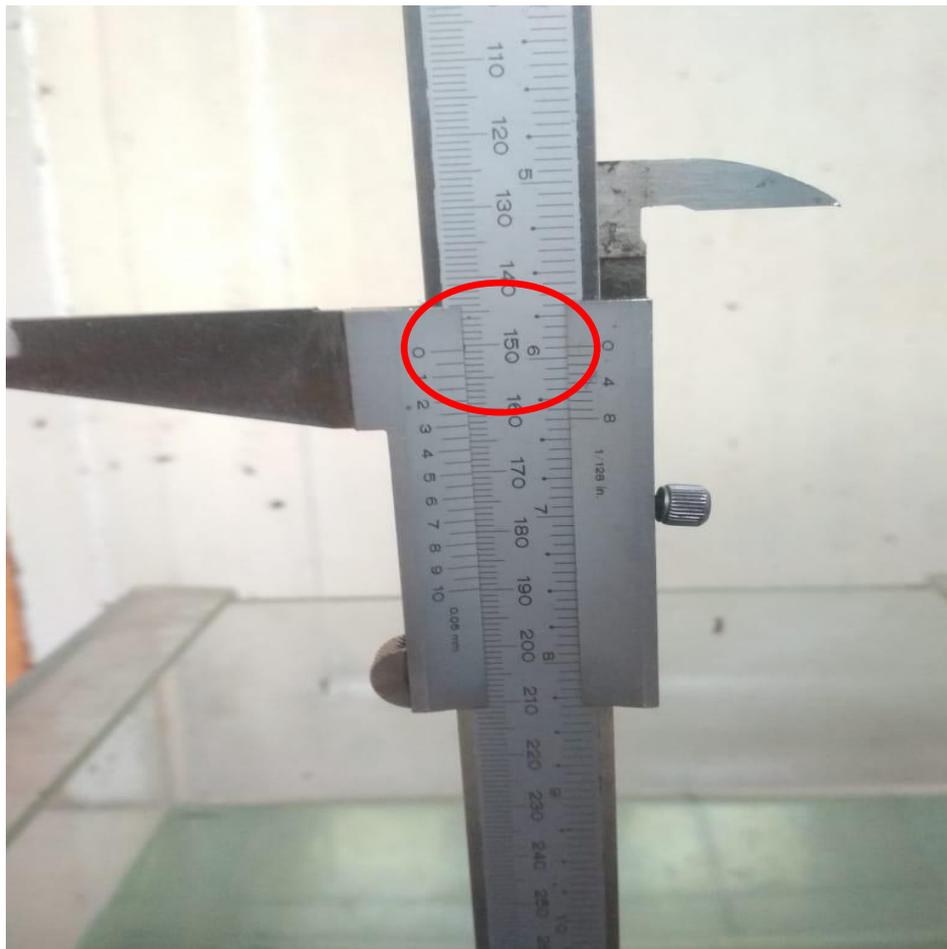


Gambar 4.1. Burner dan tabung gas LPG.

4.1.2 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 150,6 seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. 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

$$\begin{aligned}
 V_{\text{air 1}} &= P \times L \times T \\
 &= 287 \text{ mm} \times 232 \text{ mm} \times 150,6 \text{ mm} \\
 &= 10027550 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

Setelah volume air di peroleh selanjutnya *Cylinder Head* dimasukan ke dalam bejana kaca yang sudah di isi air maka volume air akan bertambah lagi sesuai volume *Cylinder Head* yang terendam. Tinggi air bertambah menjadi 167 mm dari penambahan tinggi air maka volume *Cylinder Head* dapat kita ketahui seperti gambar 4.3.



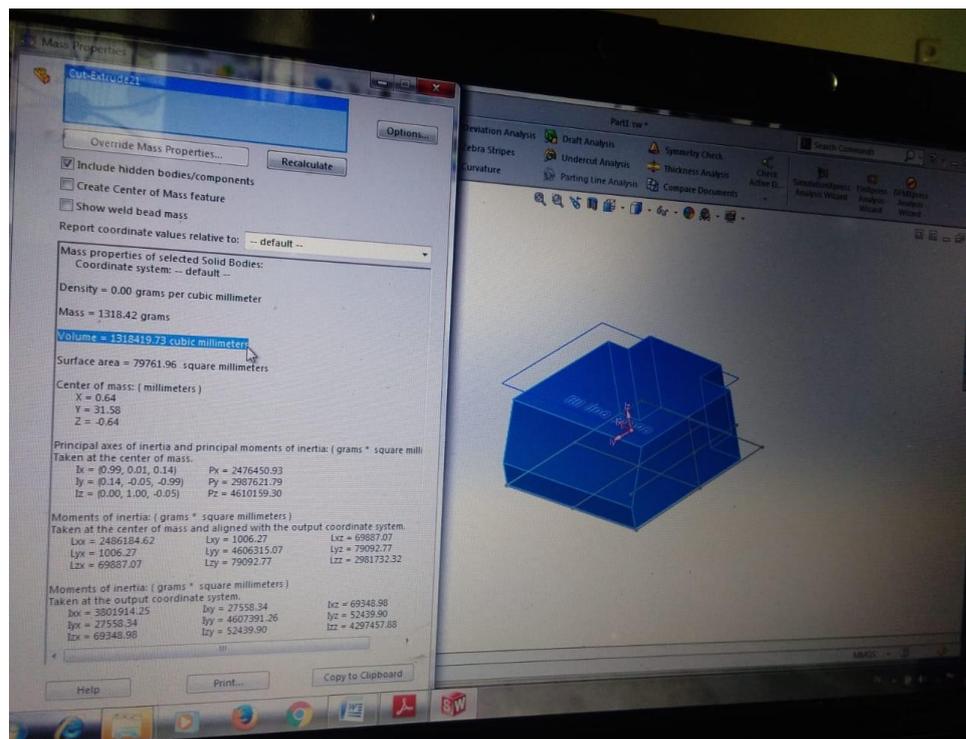
Gambar 4.3. Pengukuran *Cylinder Head* Dalam Air.

$$\begin{aligned}
 V_{air 2} &= P \times L \times T \\
 &= 287 \text{ mm} \times 232 \text{ mm} \times 167 \text{ mm} \\
 &= 11119528 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

Maka volume *Cylinder Head* setelah di *finishing* dapat di peroleh dengan mengurangi volume air setelah *Cylinder Head* dimasukan ke air dengan volume air yang belum dimasukan *Cylinder Head*.

$$\begin{aligned}
 V_{Cylinder Head} &= V_{air 2} - V_{air 1} \\
 &= 11119528 \text{ mm}^3 - 10027550 \text{ mm}^3 \\
 &= 1091978 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

Volume penyusutan *Cylinder Head* dapat kita ketahui dengan mengurangi volume cetakan dengan volume *Cylinder Head* yang telah di *finishing*, volume cetakan dapat kita lihat pada gambar 4.4.



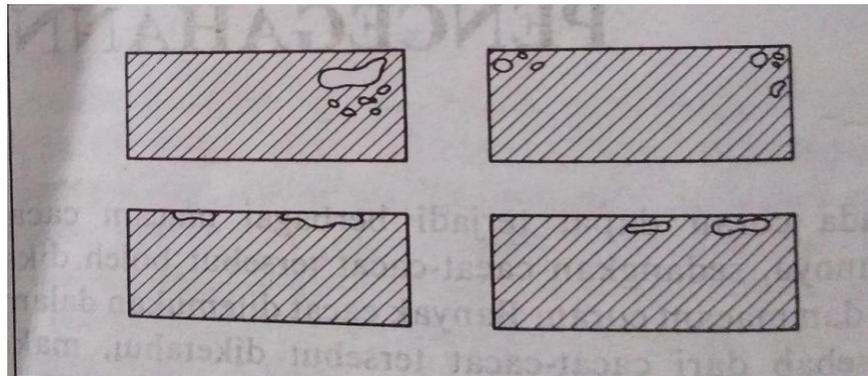
Gambar 4.4. Volume Cetakan

$$\begin{aligned}
 V_{Penyusutan Cylinder Head} &= V_{Cetakan} - V_{Cylinder Head} \\
 &= 1318419 \text{ mm}^3 - 1091978 \text{ mm}^3 \\
 &= 226441 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

4.1.3 Cacat Produk Pengecoran Alumunium pada *Cylinder Head*

a. Rongga Udara

Ciri-ciri khas terjadinya cacat pada rongga udara dapat muncul sebagai lubang pada permukaan atau di dalam coran, terutama sedikit di bawah permukaan yang merupakan rongga-rongga bulat. Mereka mempunyai warna yang berbeda-beda sesuai dengan sebab terjadinya cacat, yaitu warna karena oksidasi atau karena tidak oksidasi. Pada alumunium coran baja cor, berwarna hitam atau biru, pada paduan tembaga, berwarna coklat atau kuning. Sebab utama dari rongga udara adalah: (1) Temperatur penuangan yang rendah; (2) Penuangan yang terlalu lambat; (3) Cawan tuang dan sistim saluran yang basah; (4) Permeabilitas yang kurang sempurna; (5) Cetakan yang kurang kering; dan (6) Terlalu banyak gas yang timbul dari cetakan, terlihat seperti pada gambar 4.5. dan 4.6.



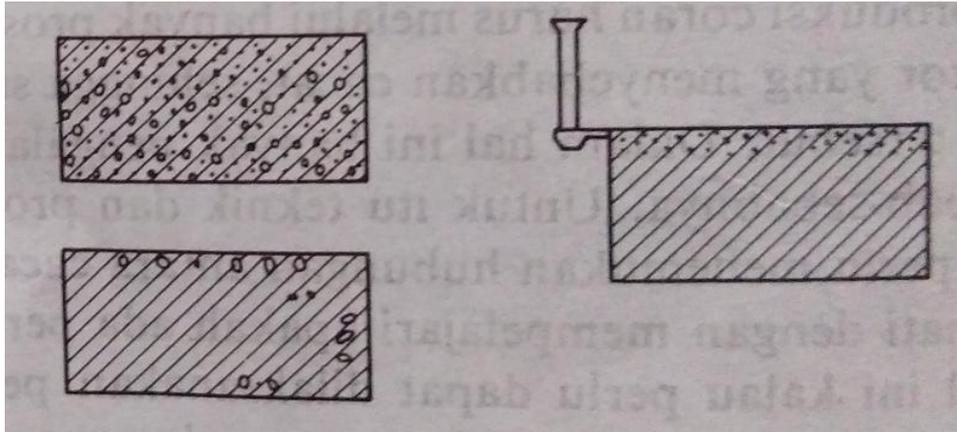
Gambar 4.5. Skema Cacat Rongga Udara.



Gambar 4.6. Penampakan Cacat Rongga Udara.

b. Lubang Jarum

Ciri-ciri khas terjadinya lubang jarum adalah lubang di mana permukaannya halus dan berbentuk bola. Ukuran cacat lubang jarum adalah di bawah 1 sampai 2 mm sangat kecil dan berbentuk seperti bekas tusukan jarum, seperti pada gambar 4.7. dan 4.8.



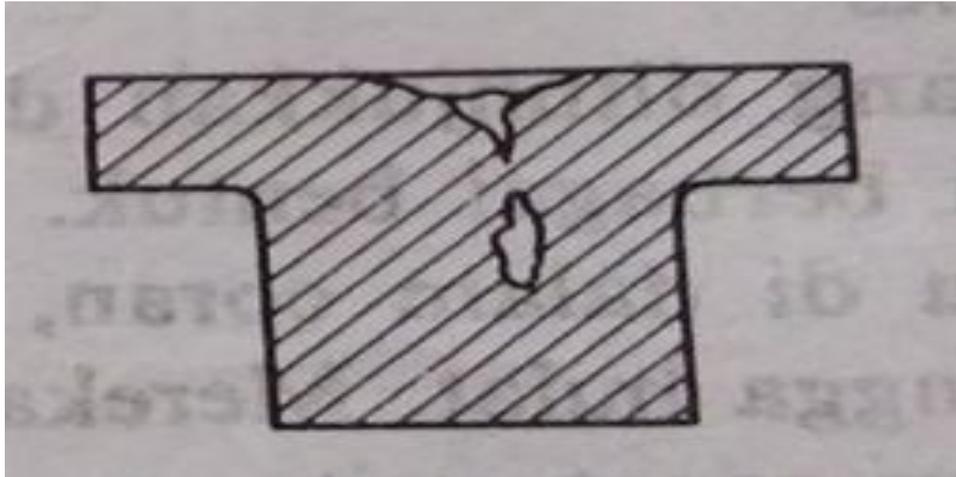
Gambar 4.7. Skema Cacat Lubang Jarum.



Gambar 4.8. Penampakan Cacat Lubang Jarum.

c. Penyusutan Luar

Ciri-ciri khusus terjadinya penyusutan luar memberikan lubang pada permukaan luar dari coran, yang disebabkan penyusutan pada pembekuan logam cair, seperti pada gambar 4.9. dan 4.10.



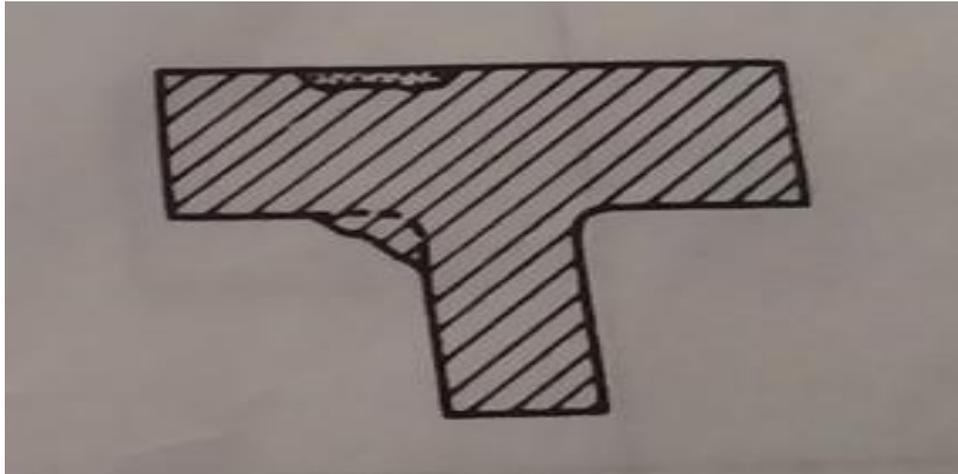
Gambar 4.9. Skema Cacat Penyusutan Luar.



Gambar 4.10. Penampakan Cacat Penyusutan Luar.

d. Rontokan Cetakan

Ciri-ciri khas terjadinya adalah bentuk bengkakan yang tidak menentu terjadi disebabkan pecahnya cetakan dan pecahan pasir ini menyebabkan inklusi pasir di tempat lain. Penyebab terjadinya rontokan cetakan yaitu: (1) penumbukan yang tidak cukup karena kecerobohan pada pembuatan cetakan dan cara penguatan dengan jarum-jarum adalah tidak baik; (2) kekuatan pasir yang tidak cukup tinggi; dan (3) memegang cetakan dengan kasar, seperti pada 4.11. dan 4.12.



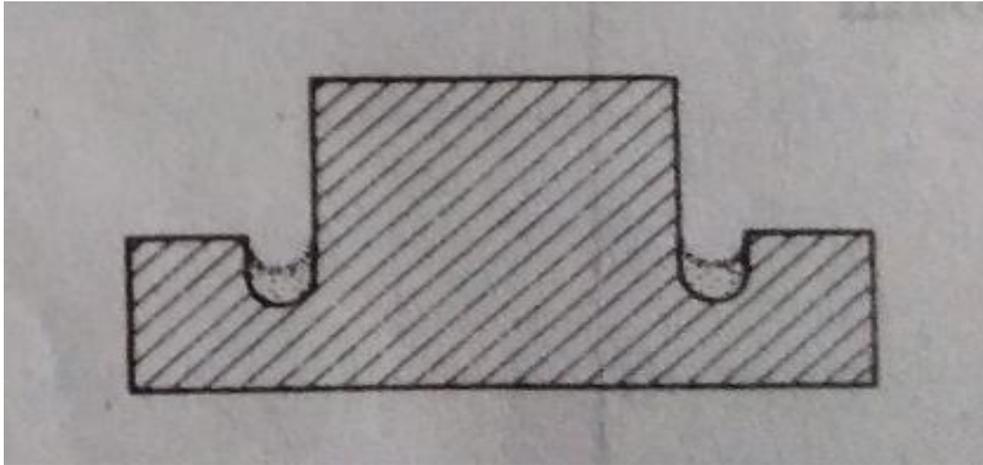
Gambar 4.11. Skema Cacat Rontokan Cetakan.



Gambar 4.12. Penampakan Cacat Rontokan Cetakan.

e. Penyiteran

Ciri-ciri khas terjadinya cacat penyiteran merupakan campuran halus antara logam dan pasir disebabkan sebagian pasir muka dari cetakan bercampur dan melekat pada permukaan coran. Sebab-sebab terjadinya penyiteran yaitu: (1) tegangan permukaan yang kecil dari logam cair; (2) tekanan statik dan dinamik yang berlebihan dari logam cair; (3) temperatur penuangan yang terlalu tinggi; (4) pasir terlalu kasar dan penumbukan yang tidak cukup; (5) pasir mempunyai tahanan panas yang kurang; (6) pengikat yang terlalu banyak; dan (7) permukaan mempunyai sifat-sifat buruk, seperti pada gambar 4.13. dan 4.14.



Gambar 4.13. Skema Cacat Penyiteran.

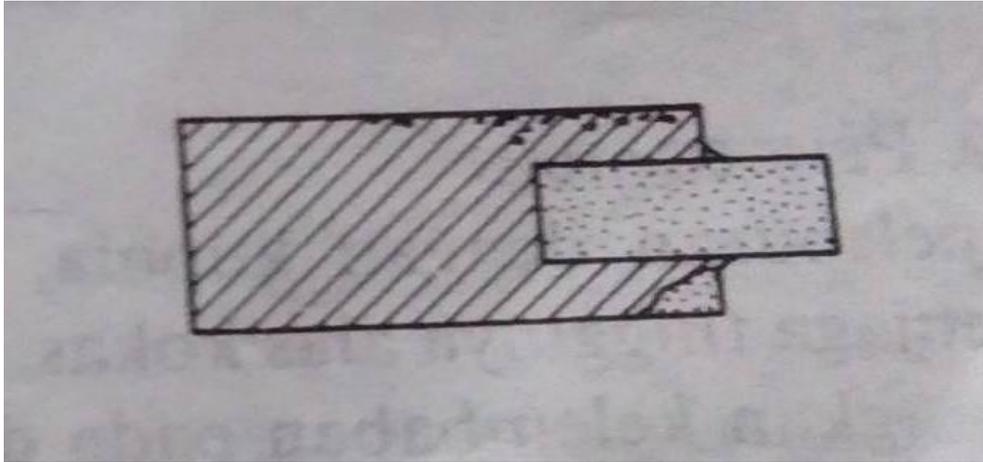


Gambar 4.14. Penampakan Cacat Penyiteran.

f. Inklusi Pasir

Ciri-ciri khas terjadinya inklusi pasir adalah cacat di mana pasir terbawa dalam coran dan cacat terjadi pada permukaan atau di dalam coran. Sebab-sebab terjadinya inklusi pasir yaitu: (1) oksidasi logam cair; (2) terlalu banyak Inokulan; (3) penyingkiran terak dari permukaan cairan logam dalam ladle tidak cukup; (4) tahanan panas yang rendah dari bahan pelapis ladle; (5) waktu penuangan yang terlalu lama; (6) tidak mempergunakan cawan tuang; (7) kurang penumbukan pada permukaan cetakan; (8) permukaan cetakan yang kurang baik; (9) ketahanan panas

yang kurang dari pasir cetak; (10) logam mendidih karena pengeringan cetakan yang kurang; (11) pembersihan yang kurang pada rongga cetakan; (12) permeabilitas cetakan yang kurang; dan (13) dan perencanaan saluran turun yang tidak sempurna, seperti pada gambar 4.15. dan 4.16.



Gambar 4.15. Skema Cacat Inklusi Pasir



Gambar 4.16. Penampakan Cacat Inklusi Pasir

4.2 Pembahasan Pengecoran Alumunium

Hasil penelitian tentang pembuatan *cylinder head* berbahan dasar aluminium sisa dari rangka etalase, karena limbah aluminium ini masih bisa didaur ulang kembali dan mudah didapat dengan harga ekonomis. Dan juga dicampur dengan *Natrium Bentonit* yang berguna sebagai bahan perekat.

Pembuatan *cylinder head* dilakukan dengan proses pengecoran metode *sand casting* atau menggunakan cetakan pasir. Bahan yang digunakan adalah alumunium sisa dari rangka etalase. Proses pengecoran dilakukan dengan suhu cetakan 660⁰C.

Logam coran dalam proses pengecoran ini di lebur dalam tungku peleburan dengan menggunakan bahan bakar gas elpiji. Tungku ini hanya memiliki satu ruang logam yaitu daerah kurss untuk tempat mencairkan logam dan sekaligus menjadi tempat logam yang akan di cairkan atau dengan kata lain logam cair dan logam yang akan di cairkan terdapat pada ruangan yang sama. Bagian tungku ini terbuka lebar, sehingga memudahkan pengisian alumunium yang akan di lebur, seperti pada gambar 4.17.



Gambar 4.17. Tungku Peleburan Alumunium

Proses peleburan dengan memasukkan bahan baku alumunium. Setelah alumunium mencair, kemudian masukkan boraks untuk memisahkan logam

aluminium dengan fluks untuk menghilangkan gelembung udara yang terdapat pada logam cair. Kemudian buang kerak pada logam cair dengan menggunakan ladle. Proses peleburan aluminium dilakukan lebih kurang selama 3 jam. Bila komposisi logam cair sudah sesuai yang diharapkan (660°C) maka logam cair dapat dituang, seperti pada gambar 4.18.



Gambar 4.18. Penuangan Aluminium yang telah dicairkan

Setelah dilakukan penuangan, tunggu logam cair pada cetakan dingin terlebih dahulu sekitar 10 – 15 menit. Setelah dingin cetakan dibuka pada wadah kosong agar pasir tidak berserakan. Setelah itu cetakan dibongkar dengan palu kayu/plastik dan pola cor pasir dibersihkan dengan kuas kecil dan juga menggunakan sikat baja untuk menghilangkan yang masih menempel pada cacat-cacat coran. Setelah pola coran bersih dari pasir, potong saluran dengan menggunakan gerinda potong atau gergaji besi dan dihaluskan pola coran dengan menggunakan gerinda atau dengan menggunakan kikir dan amplas halus, seperti pada gambar 4.19.



Gambar 4.19. Membongkar Cetakan

Mutu dari suatu produk pengecoran tergantung dari keadaan (kondisi) logam cair yang digunakan dalam proses percetakan. Karena semakin baik komposisi dari logam cair, semakin baik mutu dari hasil corannya. Semakin homogeny logam cair, semakin baik hasil corannya dan begitu juga dengan proses penghalusan setelah pengecoran, seperti pada gambar 4.20.



Gambar 4.20. Proses Penghalusan *Cylinder Head*

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Proses pengecoran alumunium untuk pembuatan *cylinder head* memerlukan waktu 3 jam 15 menit yakni 3 jam proses peleburan alumunium dan 15 menit pendinginan.
2. Volume penyusutan dari hasil coran adalah 226441 mm³ dari pola asli dengan menggunakan metode pengecoran cetakan pasir.
3. Terdapat cacat produk pengecoran alumunium pada *cylinder head*. Adapun cacat yang terjadi pada hasil coran ialah rongga udara, lubang jarum, penyusutan luar, rontokan cetakan, penyiteran, dan inklusi pasir.

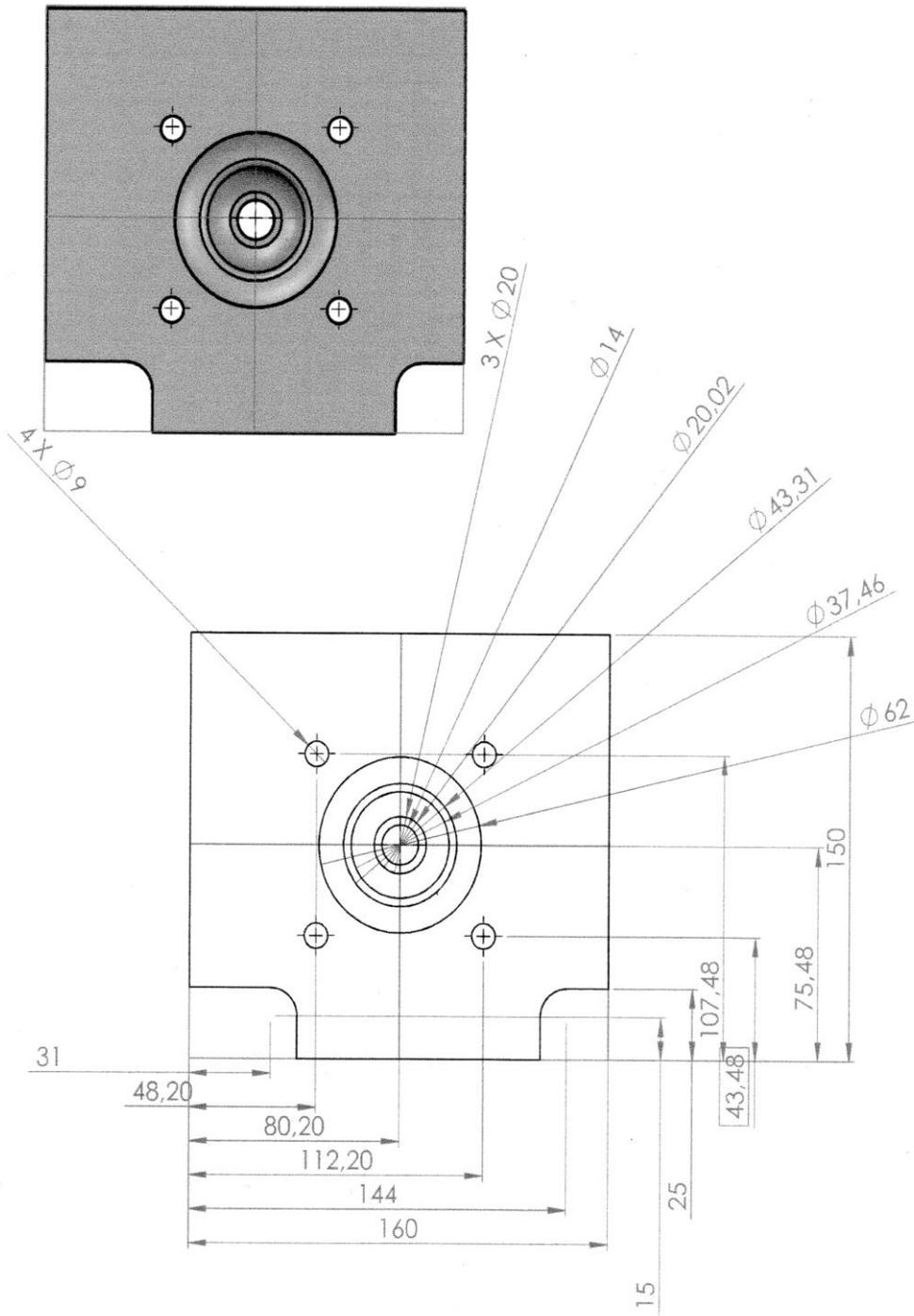
5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian kembali lama waktu penuangan bertahap di karenakan dapat menimbulkan lapisan pada hasil akhir pengecoran sehingga tidak senyawa.

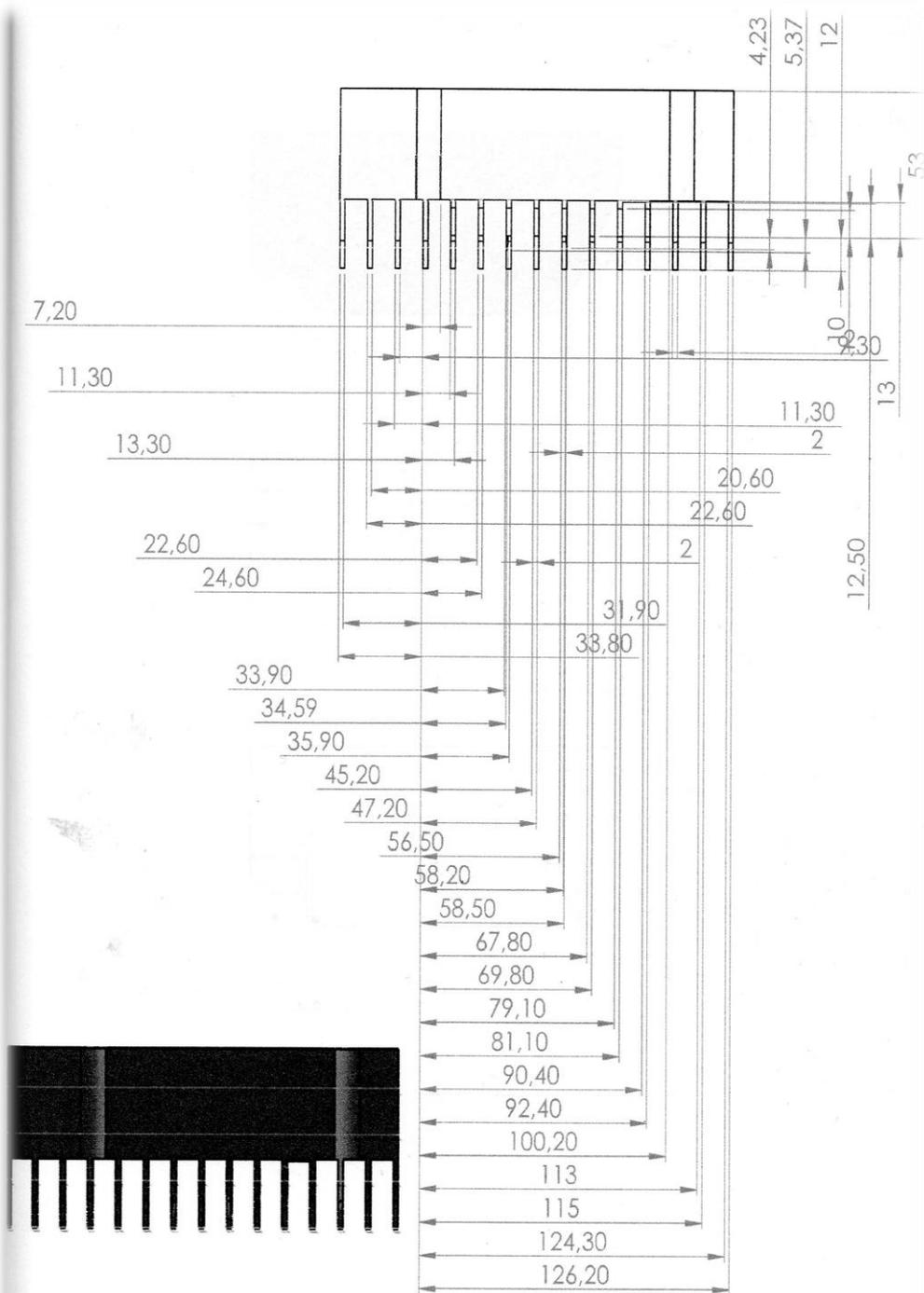
DAFTAR PUSTAKA

- Chijiwa, T. S. (1986). *Pengecoran Logam*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Govinda, Angga. (2015) *Proses Produksi Cylinder Head Menggunakan Pengecoran Tekanan Rendah*. Laporan Tugas Akhir, Semarang: Program Studi Teknik Mesin, UG.
- Soemowidagdo, Arianto Leman. (2016) *Bahan Pada Pengecoran Logam*. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.
- Soemowidagdo, Arianto Leman. (2016) *Menyiapkan Pasir Cetak*. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.
- Sudjana, H. (1989). *Teknik Pengecoran*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah

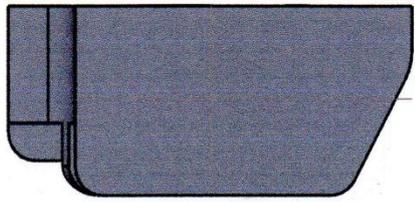
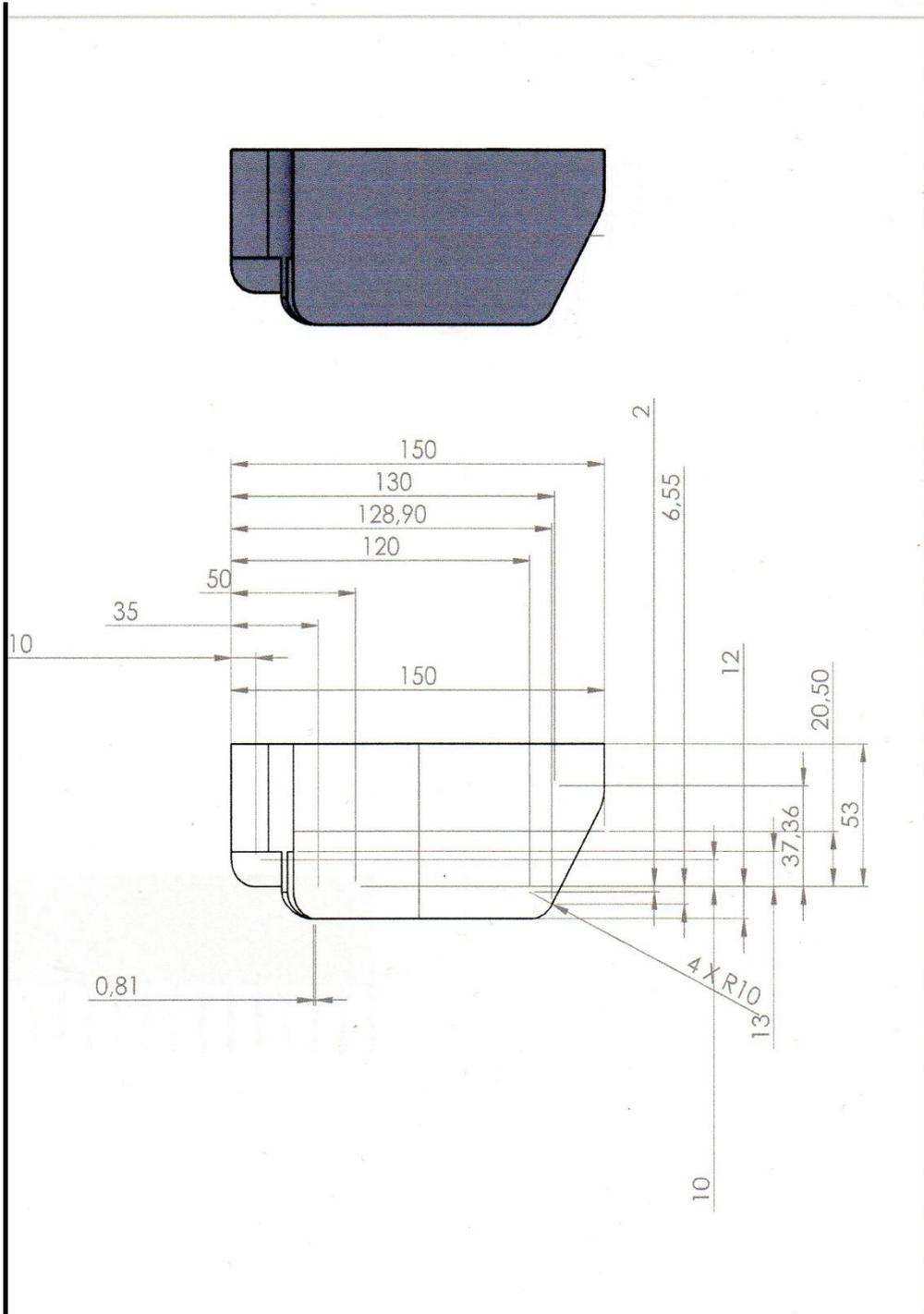
LAMPIRAN



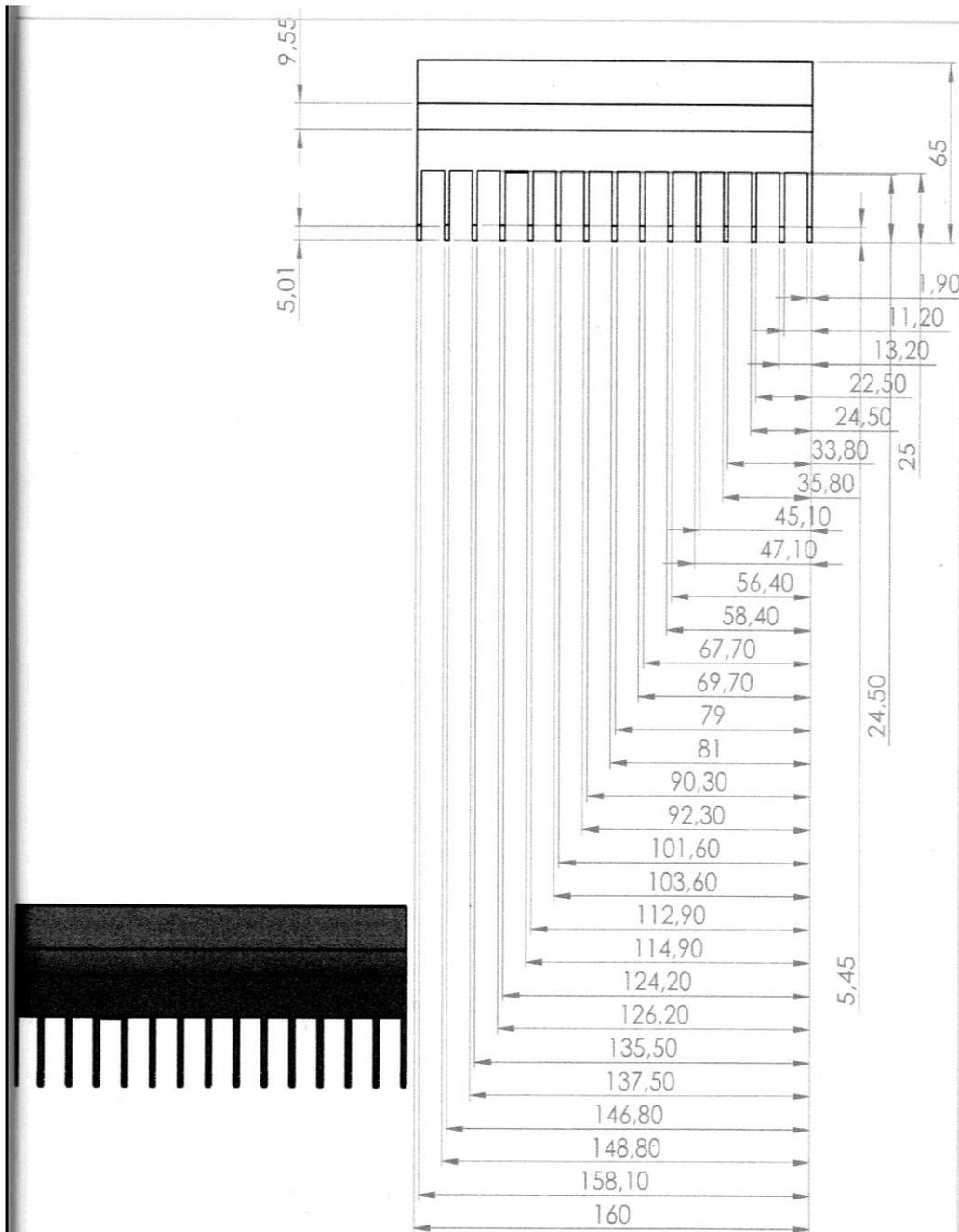
1	1	Kepala Silinder	Alumunium		
NO	JUMLAH	NAMA	BAHAN	NORMALISASI	KETERANGAN
		SKALA : 1:2	DIGAMBAR:HARUN SOLEH HARAHAP		KETERANGAN Gambar Pandangan Atas Kepala Silinder
		SATUAN : mm	NPM : 1507230167		
		TANGGAL :	DILIHAT :SUDIRMAN LUBIS S.T,M.T		
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN			KEPALA SILINDER		A4



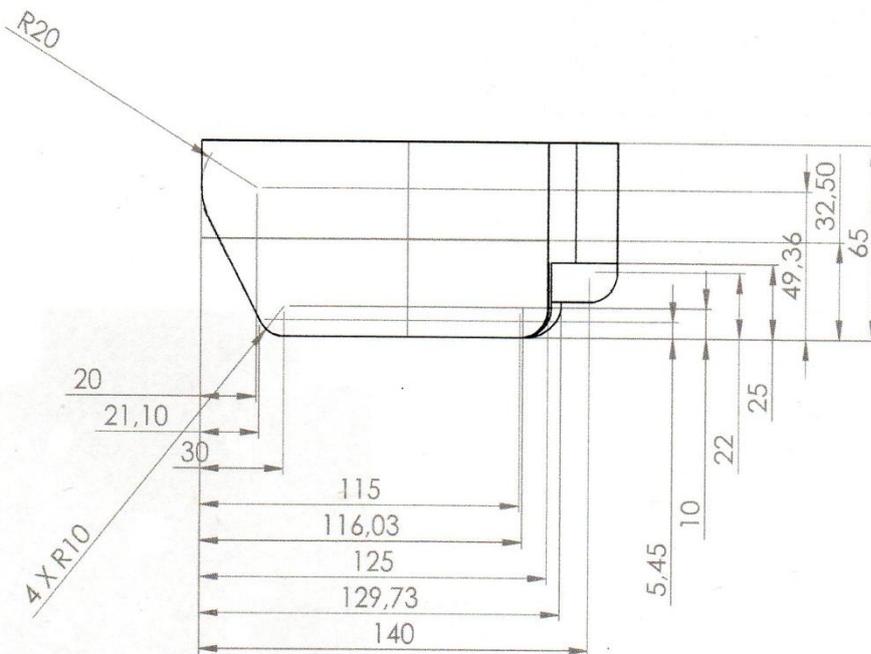
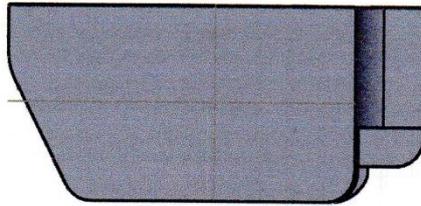
2	2	Kepala Silinder	Alumunium		
NO	JUMLAH	NAMA	BAHAN	NORMALISASI	KETERANGAN
		SKALA : 1:2	DIGAMBAR: HARUN SOLEH HARAHAP		KETERANGAN Gambar Pandangan Kanan Kepala Silinder
		SATUAN : mm	NPM : 1507230167		
		TANGGAL :	DILIHAT : SUDIRMAN LUBIS S.T,M.T		
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN			KEPALA SILINDER		A4

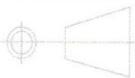


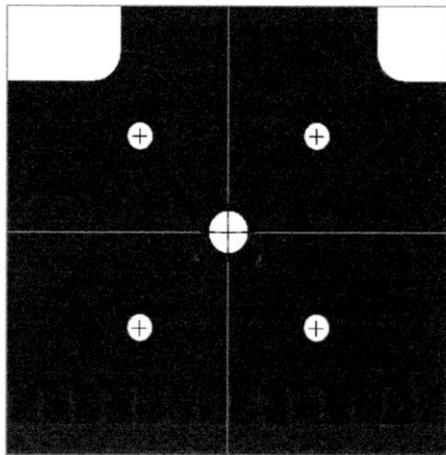
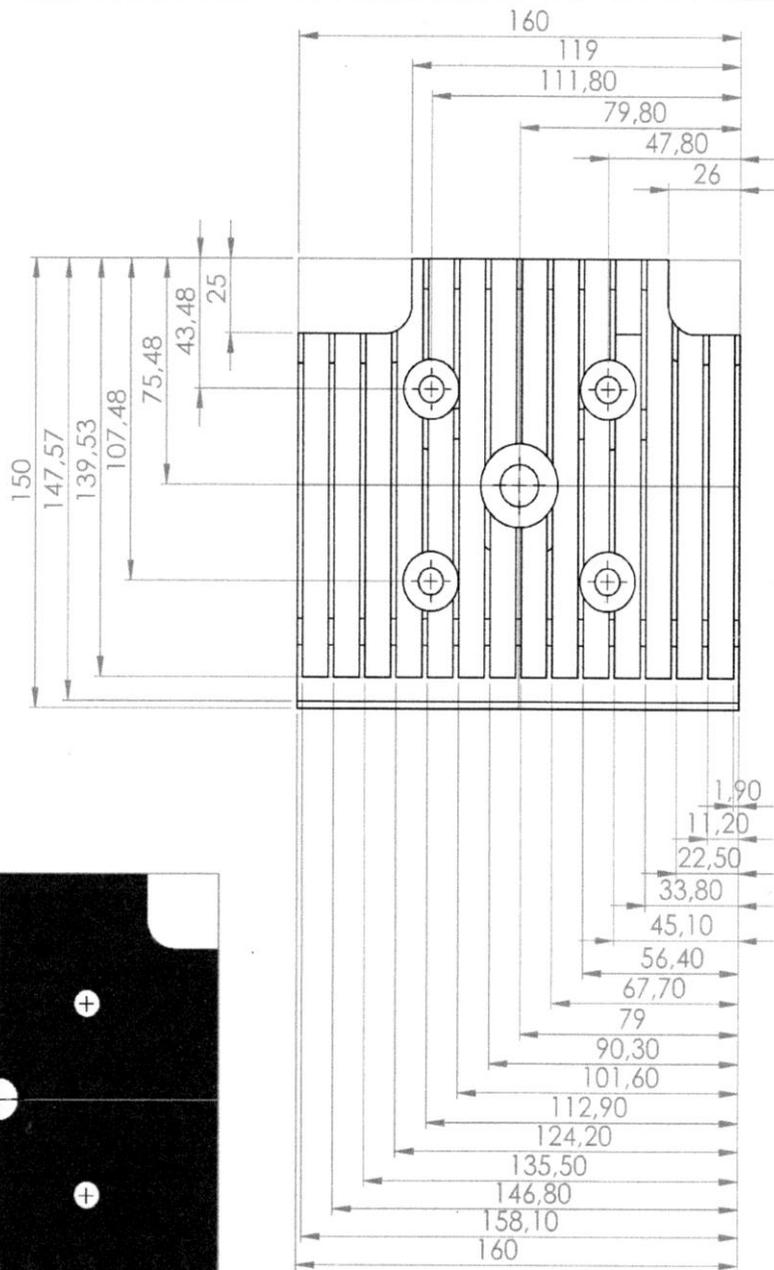
3	3	Kepala Silinder	Aluminium		
NO	JUMLAH	NAMA	BAHAN	NORMALISASI	KETERANGAN
		SKALA : 1:2	DIGAMBAR: HARUN SOLEH HARAHAP		KETERANGAN Gambar Pandangan Depan Kepala Silinder
		SATUAN : mm	NPM : 1507230167		
		TANGGAL :	DILIHAT : SUDIRMAN LUBIS S.T.M.T		
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN			KEPALA SILINDER		A4



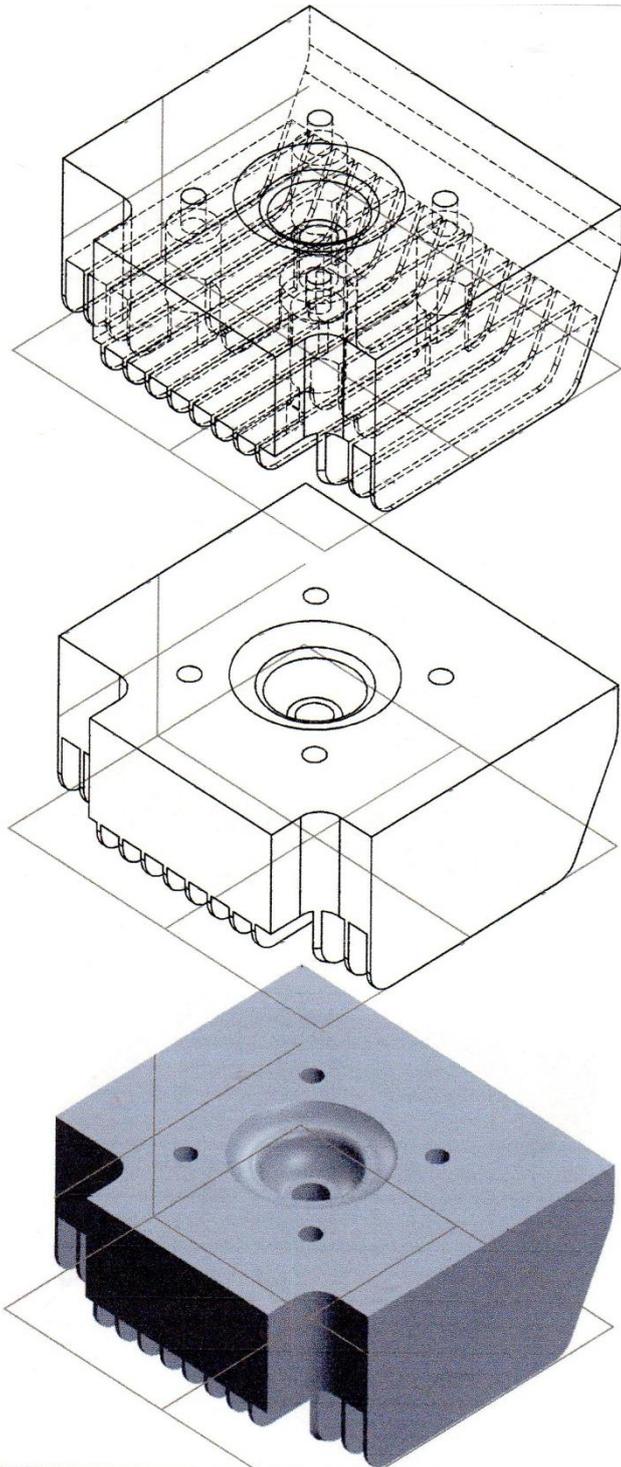
4	4	Kepala Silinder	Aluminium		
NO	JUMLAH	NAMA	BAHAN	NORMALISASI	KETERANGAN
		SKALA : 1:2	DIGAMBAR: HARUN SOLEH HARAHAP		KETERANGAN Gambar Pandangan Belakang Kepala Silinder
		SATUAN : mm	NPM : 1507230167		
		TANGGAL :	DILIHAT : SUDIRMAN LUBIS S.T,M.T		
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN			KEPALA SILINDER		A4



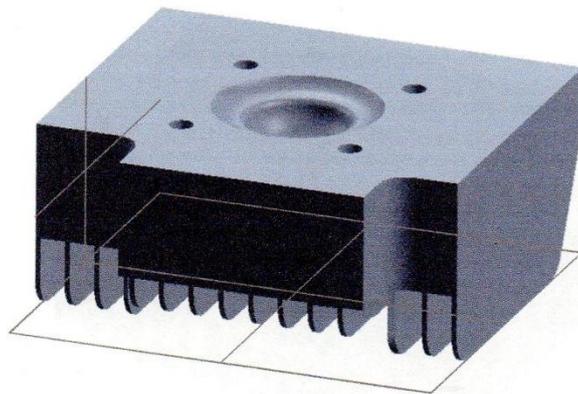
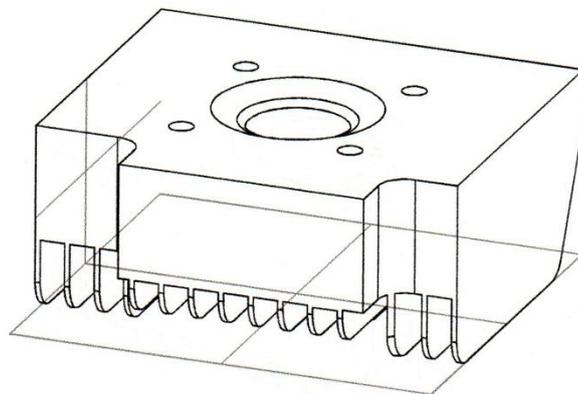
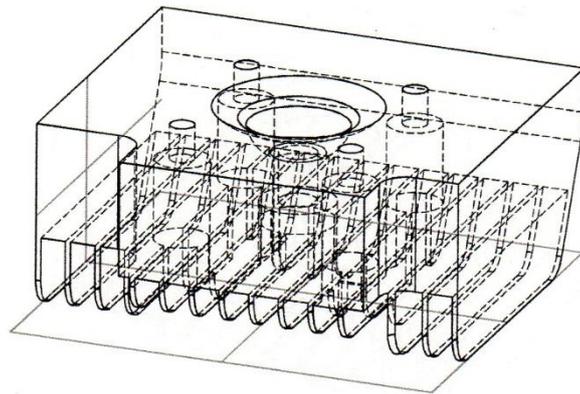
5	5	Kepala Silinder	Aluminium		
NO	JUMLAH	NAMA	BAHAN	NORMALISASI	KETERANGAN
		SKALA : 1:2 SATUAN : mm TANGGAL :	DIGAMBAR: HARUN SOLEH HARAHAP NPM : 1507230167 DILIHAT : SUDIRMAN LUBIS S.T.M.T		KETERANGAN Gambar Pandangan Kiri Kepala Silinder
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN			KEPALA SILINDER		A4

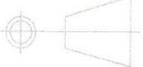


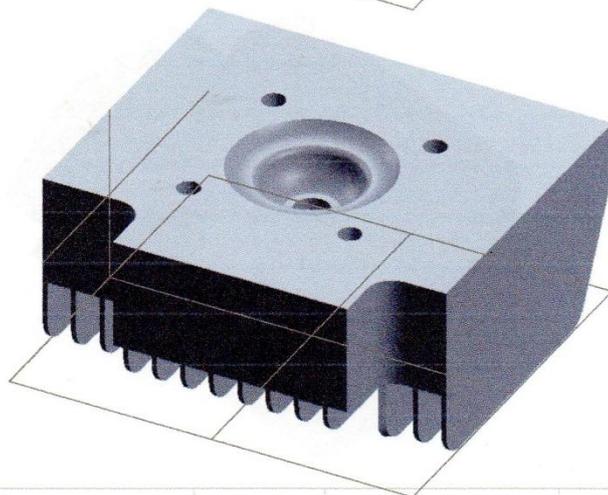
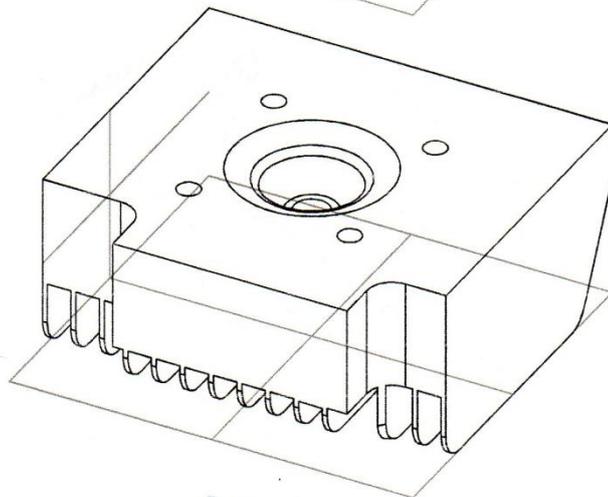
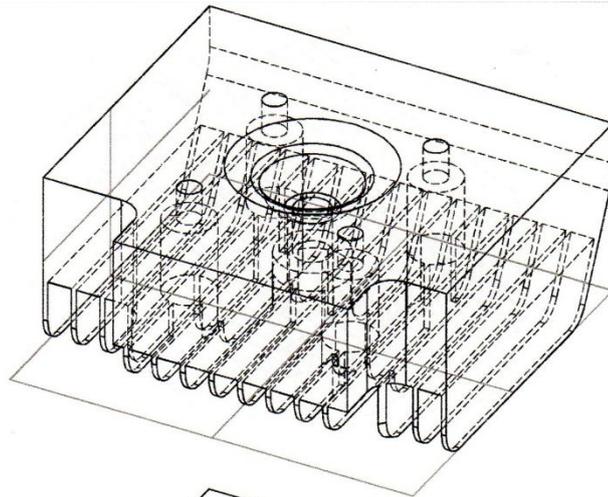
6	6	Kepala Silinder	Aluminium		
NO	JUMLAH	NAMA	BAHAN	NORMALISASI	KETERANGAN
		SKALA : 1:2	DIGAMBAR:	HARUN SOLEH HARAHAP	KETERANGAN
		SATUAN : mm	NPM : 1507230167		Gambar Pandangan
		TANGGAL :	DILIHAT : SUDIRMAN LUBIS S.T,M.T		Bawah Kepala Silinder
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN			KEPALA SILINDER		A4



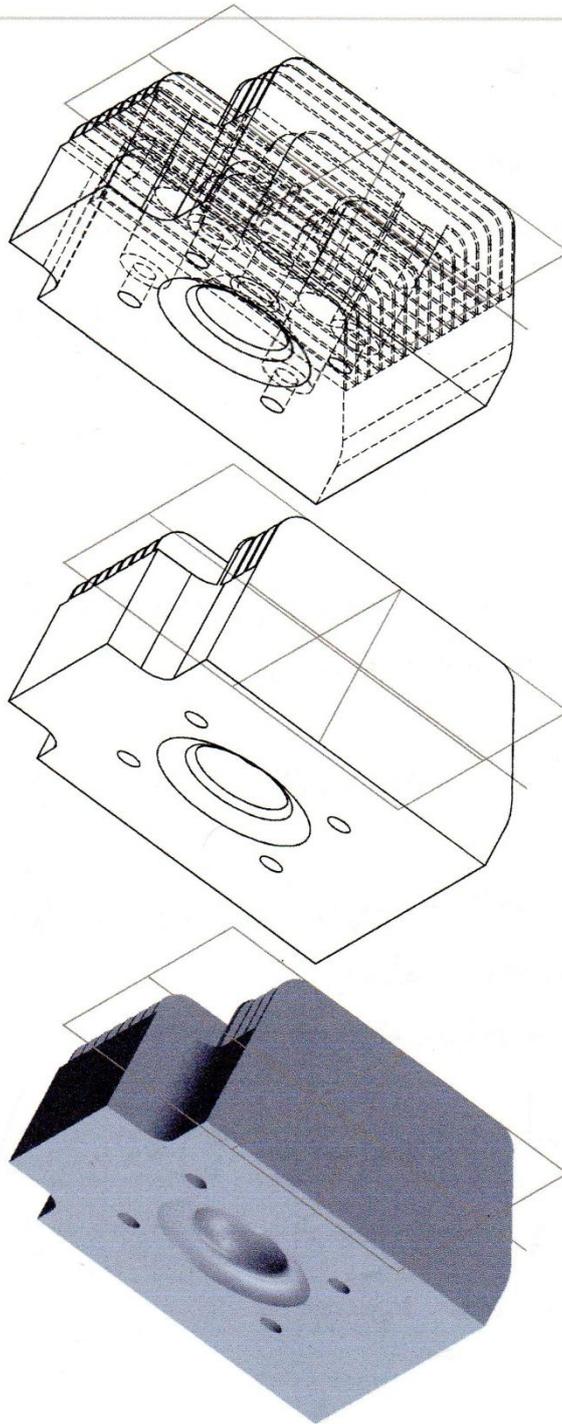
7	7	Kepala Silinder	Aluminium		
NO	JUMLAH	NAMA	BAHAN	NORMALISASI	KETERANGAN
		SKALA : 1:2	DIGAMBAR: HARUN SOLEH HARAHAP		KETERANGAN Gambar Pandangan Isometric Kepala Silinder
		SATUAN : mm	NPM : 1507230167		
		TANGGAL :	DILIHAT : SUDIRMAN LUBIS S.T.M.T		
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN			KEPALA SILINDER		A4



8	8	Kepala Silinder	Alumunium		
NO	JUMLAH	NAMA	BAHAN	NORMALISASI	KETERANGAN
		SKALA : 1:2	DIGAMBAR:HARUN SOLEH HARAHAP		KETERANGAN Gambar Pandangan Dimetric Kepala Silinder
		SATUAN : mm	NPM : 1507230167		
		TANGGAL :	DILIHAT :SUDIRMAN LUBIS S.T,M.T		
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN			KEPALA SILINDER		A4



9	9	Kepala Silinder	Alumunium		
NO	JUMLAH	NAMA	BAHAN	NORMALISASI	KETERANGAN
		SKALA : 1:2	DIGAMBAR: HARUN SOLEH HARAHAP		KETERANGAN Gambar Pandangan Trimetric Kepala Silinder
		SATUAN : mm	NPM : 1507230167		
		TANGGAL :	DILIHAT : SUDIRMAN LUBIS S.T.M.T		
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN			KEPALA SILINDER		A4



10	10	Kepala Silinder	Alumunium		
NO	JUMLAH	NAMA	BAHAN	NORMALISASI	KETERANGAN
		SKALA : 1:2	DIGAMBAR: HARUN SOLEH HARAHAP		KETERANGAN
		SATUAN : mm	NPM : 1507230167		Gambar Pandangan
		TANGGAL :	DILIHAT : SUDIRMAN LUBIS S.T.M.T		current Kepala Silinder
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN			KEPALA SILINDER		A4

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Proses Pengecoran Aluminium Sebagai Bahan Pembuatan Head Silinder (Dexel)

Nama : Harun Soleh Harahap
NPM : 1507230167

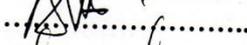
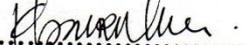
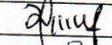
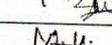
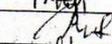
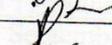
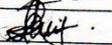
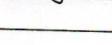
Dosen Pembimbing 1 : Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T
Dosen Pembimbing 2 : Sudirman Lubis, S.T., M.T

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

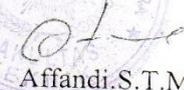
1. 8/7 - 2019 Aliran lada pada intuk & di sumbu dgn isi
 2. 15/7 - 2019 Perbaikan
 3. 1/8 - 2019 Tinjau dan Batasan masalah mengenai lepd & pada intuk
 4. 6/8 - 2019 Lanjutkan ke pembimbing II
 5. 26/8 - 19 Revisi gambar perunggu
 6. 27/8 - 19 Revisi detail perunggu
- Acc di sumbu & 30/8-19.

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

Peserta Seminar
 Nama : Harun Soleh Harahap
 NPM : 1507230167
 Judul Tugas Akhir : Proses Pengecoran Aluminium Untuk Pembuatan Cylinder Head.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Munawar A Siregar.S.T.M.T	:	
Pembimbing – II	: Sudirman Lubis.S.T.M.T	:	
Pemanding – I	: Khairul Umurani.S.T.M.T	:	
Pemanding – II	: Chandra A Siregar.S.T.M.T	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1507230214	AGUS TOMMY KURNIAWAN	
2	1507230169	ARYANSYAH PRATAMA HIRP	
3	1507230161	MEIPAN	
4	1507230168	Muhammad Arsael	
5	1507230238	Judi Rahmanto	
6	1507230010	Fery Hardiansyah	
7	1307230024	M. Sofyan Nurra Prana	
8	1307230095	Bidy ANOLIAN ABINATA	
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 : Harun Saleh Harahap
NPM : 1507230167
Judul T.Akhir : Proses Pengecoran Aluminium Untuk Pembuatan Cylinder Head

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 : *lihat buku rgas akhir*
.....
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

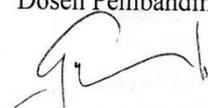
Medan 11 Muharram 1440H
11 September 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Mesin


Affandi.S.T.M.T



Dosen Pembanding- II


Chandra A Siregar.S.T.M.T



UMSU

Unggul | Certias | Terpercaya

Menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggapannya

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 : 19/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 : **HARUN SOLEH HARAHAHAP**
Npm : 1507230167
Program Studi : **TEKNIK MESIN**
Semester : **V11(TUJUH)**
Judul Tugas Akhir : **PROSES PENGECORAN ALUMINIUM SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN HEAD SILINDER (DEXEL)**

Pembimbing 1 : **MUNAWAR ALFANSURY SIREGAR ST. MT.**
Pembimbing 11 : **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 : HARUN SOLEH HARAHAP
2. Jenis Kelamin : Laki-Laki
3. Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 05 Mei 1997
4. Kewarga Negara : Indonesia
5. Status : Belum Menikah
6. Agama : Islam
7. Alamat : Jl.Sempurna Dusun III
Melur
8. No. Hp : 085275172129
9. Email : harun.harahap@yahoo.com

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

NO	PENDIDIKAN FORMAL	TAHUN
1	SD NEGERI 106164 SAMBIREJO TIMUR	2003 – 2009
2	MTS PARMİYATU WASSA' ADAH	2009 – 2012
3	SMK NEGERI 1 PERCUT SEITUAN	2012 – 2015
4	Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2015 – 2019