



**PENGARUH VARIASI POSISI POLA TERHADAP CACAT
CORAN, STRUKTUR MIKRO, DAN KEKERASAN DARI
HASIL CORAN PEMBUATAN PRODUK TUTUP MOTOR
LISTRIK DENGAN METODE CETAKAN PASIR
(*SAND CASTING*)**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

Oleh

Azhar Reddy Sadewo

NIM.5201414095

**PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2019**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Azhar Reddy Sadewo

NIM : 5201414095

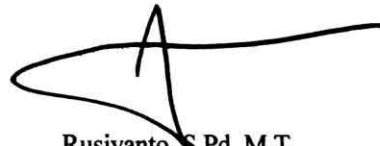
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Judul : Pengaruh Variasi Posisi Pola Terhadap Cacat Coran, Struktur Mikro, dan Kekerasan Dari Hasil Coran Pembuatan Produk Tutup Motor Listrik Dengan Metode Cetakan Pasir (*Sand Casting*)

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Semarang, Desember 2018

Pembimbing



Rusiyanto, S.Pd, M.T
NIP. 197403211999031002

PENGESAHAN KELULUSAN

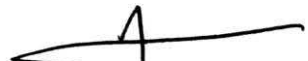
Skripsi dengan judul "Pengaruh Variasi Posisi Pola Terhadap Cacat Coran, Struktur Mikro, dan Kekerasan Dari Hasil Coran Pembuatan Produk Tutup Motor Listrik Dengan Metode Cetakan Pasir (*Sand Casting*)" telah dipertahankan di depan sidang panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 01 Bulan 02, Tahun 2019

Oleh


Nama : Azhar Reddy Sadewo
NIM : 5201414095
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1

Panitia

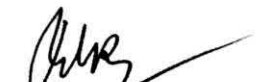
Ketua,


Ruslyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Sekretaris


Dr. Rahmat Doni W., S.T., M.T.
NIP. 197509272006041002


Penguji 1


Dr. Wirawan S, M.T.
NIP. 196601051990021002

Penguji 2


Drs. Sunyoto, M.Si.
NIP. 196511051991021001

Penguji 3/Pembimbing


Ruslyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UNNES


UNNES
Nur Oudus, M.T.
NIP. 196011301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana di Universitas Negeri Semarang (UNNES).
2. Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, Januari 2019
Yang membuat pernyataan,



Azhar Reddy Sadewo
NIM. 5201414095

RINGKASAN

Azhar Reddy Sadewo, 2018. TM, FT, UNNES. "Pengaruh Variasi Posisi Pola Terhadap Cacat Coran, Struktur Mikro, dan Kekerasan dari Hasil Coran Pembuatan Produk Tutup Motor Listrik Dengan Metode Cetakan Pasir (*Sand Casting*) "

Salah satu upaya untuk meningkatkan hasil produksi dari proses pengecoran logam yaitu dengan memperhatikan posisi pola pada saat melakukan proses pengecoran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh posisi pola pada cetakan pasir terhadap struktur mikro, cacat coran dan nilai kekerasan dari hasil coran pembuatan produk tutup motor listrik.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menggunakan teknik analisis deskriptif, yang bertujuan untuk mengetahui sebab dan akibat yang muncul dari perlakuan yang diberikan. Perlakuan yang diberikan dalam penelitian adalah posisi pola dalam cetakan pasir dengan variasi posisi pola vertikal, horizontal, miring. Kemudian dilakukan pengamatan cacat coran, pengamatan struktur mikro, dan pengujian nilai kekerasan. Bahan yang digunakan adalah limbah aluminium.

Hasil pengamatan cacat coran menunjukkan adanya cacat lubang jarum pada semua variasi dan namun variasi posisi pola hasil yang paling sedikit cacat coran adalah variasi posisi miring. Cacat yang dominan terjadi pada ketiga variasi tersebut adalah cacat lubang jarum dan cacat penyusutan yang banyak terjadi pada variasi posisi vertikal dan horizontal. nilai kekerasan tertinggi diperoleh dari variasi posisi pola horizontal sebesar 164.7 VHN. dan nilai kekerasan terendah diperoleh dari variasi posisi pola vertikal sebesar 105.3 VHN. Struktur yang paling baik adalah spesimen variasi posisi pola horizontal, dimana butir Si terlihat rapat dan Si memiliki ukuran yang kecil dan pendek serta menyebar merata keseluruhan bagian aluminium. Sehingga struktur pada variasi posisi pola lebih merata dan merapat letak antar butirnya jika dibandingkan dengan struktur yang dibentuk oleh variasi posisi pola vertikal dan miring.

Kata Kunci : Posisi Pola, Cetakan Pasir, Cacat Coran, Struktur Mikro, Nilai Kekerasan

PRAKATA

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan penyusunan skripsi pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin S1 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Sholawat serta salam tidak lupa penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang kita nantikan syafaat Nya pada hari akhir nanti, Amin.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
2. Rusiyanto, S.Pd., M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang, Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, serta selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, saran dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Dr. Wirawan S, M.T, dan Drs. Sunyoto, M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran, dan masukan dalam memperbaiki skripsi ini.
4. Ayah dan Ibu tercinta yang selalu memberikan motivasi dan doa
5. Terimakasih untuk rekan-rekan angkatan 2014 prodi pendidikan teknik mesin pada khususnya dan jurusan teknik mesin pada umumnya.
6. Teman – teman The Cheleng Team yang selalu ada dalam keadaan apapun, persahabatan yang awalnya tidak saling kenal namun bisa akrab

sampai saat ini, semoga tetap kompak sampai kapanpun, dan dimanapun kami berada.

7. Semua pihak yang telah memberikan motivasi, saran dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga amal kebaikan semua pihak tersebut mendapatkan imbalan dari Tuhan Yang Maha Esa.

Walaupun disadari dalam skripsi ini masih ada kekurangan, namun diharapkan skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan juga bagi pembaca.

Semarang, 2019

Azhar Reddy Sadewo
NIM. 5201414095

DAFTAR ISI

Hal

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
PENGESAHAN KELULUSAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
RINGKASAN	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	4
1.3. Pembatasan Masalah.....	4
1.4. Rumusan Masalah.....	5
1.5. Tujuan Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	7
2.1. Kajian Pustaka	7
2.2. Landasan Teori.....	15

BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1. Waktu Dan Tempat Pelaksanaan	34
3.2. Desain Penelitian	34
3.3. Alat dan Bahan Penelitian	36
3.4. Parameter Penelitian	42
3.5. Teknik Pengumpulan Data	42
3.6. Kalibrasi Instrumen	47
3.7. Teknik Analisis Data	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1. Deskripsi Data	51
4.2. Analisis Data.....	61
4.3. Pembahasan	64
BAB V PENUTUP.....	69
5.1. Kesimpulan.....	69
5.2. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Desain Penelitian.....	36
Tabel 3.2	Hasil Pengamatan Cacat Coran.....	45
Tabel 3.3	Hasil Pengamatan Struktur Mikro.....	46
Tabel 3.4	Hasil Data Pengujian Kekerasan Metode <i>Vickers</i>	47
Tabel 4.1	Hasil Cacat Coran	51
Tabel 4.2	Hasil Data Pengujian Kekerasan Metode <i>Vickers</i>	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Cacat Rongga Udara.....	22
Gambar 2.2	Cacat Lubang Jarum.....	22
Gambar 2.3	Cacat Penyusutan Dalam.....	23
Gambar 2.4	Cacat Penyusutan Luar.....	23
Gambar 2.5	Cacat Rongga Penyusutan	24
Gambar 2.6	Cacat Ekor Tikus.....	24
Gambar 2.7	Cacat Rontokan Cetakan	24
Gambar 2.8	Cacat Penyinteran.....	25
Gambar 2.9	Cacat Retakan.....	25
Gambar 2.10	Cacat Salah Alir Dan Sumbatan Dingin.....	26
Gambar 2.11	Cacat Inklusi Terak	26
Gambar 2.12	Mesin Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	31
Gambar 2.13	Kerangka Berpikir Penelitian	34
Gambar 3.1	Tungku Peleburan	37
Gambar 3.2	Pola.....	37
Gambar 3.3	Rangka Cetakan	37
Gambar 3.4	Penumbuk.....	38
Gambar 3.5	<i>Termocouple</i>	38
Gambar 3.6	Kompresor.....	38
Gambar 3.7	Cangkul	39
Gambar 3.8	Amplas	39
Gambar 3.9	Jangka Sorong	39

Gambar 3.10	Perlengkapan Keselamatan Kerja.....	40
Gambar 3.11	Alat Uji Struktur Mikro.....	40
Gambar 3.12	Alat Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	41
Gambar 3.13	Piston Bekas Kendaraan.....	41
Gambar 3.14	Pasir Cetak.....	41
Gambar 3.15	Bentuk Spesimen Awal	42
Gambar 4.1	Cacat Coran Bagian Dalam	50
Gambar 4.2	Cacat Coran Bagian Luar	51
Gambar 4.3	Cacat Coran Bagian Atas	51
Gambar 4.4	Cacat Coran Bagian Bawah.....	51
Gambar 4.5	Cacat Coran Bagian Dalam	51
Gambar 4.6	Cacat Coran Bagian Samping	52
Gambar 4.7	Cacat Coran Bagian Atas	52
Gambar 4.8	Cacat Coran Bagian Dalam	52
Gambar 4.9	Cacat Coran Bagian Atas	53
Gambar 4.10	Cacat Coran Bagian Bawah.....	53
Gambar 4.11	Cacat Coran Bagian Dalam	54
Gambar 4.12	Cacat Coran Bagian Luar	54
Gambar 4.13	Cacat Coran Bagian Atas	54
Gambar 4.14	Struktur Mikro Al-Si	55
Gambar 4.15	Foto Mikro Posisi Pola Vertikal.....	56
Gambar 4.16	Foto Mikro Posisi Pola Horizontal.....	57
Gambar 4.17	Foto Mikro Posisi Pola Kemiringan.....	57

Gambar 4.18	Grafik Nilai Kekerasan Bagian Permukaan	59
Gambar 4.19	Grafik Rata-rata Nilai Uji Kekerasan.....	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Persetujuan Seminar Proposal	73
Lampiran 2. Lembar Pernyataan Selesai Revisi Proposal	74
Lampiran 3. Surat Peminjaman ke Kalab Teknik Mesin UNNES.....	75
Lampiran 4. Surat Izin Penelitian di PT. Sampurna Dua Kuningan Juwana	76
Lampiran 5. Surat Tugas Pembimbing.....	77
Lampiran 6. Surat Tugas Penguji	78
Lampiran 7. Dokumentasi Proses Penelitian	79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Penggunaan aluminium dan logam paduan aluminium di dunia industri terus berkembang di era modernisasi yang terjadi saat ini, menuntut manusia untuk melaksanakan rekayasa guna memenuhi kebutuhan yang semakin kompleks. Aluminium merupakan logam yang banyak digunakan untuk aplikasi peralatan perabot rumah tangga, komponen otomotif, konstruksi, dan pesawat terbang. Pemakaian aluminium pemakaiannya masih terbuka luas, sebagai material yang masih melimpah dimuka bumi. Pemanfaatan aluminium atau logam bekas bisa digunakan untuk bahan baku industri yang digunakan untuk proses pengecoran.

Pengecoran logam merupakan suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan bentuk yang direncanakan. Coran dibuat dari logam yang dicairkan, dituang ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan mendingin dan membeku (Surdia, 1976: 1). Pengecoran digunakan untuk membentuk logam dalam kondisi panas sesuai dengan bentuk cetakan yang telah dibuat (Wirawan, 2008: 29). Cetakan yang digunakan diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu pengecoran dengan cetakan permanen dan pengecoran dengan cetakan sekali pakai.

Pada penelitian ini digunakan aluminium untuk proses pengecoran dimana salah satu kelebihan dapat didaur ulang dan bisa digunakan berkali-kali, pada proses pengecoran ini menggunakan metode cetakan pasir (*sand casting*). *Sand casting*

merupakan 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 dan membersihkan produk cor. Pola adalah suatu model yang memiliki ukuran dan bentuk yang sama dengan bentuk produknya kecuali pada bidang-bidang tertentu yang disebabkan oleh faktor-faktor lain seperti bidang pisah, bentuk rongga, dan proses pemesinannya.

Pola terbuat dari kayu relatif murah dan mudah untuk dibentuk serta penggunaan pola yang terbatas (tidak untuk jangka panjang), pola pada pengecoran tradisional, perlu memperhatikan penyusutan, untuk pola yang diperlukan untuk produksi dalam jumlah yang banyak biasanya dibuat dari logam. Pola logam tidak berubah bentuk dan rata-rata tidak memerlukan perawatan khusus. Jenis logam yang biasanya banyak digunakan untuk membuat pola adalah kuningan, besi cor, dan aluminium. Yang menyebabkan kesulitan untuk dibentuk langsung pada pola. Faktor tersebut selanjutnya akan diantisipasi dengan perhitungan penyusutan logam dan toleransi pemesinannya.

Untuk itu ada beberapa faktor di atas yang harus diperhatikan pada saat perencanaan pola yaitu :

1. Menetapkan kup, drag, dan permukaan pisah

Penentuan kup, drag dan permukaan pisah adalah hal yang paling penting untuk mendapat coran yang baik. Hal ini membutuhkan pengalaman yang luas dan pada umumnya harus memenuhi ketentuan-ketentuan di bawah ini.

1.1 Pola harus mudah dikeluarkan dari cetakan.

1.2 Penempatan inti harus mudah. Tempat inti dalam cetakan utama harus ditentukan secara teliti.

1.3 Sistem saluran harus dibuat sempurna untuk mendapat aliran logam cair yang optimum.

2. Penyusutan Pola

Pada setiap pola yang akan harus diketahui dahulu material apa yang akan digunakan untuk pembuatan produk. Ukuran pola harus ditambahkan dengan ukuran penyusutannya.

3. Kemiringan Pola

Permukaan-permukaan tegak dari pola dimiringkan mulai dari permukaan pisah, untuk memudahkan pengangkatan pola dari cetakan, meskipun dalam hal mempergunakan pola logam, pola ditarik dengan pengarah dari pena-pena,

Setiap pola yang akan dibuat harus memiliki kemiringan tertentu yaitu dengan tujuan agar pada waktu pencabutan model dari cetakannya, pola tersebut tidak mengalami kerusakan pada saat proses pencabutan pola dari cetakannya. Kemiringan setiap pola tergantung pada tinggi rendahnya ukuran pola tersebut jika ukuran dari suatu pola tinggi maka kemiringannya kecil, sedangkan jika ukuran dari suatu pola rendah maka kemiringannya besar. Pola dari logam membutuhkan kemiringan besarnya $1/200$, 1 artinya perbedaan ukuran atas dan bawah, dan 200 adalah ukuran ketinggian pola. sedangkan, Pola dari kayu memerlukan kemiringan $1/30$ sampai $1/100$ (Surdia, 1976:52). Seiring berkembangnya dunia otomotif maupun industri

pemesinan, kebutuhan terhadap produk cor aluminium pun juga meningkat, hal ini perlu selalu diimbangi dengan peningkatan kualitas produk yang sudah ada yakni lebih mengurangi cacat pengecoran yang timbul pada produk cor khususnya pengecoran dengan menggunakan metode cetakan pasir. Salah satu cacat coran yang terjadi pada saat pengecoran di pengaruhi oleh posisi pola yang kurang tepat pada saat proses pengecoran.

Berdasarkan penjelasan di atas penelitian ini akan mendalami tentang pengaruh posisi pola terhadap hasil coran pada proses pembuatan produk tutup motor listrik dengan metode cetakan pasir (*sand casting*).

1.1 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diidentifikasi beberapa masalah berupa :

1. Banyaknya limbah aluminium yang belum dimanfaatkan.
2. Banyak metode dalam pengecoran yang digunakan untuk menciptakan hasil coran yang baik.
3. Menurunnya kualitas hasil coran yang diakibatkan masih banyaknya cacat pada coran.
4. Posisi pola mempengaruhi hasil dari proses pengecoran logam.

1.3 Pembatasan Masalah

Karena luasnya permasalahan yang berhubungan dengan piston, maka penelitian ini perlu dibatasi, sehingga hanya akan melakukan penelitian sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran aluminium bekas piston dari kendaraan mobil truck.
2. Metode yang digunakan adalah *sand casting* atau media cetakan pasir.
3. Posisi pola yang benar agar mendapatkan hasil coran baik.
4. Variasi posisi pola dengan posisi vertikal, horizontal, dan miring pada proses pengecoran.
5. Cacat coran yang diidentifikasi dari hasil pengecoran adalah penyusutan dan lubang jarum
6. Pengujian struktur mikro dilakukan dengan mesin NIKON TYPE X1005 TTEPL yang ditunjukkan dengan foto mikro spesimen.
7. Pengujian nilai kekerasan yang digunakan adalah *microvickers hardenss test* dengan mesin uji *Vickers Microindentation* merk *Future-Tech Corp* di Laboraturium Pengujian Bahan Teknik Mesin UNNES

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang diangkat penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh variasi posisi pola terhadap cacat coran hasil pengecoran aluminium tutup motor listrik dengan metode cetakan pasir (*sand casting*)
2. Bagaimanakah pengaruh variasi posisi pola terhadap struktur mikro dari hasil pengecoran aluminium tutup motor listrik dengan metode cetakan pasir (*sand casting*)

3. Bagaimanakah pengaruh variasi posisi pola terhadap nilai kekerasan dari hasil pengecoran alumunium tutup motor listrik dengan metode cetakan pasir (*sand casting*)

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi posisi pola terhadap cacat coran hasil pengecoran alumunium tutup motor listrik dengan metode cetakan pasir (*sand casting*)
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi posisi pola terhadap struktur mikro dari hasil pengecoran alumunium tutup motor listrik dengan metode cetakan pasir (*sand casting*)
3. Bagaimanakah pengaruh variasi posisi pola terhadap nilai kekerasan dari hasil pengecoran alumunium tutup motor listrik dengan metode cetakan pasir (*sand casting*)

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Ikut berkontribusi dibidang ilmu pengetahuan manufaktur pengecoran logam dengan menggunakan metode (*sand casting*) atau cetakan pasir.
2. Sebagai ilmu pengetahuan untuk akademik, praktik dan pihak terkait mengenai proses pengecoran logam dengan metode (*sand casting*).

3. Penelitian ini bisa dijadikan rujukan atau referensi awal untuk penelitian-penelitian selanjutnya khususnya dibidang pengecoran logam dengan metode (*sandcasting*)

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Kajian Pustaka

D.K. Pratiwi dan N. Paramitha (2013) melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh variasi ukuran cetakan logam terhadap perubahan struktur mikro dan sifat mekanik produk cor aluminium”. Pada penelitian ini menggunakan tiga jenis ukuran cetakan logam yaitu *L-bow 1”* (Als1), *L-bow L-bow 1 ½”* (Als2), dan *L-bow 2”* (Als3). Logam yang dicor adalah Aluminium skrap sedangkan tungku pengecoran yang digunakan adalah tungku krus dengan menggunakan bahan bakar batubara. Pengujian yang dilakukan dengan uji kekerasan, uji struktur mikro dan uji komposisi kimia. Hasil dari pengujian kekerasan yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa produk cor dengan ukuran terkecil yaitu Als1 memiliki nilai kekerasan tertinggi yaitu rata-rata 76,82 kgf/mm², sedangkan Als2 memiliki nilai kekerasan rata-rata 73,38 kgf/mm², dan Als3 memiliki nilai kekerasan rata-rata 72,57 kgf/mm². Jika dilihat dari proses pengujian, didapatkan hasil bahwa semakin kecil ukuran cetakan produk cor, maka nilai kekerasannya akan semakin tinggi. Demikian juga dengan pertumbuhan butir yang terbentuk, semakin kecil ukuran suatu produk cor, maka pertumbuhan butir yang terjadi pun akan semakin kecil.

Diah Kusuma Pratiwi (2012) melakukan penelitian dengan judul “Hubungan Jenis Cetakan Terhadap Kualitas Produk Cor Aluminium”. Pada penelitian ini bertujuan untuk mencari tahu kualitas atau hasil produk pengecoran yang baik. Material cetakan produk cor mempunyai sifat dan karakter sendiri, seperti:

permeabilitas, kekuatan tekan, dan konduktivitas panas. Sifat-sifat ini sangat berpengaruh terhadap kualitas produk cor. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan bahan cetakan: logam, pasir, keramik, dan semen. Logam yang dicor adalah aluminium. Analisa data menunjukkan bahwa cacat cor yang paling banyak terdapat pada spesimen yang menggunakan cetakan semen, dan yang paling sedikit adalah pada spesimen yang menggunakan cetakan logam. Sebaliknya kekerasan yang paling tinggi adalah pada cetakan logam dan yang paling rendah adalah pada cetakan semen. Sedangkan kualitas produk cor aluminium yang menggunakan cetakan pasir dan keramik berada diantara cetakan pasir dan cetakan keramik.

H. Purwanto (2009) melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh jarak tepi cetakan terhadap kekuatan Tarik dan kekerasan pada coran aluminium”. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak dari tepi bawah ke atas hasil coran terhadap kekuatan tarik dan kekerasan bahan pada pengecoran tuang dengan cetakan logam Al-6,4%Si-1,93%Fe. Dalam pengujian dibuat spesimen uji tarik dengan standart JIS Z-220 No 7 *Test Piece*, dan dengan variasi jarak dari dasar coran, 10 mm, 30 mm, 50 mm, dan 70 mm pada cetakan dengan dimensi cetakan tinggi 80 mm, lebar 100 mm, dan panjang 400 mm. Hasil pengujian terhadap kekuatan tarik menunjukkan bahwa semakin dekat jarak dari tepi coran maka kekuatan tarik semakin tinggi hal ini disebabkan karena pengaruh pendinginan cepat pada permukaan cetakan. Dan pada pengujian kekerasan menunjukkan bahwa semakin kecil jarak dari tepi coran tingkat kekerasan semakin tinggi. Semakin tinggi nilai tegangan tarik, maka semakin tinggi pula angka kekerasannya.

Rizal Mahendra Pratama dan Soeharto (2012) meneliti tentang “Studi Eksperimen Pengaruh Jenis Saluran pada *Aluminium Sand Casting* terhadap Porositas Produk *Toroidal* Piston”. Dalam penelitian ini dilakukan proses pengecoran pasir untuk membuat *toroidal* piston. Pola berbentuk *toroidal* piston, sistem saluran, rangka cetak dan rangka inti terbuat dari kayu dilakukan pada langkah pertama. Langkah kedua menyiapkan pasir cetak dengan komposisi pasir silika (bekas daur ulang 50% + pasir baru 50%), bentonit 7.5% (aktif), dan air 3.5%. Langkah ketiga adalah perakitan cetakan dengan menyusun pola dan system saluran ke dalam rangka cetak yang ditimbun dengan pasir cetak hingga dihasilkan rongga cetak. Sistem saluran yang digunakan akan divariasikan menjadi *Top Gating System*, *Parting Line Gating System*, dan *Bottom Gating System*. Setelah cetakan selesai dibuat, langkah keempat adalah proses pengeringan cetakan selama dua minggu. Langkah kelima adalah proses peleburan logam, penuangan logam, kemudian proses pembekuan dilakukan pada temperatur ruangan selama 24 jam, dilanjutkan pembongkaran cetakan. Langkah keenam adalah proses inspeksi terhadap porositas secara kualitatif dan kuantitatif. Pengukuran porositas kuantitatif dengan cara menghitung perbandingan volume porositas terhadap volume total spesimen, dan pengukuran porositas kualitatif dengan mengambil foto porositas di bagian *surface* dan *sub-surface*. Dari penelitian ini didapatkan bahwa hasil coran *parting line gating system* memiliki harga porositas paling rendah bila dibandingkan hasil coran jenis sistem saluran yang lain. Akan tetapi, hasil coran *parting line gating system* memiliki penyusutan yang paling besar dari pada hasil coran jenis saluran yang lain.

Muhammad Amfrudin dkk (2014) meneliti tentang “Pengaruh jumlah saluran masuk terhadap ketangguhan, kekerasan, dan struktur mikro pada pengecoran *pulley* dari besi cor dengan cetakan pasir”. Tujuan penelitian ini yaitu mencari pengaruh jumlah lubang pada ketangguhan di *pulley*, pengaruh jumlah lubang pada ketangguhan dalam pengecoran *pulley* dari besi cor abu-abu, pengaruh jumlah lubang pada kekerasan dalam pengecoran *pulley* dari besi cor abu-abu, dan pengaruh jumlah lubang pada struktur mikro dalam *casting pulley* dari besi cor dan cetakan pasir. Hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut: ketangguhan *pulley* dengan tipe satu-*inlet* lebih tinggi karena lambatnya pembekuan sedemikian rupa sehingga lebih banyak ferit yang dikumpulkan, ferit memiliki karakteristik lunak dan getas. Kekerasan katrol dengan tipe tiga-*inlet* adalah 205,8 VHN yang lebih tinggi dari *pulley* dengan tipe dua-*inlet* (201,8 VHN) dan katrol dengan tipe satu-*inlet* (196,8 VHN), kekerasan *pulley* dengan tipe tiga-*inlet* lebih tinggi karena pembekuan lebih cepat sedemikian rupa sehingga perlit yang terbentuk tersebar lebih merata dan jumlah grafit yang terbentuk semakin kecil. Perlit memiliki karakteristik keras dan rapuh. Struktur mikro dari spesimen *pulley* dalam penelitian ini adalah matriks perlit yang keras dan kuat. Struktur grafit dan ferit pada spesimen *pulley* dengan tipe satu-*inlet* lebih besar jumlahnya dibandingkan pada spesimen *pulley* dengan tipe dua-*inlet* dan spesimen *pulley* dengan tipe tiga-*inlet*. Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai ketangguhan *pulley* dengan tipe *one-inlet* adalah 0,055 J / mm² yang lebih besar dari ketangguhan *pulley* dengan tipe *two-inlet* (0,053 J / mm²) dan ketangguhan *pulley* dengan tipe tiga-*inlet* (0,052 J / mm²).

K. Roziqin dkk (2012) melakukan penelitian tentang “Pengaruh model sistem saluran pada proses pengecoran aluminium daur ulang terhadap struktur mikro dan kekerasan coran *pulley* diameter 76mm dengan cetakan pasir”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengecoran secara bentuk visual, struktur mikro dan kekerasan terhadap variasi sistem saluran. Penelitian dilakukan dengan membuat tiga macam sistem saluran dengan temperatur tuang 700 oC. Hasil menunjukkan bahwa dari ketiga model sistem saluran tersebut pola saluran A dan pola saluran C tidak terdapat cacat penyusutan, sedangkan hasil coran pada pola saluran B masih terdapat cacat penyusutan yang terletak dibagian tengah coran. Pada pengamatan struktur mikro, pola saluran C lebih sedikit cacat porositasnya dibandingkan dengan pola saluran A dan B. Pada Uji kekerasan menunjukkan bahwa pola saluran A pada spesimen A1 dan A3 mempunyai kekerasan yang paling tinggi diantara spesimen yang lain yaitu sebesar 77,40 BHN. Sedangkan kekerasan terendah terdapat pada pola saluran C yaitu pada spesimen C2 sebesar 74,40 BHN. Hal tersebut karena laju pembekuan terakhir terletak pada bagian tengah coran. Jadi semakin lama laju pembekuannya semakin rendah kekerasannya.

Nurhadi Ginanjar Kusuma dkk (2014) melakukan penelitian dengan judul “Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Dimensi Cil dalam (*Internal Chill*) terhadap Cacat Penyusutan (*Shrinkage*) pada Pengecoran Aluminium 6061”. Penambahan variasi ukuran dimensi cil dalam (*internal chill*) bertujuan untuk menganalisa pengaruh perubahan dimensi terhadap cacat *shrinkage* pada pengecoran. Penelitian pembuatan benda coran dilakukan dengan menggunakan bahan coran aluminium

6061 dengan menggunakan metode pengecoran pasir. Sistem saluran yang digunakan menggunakan ketentuan AFS. Jenis saluran yang digunakan adalah horizontal *parting-line*, serta pasir cetak dengan komposisi pasir *silica* 89%, bentonit 7,5%, dan air 3,5%. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh penggunaan dimensi *internal chill* terhadap prosentase jumlah cacat *shrinkage* dengan diameter 15, 20, dan 25 secara berurutan sebesar 3,82, 1,28, dan 1,01%. Penggunaan variasi dimensi *internal chill* pada pengecoran benda yang semakin diperbesar dapat berfungsi dengan baik serta menggeser lokasi cacat penyusutan menjauhi *internal chill*. Grafik yang didapatkan dari pengukuran pada *internal chill* diameter 25 mm (daerah yang mengalami prosentase cacat terkecil) memiliki kemampuan menyerap panas lebih baik daripada diameter 15 dan 20 mm.

Sunil Chaudhari (2014) melakukan penelitian dengan judul “*Review on Analysis of Foundry Defects for Quality Improvement of Sand Casting*” penelitian tersebut bertujuan untuk meninjau karya penelitian yang dibuat oleh beberapa peneliti dan upaya untuk mendapatkan solusi teknis untuk meminimalkan berbagai cacat casting dan untuk meningkatkan seluruh proses pengecoran manufaktur. Penelitian tersebut bertujuan untuk metode pengecoran komponen modern menggunakan berbagai perangkat lunak dan teknik simulasi benar-benar menjadi keuntungan bagi sektor industri. Ini menawarkan sejumlah keunggulan dan dalam bentuk alat cerdas untuk meningkatkan kualitas komponen cor. Ini akan sangat membantu dalam meningkatkan kualitas dan hasil casting. Banyak peneliti telah melakukan eksperimen untuk menemukan parameter proses pasir untuk mendapatkan kualitas coran yang

lebih baik. Mereka telah berhasil mengurangi cacat casting hingga mencapai 6% dengan memilih parameter pasir yang tepat. Jadi, kita dapat menyimpulkan bahwa parameter proses pasir harus diputuskan secara eksperimental tergantung pada kualitas pasir. Kami tidak harus memilih parameter ini langsung dari produsen lain. Ini disebut kustomisasi parameter proses tergantung pada kualitas pasir, dan kondisi lingkungan dll. Penolakan pengecoran atas dasar cacat *casting* harus seminimal mungkin untuk kualitas yang lebih baik. Satu dapat terus berusaha untuk perubahan dalam parameter proses pencampuran pasir sampai penolakan berada di bawah kendali.

L.H. Ashar dkk (2012) melakukan penelitian dengan judul “Analisis pengaruh model sistem saluran dengan pola *styrofoam* terhadap sifat fisis dan kekerasan produk *pulley* pada proses pengecoran aluminium daur ulang” penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui hasil coran, struktur mikro dan kekerasan terhadap bentuk sistem saluran, penelitian dengan membuat tiga macam sitem saluran dengan temperatur tuang 7000C. metode penelitian dengan cara tiga model sistem saluran. Hasil menunjukkan bahwa dari ketiga model sistem saluran tersebut mempunyai cacat yang berbeda, untuk pola saluran B dan C terdapat cacat penyusutan (*Shrinkage*) di tengah-tengah coran, sedangkan untuk pola saluran A tidak terdapat cacat penyusutan akan tetapi terdapat cacat drop (tonjolan pada permukaan hasil coran). Hasil Struktur mikro pengecoran pada pola saluran A, B dan C masing-masing terdapat cacat porositas dimana pada pola saluran C lebih sedikit cacat porositasnya dibandingkan dengan pola saluran A dan paling banyak cacat porositasnya terdapat pada pola

saluran B dan pada hasil uji kekerasan Untuk nilai kekerasan pola saluran A lebih tinggi nilai kekerasannya 75,8 BHN dibanding dengan Pola saluran B 70,8 BHN dan pola saluran C 70,73 BHN.

Rudi Siswanto (2015) melakukan penelitian dengan judul “Analisis struktur mikro paduan Al-19,6Si-2,5Cu-2,3Zn (*scrap*) hasil pengecoran *evaporative*”. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui struktur mikro dari hasil pengecoran *evaporative*.

Tungku untuk peleburan menggunakan tungku krusibel dengan bahan bakar arang kayu. Material untuk pengecoran digunakan paduan Al-19,6Si-2,5Cu- 2,3Zn rongsok. Metode pengecoran *evaporative* menggunakan *styrofoam* sebagai pola yang ditimbun dalam pasir cetak. Metode ini akan menghasilkan coran yang sesuai dengan pola *styrofoam* yang dibentuk. Peleburan dilakukan dengan cara mencairkan Al di dapur krusibel kemudian dituang pada variasi temperatur tuang 650, 660, 670 dan 680 oC. Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan semakin tinggi tempertur tuang struktur

Hypereutectic Si hadir diantara dendrit dari serpihan pendek tipis menjadi serpihan panjang tebal.

Arif Sudiby dkk (2013) melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh penampang *ingate* terhadap cacat porositas dan nilai kekerasan pada proses pengecoran aluminium menggunakan cetakan pasir”. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh cross-sectional bentuk *ingate* pada cacat porositas dan nomor kekerasan dalam paduan aluminium proses cor dengan menggunakan cetakan

pasir. Bahan baku dari paduan aluminium di Percobaan ini berasal dari limbah sepatu rem sepeda motor. Variasi dari bentuk silang dari *ingate* adalah: melingkar, persegi panjang, dan segitiga. Pengujian porositas dilakukan dengan membandingkan kerapatan teoritis dengan kepadatan yang sebenarnya. Pengujian kerapatan teoritis menggunakan standar ASTM E 252-06 dan pengujian kerapatan aktual menggunakan teori archimides. Nomor kekerasan pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji kekerasan *Rockwell* dengan 1/16 inci diameter bola indenter dan 100 kgf kekuatan uji. Hasil dari *circular cross-sectional* memiliki persentase porositas rata-rata terendah dan nomor kekerasan tertinggi. Masuk dengan bentuk *cross-sectional* melingkar memiliki persentase porositas rata-rata 1,93% dan angka kekerasannya adalah 58,05 HRB.

Rzychoń, dkk (2010) dalam penelitian yang berjudul "*The influence of pouring temperature on the microstructure and fluidity of AE42 alloy*" yang menyatakan bahwa Struktur mikro mempunyai hubungan terhadap nilai kekerasan yaitu fasa eutektik silicon yang terbentuk akan semakin rapat dan mengecil jika nilai kekerasannya tinggi. Peningkatan temperatur tuang berpengaruh dalam peningkatan fluiditas.

2.2 Landasan Teori

Sudjana, (2008: 144) pada penelitiannya menyatakan bahwa pengecoran atau penuangan (*casting*) merupakan salah satu proses pembentukan bahan baku/bahan benda kerja yang relatif mahal dimana pengendalian kualitas benda kerja dimulai

sejak bahan masih dalam keadaan mentah. Meski banyak pendapat berbeda namun pada intinya itu sama yaitu proses pembuatan benda dengan memanaskan logam cair dan dituangkan kedalam cetakan (*mold*). *Sand casting* adalah 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. Hingga sekarang, proses pengecoran dengan cetakan pasir masih menjadi andalan industri pengecoran terutama industri-industri kecil. Kebanyakan pasir yang digunakan dalam pengecoran adalah pasir silika (SiO_2). Pasir merupakan produk dari hancurnya batu-batuan dalam jangka waktu lama. Alasan pemakaian pasir sebagai bahan cetakan karena murah dan ketahanannya terhadap temperatur tinggi. Mudah tidaknya pembuatan coran tergantung pada bentuk dan ukuran benda coran. Coran yang tebalnya seragam, tipis dan lebar atau tuangan memerlukan inti tipis dan panjang adalah sangat sukar dibuat. Disamping itu coran-coran yang memerlukan ketelitian atau sudut-sudut tajam kemungkinan akan sulit untuk dibuat (Surdia, 1976: 4).

2.2.1 Pola dan Posisi Pola

2.2.1.1 Pola

Pola yang menggunakan cetakan pasir atau dengan cetakan tanah sari mungkin dibuat dari bermacam bahan seperti kayu, plastik, logam dan fiber. Pola biasanya dasar yang menghubungkan bagian desain dan coran yang sudah jadi.

Pemilihan bahan untuk membuat pola tergantung pada beberapa faktor. Sebagai contoh pola dari kayu yang lunak mungkin hanya baik untuk sejumlah cetakan sebelum diperlukan perbaikan atau pergantian. Kayu yang keras memungkinkan pemakaian yang lebih lama dari yang lunak dan pola besi tuang, plastik, fiber tentu lebih lama dari pola kayu keras. Pola yang tidak berkerangka atau pola yang sekali pakai sebaiknya hanya dipakai untuk produksi terbatas. Pola yang diletakan diatas papan dapat meningkatkan umur pakainya, pola ditekan dan terkikis dengan besar yang berbeda-beda tergantung dari metode yang digunakan. Pola mempunyai ukuran sedikit lebih besar dari ukuran benda yang akan dibuat dengan maksud untuk mengantisipasi penyusutan selama pendinginan dan pengerjaan finishing setelah pengecoran.

2.2.1.2 Posisi Pola

Posisi Pola, pada pola juga dibuat posisi kemiringan pada sisinya supaya memudahkan pengangkatan pola dari pasir cetak. Kemiringan pola diperlukan untuk mempermudah saat melepas pola dari cetakan, kemiringan pola tergantung dari bahan pola yang dipakai. Permukaan-permukaan tegak dari pola dimiringkan mulai dari permukaan pisah untuk memudahkan pengangkatan pola dari cetakan, meskipun dalam hal ini mempergunakan pola logam, pola ditarik dengan pengaruh pena-pana, bagan membutuhkan kemiringan 1/200, demikian juga pola kayu membutuhkan kemiringan 1/30 sampai 1/100 (Surdia, 1976:52).

Cetakan adalah rongga atau ruang di dalam pasir cetak yang akan diisi dengan logam cair. Pembuatan cetakan dari pasir cetak dilakukan pada sebuah rangka cetak.

Cetakan terdiri dari kup dan drag. Kup adalah cetakan yang terletak di atas, dan drag cetakan yang terletak di bawah. Hal yang perlu diperhatikan pada kup dan drag adalah penentuan permukaan pisah yang tepat. Rangka cetak yang dapat terbuat dari kayu ataupun logam adalah tempat untuk memadatkan pasir cetak yang sebelumnya telah diletakkan pola di dalamnya. Pada proses pengecoran dibutuhkan dua buah rangka cetak yaitu rangka cetak untuk kup dan rangka cetak untuk drag. Proses pembuatan cetakan dari pasir dengan tangan.

2.2.2 Cetakan Pasir

Pada Cetakan pasir untuk pembuatan cetakan yang paling lazim dipakai pasir cetak yang mengandung tanah lempung sebagai pengikat khusus. Cetakan pasir kadang-kadang dibuat dengan tangan atau dapat juga dibuat dengan mesin cetakan. Masa kini pembuatan cetakan secara mekanik menjadi berkembang disebabkan kemajuan pada mesin cetakan dari yang kecil hingga yang besar.

1. Pembuatan cetakan dengan tangan

Pembuatan dengan tangan dilakukan jika produksinya kecil, bentuk coran yang sulit dibuat oleh mesin pencetak, atau coran yang besar sekali. Biasanya digunakan pasir cetak dengan campuran tanah lempung sebagai pengikat.

2. Pembuatan Cetakan Secara Mekanik

Pembuatan cetakan secara mekanik dalam produksi masal, pembuatan cetakan dengan menggunakan mesin lebih efisien dan menjamin produksi cetakan yang baik. Membuat cetakan menggunakan mesin dipilih karena ukuran, bentuk, berat, dan jumlah produksi coran dan sebagainya. Umumnya untuk coran yang kecil digunakan

mesin pembuat cetakan kecil dan untuk cetakan besar dipakai mesin besar, walaupun demikian kadang-kadang mesin besar dipakai untuk coran kecil dengan membuat cetakan kecil dalam jumlah banyak dalam satu rangka cetakan secara bersama-sama.

2.2.3 Jenis pasir

Pasir cetak yang lazim digunakan adalah pasir gunung, pasir pantai, pasir sungai, dan pasir silika yang disediakan alam. Beberapa dari mereka dipakai begitu saja dan yang lain dipakai setelah dipecah menjadi butir-butir dengan ukuran yang cocok. Jika pasir memiliki kadar lempung yang cocok dan bersifat adhesi, maka pasir tersebut dapat langsung digunakan, jika sifat adhesinya kurang maka perlu ditambahkan lempung pada pasir tersebut, selain lempung biasanya dapat digunakan zat pengikat lainnya (Surdia, 1976: 110).

Pasir gunung umumnya digali dari lapisan tua yang mengandung lempung dan kebanyakan dapat dipakai setelah dicampur dengan air. Pasir pantai diambil dari pantai, pasir kali diambil dari kali. Pasir silika dalam beberapa hal dapat diambil dari gunung dalam keadaan ilmiah atau bias juga dengan jalan memecah kuarsit. Pasir pantai, pasir kali pasir silika alam dan pasir silika buatan tidak melekat dengan sendirinya, oleh karena itu dibutuhkan pengikat untuk mengikat butir-butirnya satu sama lain dan baru dipakai setelah pencampuran (Surdia, 1976: 110)

1. *Green-sand*

Green-sand merupakan pasir silika basah dengan kandungan air 3.5% – 4.5%, sehingga sering disebut pasir basah. Digunakan pada pengecoran besi dengan berat tuang sampai dengan 200 kg (FC) Karakteristik: pengerasan dicapai melalui

pemadatan baik manual maupun dengan proses mesin, mudah dibongkar, kemampuan daur ulang sangat baik, cetakan dicor sesegera mungkin.

2. *Resin Coated Sand (RCS)*

Resin Coated Sand (RCS) merupakan pasir silika yang diolah lebih lanjut sehingga butiran pasir terselubungi dengan resin (*resin coated sand*). Digunakan sebagai inti maupun cetakan. Karakteristik: pemadatan tidak diperlukan, pengerasan dicapai dengan pemasanan dengan temperatur 200 - 250⁰C, kekuatan maksimum langsung dicapai setelah pengerasan, dapat disimpan lama sebelum pengecoran, kualitas permukaan coran sangat baik, kemampuan menjaga penyusutan benda coran sangat baik, kemampuan hancur setelah pengecoran sangat baik, kemampuan daur ulang buruk, waktu curing bervariasi antara 30 menit – 90 menit.

2.2.4 Pasir cetak memerlukan sifat-sifat yang memenuhi persyaratan

Menurut Surdia (1976: 109-110) Pasir cetak harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Mempunyai sifat mampu dibentuk, sehingga mudah dalam pembuatan cetakan dan kekuatan yang cocok. Cetakan yang di-hasilkan harus kuat sehingga tidak rusak karena dipindah-pindah dan dapat menahan logam cair sewaktu dituang ke dalamnya.
2. Permeabilitas yang cocok, untuk mengantisipasi menghindari hasil coran memiliki cacat seperti rongga penyusutan, gelembung gas atau kekerasan permukaan, kecuali jika udara atau gas yang terjadi dalam cetakan saat penuangan disalurkan

melalui rongga-rongga diantara butir-butir pasir keluar dari cetakan dengan kecepatan yang cocok.

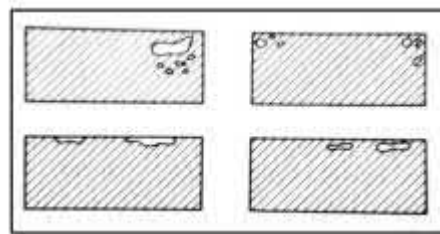
3. Distribusi besar butir yang cocok. Permukaan coran diperhalus, Tetapi kalau butir pasir terlalu halus, gas dicegah keluar dan membuat cacat, yaitu gelembung udara. Distribusi besar butir harus cocok mengingat dua syarat yang disebut diatas.
4. Tahan terhadap temperatur logam yang dituang. Pasir dan pengikat harus memiliki derajat tahan api tertentu terhadap temperatur yang tinggi.
5. Komposisi yang cocok. Butir pasir bersentuhan dengan logam yang dituang mengalami peristiwa kimia dan fisika karena logam cair mempunyai temperatur yang tinggi.
6. Mampu dipakai lagi. Pasir harus dapat dipakai berulang-ulang supaya lebih ekonomis.
7. Pasir harus murah.

2.2.5 Cacat Coran

Menurut Surdia (1976: 211), sesuai dengan komisi pengecoran internasional yang menggolongkan cacat coran dalam rupa menjadi sembilan kelas, yaitu: ekor tikus tak menentu, atau kekasaran yang meluas, lubang-lubang, retakan, permukaan kasar, salah alir, kesalahan ukuran, inklusi dan struktur yang tidak seragam, deformasi dan melintir, dan cacat yang tak nampak. Cacat coran tersebut disebabkan oleh perencanaan, bahan yang digunakan, proses atau perencanaan coran. Berikut adalah cacat yang terjadi pada coran, yaitu:

1. Rongga Udara

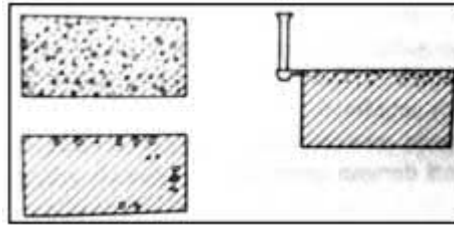
Merupakan cacat yang paling banyak terjadi, biasanya muncul sebagai lubang pada permukaan atau di dalam coran. Rongga udara bias terjadi pada temperatur penuangan yang rendah dan waktu penuangan yang terlalu lama. Apabila waktu penuangan terlalu lama, maka banyak udara yang akan masuk ke dalam rongga cetakan. Pada pengeluaran gas yang tidak sempurna, maka rongga udara akan membentuk cacat di dalamnya. Hal tersebut dapat diatasi dengan membuat lubang angin atau mencampur sinder kokas, tinggi penuangan cairan dapat menyebabkan timbulnya rongga udara. Apabila tinggi penuangan terlalu rendah, maka tekanan logam cair menjadi lebih kecil dari pada tekanan gas di dalam cetakan.



Gambar 2.1. Cacat Rongga Udara
(Sumber: Surdia, 1976: 212)

2. Lubang Jarum

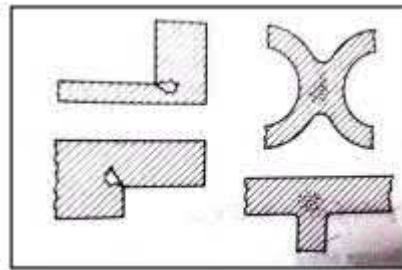
Lubang jarum merupakan cacat yang berbentuk bola dengan permukaan yang halus, cacat lubang jarum seperti bekas tusukan jarum. Ukurannya di bawah 1 sampai 2 mm, sehingga sangat kecil. Lubang jarum tersebar di permukaan coran, sedangkan permukaan dalamnya berwarna perak atau biru karena oksidasi.



Gambar 2.2. Cacat Lubang Jarum
(Sumber: Surdia, 1976: 212)

3. Penyusutan Dalam

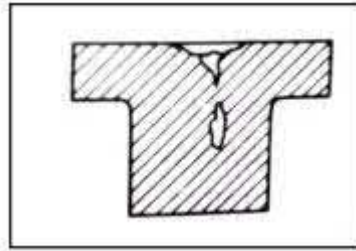
Penyusutan dalam merupakan lubang cacat yang terjadi karena pengecilan ketika logam membeku. Penyusutan dalam tidak tampak di permukaan, tetapi bagian dalamnya dikelilingi kristal-kristal dendrit. Penyusutan dalam dapat terjadi apabila temperatur penuangan terlalu rendah, sehingga penambah membeku terlebih dahulu dan penambah tidak dapat menyuplai cairan secara baik.



Gambar 2.3. Cacat Penyusutan Dalam
(Sumber: Surdia, 1976: 212)

4. Penyusutan Luar

Penyusutan luar merupakan lubang cacat yang terjadi pada permukaan luar benda coran yang disebabkan oleh penyusutan pada saat pembekuan. Penyebab terjadinya penyusutan luar sama dengan penyebab terjadinya penyusutan dalam.



Gambar 2.4. Cacat Penyusutan Luar
(Sumber: Surdia, 1976: 212)

5. Rongga Penyusutan

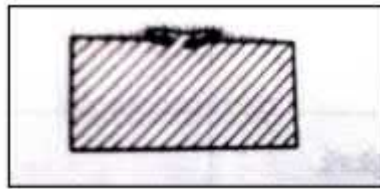
Rongga penyusutan merupakan cacat coran yang penyebabnya sama dengan cacat penyusutan dalam dan luar. Rongga penyusutan terdiri dari lubang-lubang kecil dengan permukaan dalam berkrystal dendrit kasar yang bisa timbul pada bagian tebal, pertemuan, cekungan filet dan sebagainya.



Gambar 2.5. Cacat Rongga Penyusutan
(Sumber: Surdia, 1976: 213)

6. Ekor Tikus

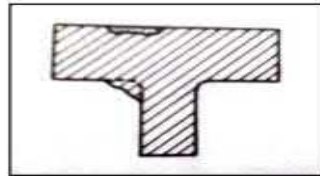
Ekor tikus merupakan cacat permukaan yang terjadi karena pasir dari permukaan cetakan mengembang dan logam cair masuk di bawah permukaan tersebut, sehingga apabila pasir dibersihkan akan terlihat rongga lurus seperti pembuluh.



Gambar 2.6. Cacat Ekor Tikus
(Sumber: Surdia, 1976: 213)

7. Rontokan Cetakan

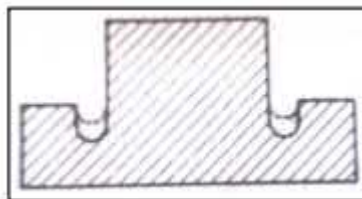
Rontokan cetakan merupakan cacat berbentuk bengkakan yang disebabkan oleh pecahnya cetakan dan pecahan pasir yang menyebabkan inklusi pasir di tempat lain.



Gambar 2.7. Cacat Rontokan Cetakan
(Sumber: Surdia, 1976: 213)

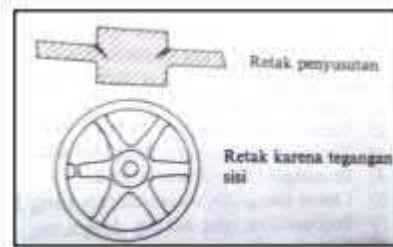
8. Penyinteran

Cacat penyinteran merupakan campuran antara logam dan pasir yang disebabkan muka dari cetakan bercampur dan melekat pada permukaan coran.



Gambar 2.8. Cacat Penyinteran
(Sumber: Surdia, 1976: 214)

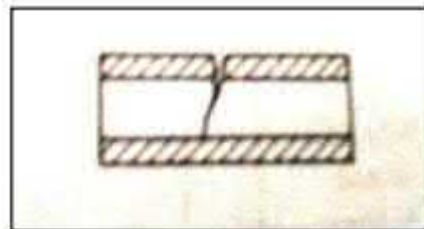
9. Retakan



Gambar 2.9. Cacat Retakan
(Sumber: Surdia, 1976: 215)

10. Salah Alir dan Sumbatan Dingin

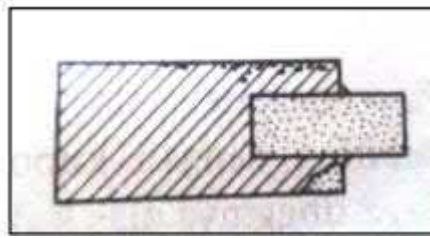
Salah alir merupakan cacat yang disebabkan oleh logam cair yang tidak mampu untuk memenuhi cetakan. Sedangkan sumbat dingin merupakan cacat yang menyebabkan ketidak kontinuan pada permukaan coran. Pada kedua cacat ini terjadi karena bentuk coran yang terlalu tipis, temperatur penuangan terlalu rendah, kecepatan penuangan terlalu lambat, lubang angin yang kurang, dan penambah yang tidak sempurna.



Gambar 2.10. Cacat Salah Alir dan Sumbatan Dingin
(Sumber: Surdia, 1976: 215)

11. Inklusi Pasir

Cacat karena pasir terbawa dalam coran dan cacat terjadi pada permukaan atau dalam coran.



Gambar 2.11. Cacat Inklusi Terak
(Sumber: Surdia, 1976: 215)

Pada coran terjadi berbagai macam cacat tergantung pada bagaimana keadaanya, sedangkan cacat-cacat tersebut boleh dikatakan jarang berbeda menurut bahan dan macam coran. Banyak cacat ditemukan dalam coran secara biasa. Seandainya sebab-sebab dari cacat-cacat tersebut diketahui, maka pencegahan terjadinya cacat dapat dilakukan lebih awal. Memproduksi coran harus melalui banyak proses, dan dalam proses tersebut banyak faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya cacat, sehingga sukar untuk meyakinkan sebab-sebab dari cacat tersebut. Dalam hal ini banyak pengalaman teknik yang diperlukan untuk meyakinkan sebab-sebabnya. Untuk itu teknik dan proses perlu di standardkan sebelumnya, kemudian perlu menemukan hubungan antara cacat dan standard tersebut. Sebab-sebab cacat diamati dengan mempelajari apakah ada perbedaan antara Praktek dan standard. Sedangkan sumber penyebab utamanya cacat coran sangat tergantung kepada kondisi dan situasi serta produk dari industri pengecoran bersangkutan, akan tetapi secara umum bahwa penyebab cacat coran dapat dituliskan:

1. Desain pengecoran dan pola
2. Pasir cetak, desain cetakan dan inti

3. Komposisi muatan logam
4. Proses peleburan dan penuangan
5. Sistem saluran masuk dan penambah.

2.2.6 Pengamatan Struktur Mikro

Struktur mikro adalah gambaran dari kumpulan fasa-fasa yang dapat diamati melalui teknik metalografi. Struktur mikro suatu logam dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Mikroskop yang dapat digunakan yaitu mikroskop optik dan mikroskop elektron. Sebelum dilihat dengan mikroskop, permukaan logam harus dibersihkan terlebih dahulu, kemudian direaksikan dengan reagen kimia untuk mempermudah pengamatan. Proses ini dinamakan *etching*. Untuk mengetahui sifat dari suatu logam, kita dapat melihat struktur mikronya. Setiap logam dengan jenis berbeda memiliki struktur mikro yang berbeda.

Struktur mikro logam merupakan penggabungan dari satu atau lebih struktur kristal. Pada umumnya logam terdiri dari banyak kristal (majemuk), walaupun ada diantaranya hanya terdiri dari satu kristal saja (tunggal). Tetapi logam dengan kristal majemuk memungkinkan pengembangan berbagai sifat-sifat yang dapat memperluas ruang lingkup pemakaiannya. Dalam logam, kristal sering disebut sebagai butiran. Sifat – sifat fisis dan mekanik dari material tergantung dari struktur mikro material tersebut. Struktur mikro dalam logam (paduan) ditunjukkan dengan besar, bentuk dan orientasi butirnya, jumlah fasa, proporsi dan kelakuan dimana mereka tersusun atau terdistribusi. Struktur mikro dari paduan tergantung dari beberapa faktor seperti elemen paduan, konsentrasi dan perlakuan panas yang diberikan.

Analisis struktur mikro terdiri dari 4 langkah utama yaitu sampling, preparasi sampel, pengambilan gambar, dan perhitungan ukuran porositas/butir. Sampling dilakukan secara random dua buah per lot terhadap sampel yang telah lolos uji visual. Preparasi sampel meliputi: pemotongan, mounting, penggerindaan, pemolesan, etsa, dan cleaning/drying. Pemotongan dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan dimensi sampel yang diinginkan. Penggerindaan dimaksudkan untuk menghilangkan kerusakan permukaan sampel akibat penggerindaan. Etsa adalah pengikisan bahan secara selektif dengan menggunakan larutan kimia tertentu. Dalam etsa ini, batas butir terkorosi lebih awal sehingga terlihat jelas.

2.2.7 Uji Kekerasan

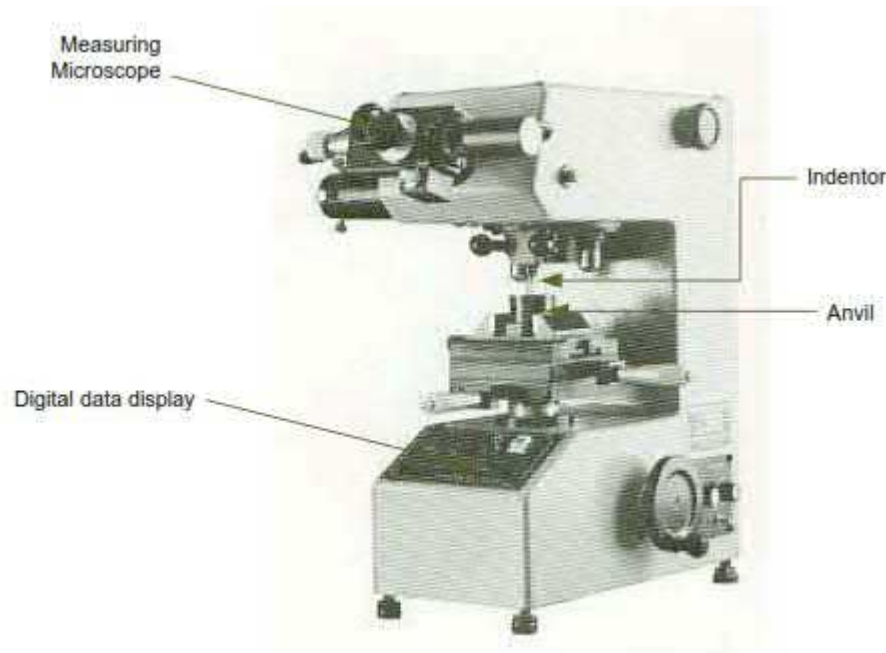
kekerasan adalah sifat yang dapat diandalkan sebagai pengganti kekuatan bahan. Pengukuran kekerasan adalah mudah, sehingga banyak dilakukan dalam pemilihan bahan (Surdia 1976 : 204). Pengujian kekerasan merupakan kemampuan suatu bahan terhadap pembebanan dalam pembebanan yang tepat, sehingga ketika gaya tertentu diberikan pada suatu benda uji dan karena pengaruh pembebanan benda uji akan mengalami deformasi. Terdapat tiga jenis umum mengenai ukuran kekerasan, yang tergantung pada cara melakukan pengujian, ketiga jenis tersebut adalah kekerasan goresan (*scratch hardness*), kekerasan lekukan (*indentation hardness*) dan kekerasan pantulan (*rebound*) atau kekerasan dinamik (*dynamic hardness*). Pengujian kekerasan dapat diketahui dengan cara mengukur ketahanan suatu benda terhadap penekanan, dengan cara penekanan bola baja atau piramida intan yang dikeraskan pada permukaan benda

kerja lalu mengukur bekas penekanan dari penetrator tersebut. Nilai kekerasan suatu benda kerja dapat diketahui dengan pengujian kekerasan menggunakan mesin uji kekerasan (*hardness tester*) menggunakan tiga cara atau metode yang biasanya dilakukan yaitu metode *Brinell*, *Rockwell* dan *Vickers*.

3.2.7.1 Kekerasan *Vickers*

Secara umum semua sifat mekanik dapat terwakili oleh sifat kekerasan bahan, orang berasumsi bahwa yang keras itu pasti kuat, sehingga jika dibutuhkan bahan yang kuat, maka pilih bahan yang keras. ini merupakan pernyataan yang keliru, bahwa ada suatu bahan yang memiliki kesebandingan antara kekerasan dengan kekuatan itu benar tetapi ada juga sifat yang justru perbandingannya terbalik bahwa bahan yang keras akan rapuh (Sudjana 2008: 409). Pada prinsipnya pengujian dengan sistem *Vickers* ini tidak jauh berbeda dengan Pengujian kekerasan dengan sistem *Brinell*, salah satu yang berbeda didalam pengujian kekerasan sistem *Vickers* ini ialah pemakaian Indentornya, dimana *Vickers* menggunakan piramida intan dengan sudut puncak piramida adalah 136° , Bentuk indentor yang relative tajam dibanding dengan *Brinell* yang menggunakan bola baja, *Vickers* memberikan pembebanan yang sangat kecil yakni dengan tingkatan beban 5, 10, 20, 30, 50 dan 120 kg, bahkan untuk pengujian mikrostruktur hanya ditentukan 10 g, sehingga pengujian kekerasan *Vickers* cocok digunakan pada bahan yang keras dan tipis, sedangkan untuk

bahan yang lunak dan tidak homogen seperti besi tuang (*cast Iron*) *Vickers* tidak sesuai untuk digunakan (Sudjana 2008: 420).



Gambar 2.12. Mesin uji kekerasan *Vickers*

Sumber: (Sudjana, 2008: 420)

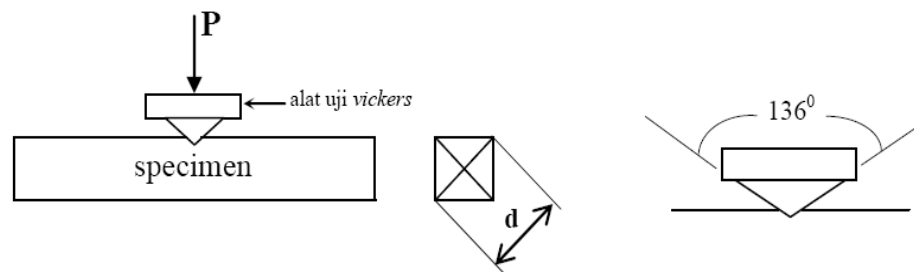
Angka kekerasan piramida intan atau *Vickers Hardness Number* (VHN), didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diagonal jejak, VHN dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\text{VHN} = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{L^2} = \frac{1.854 P}{L^2}$$

Dimana P = beban yang diterapkan (kg)

L = panjang diagonal rata-rata (mm)

θ = sudut antara permukaan intan yang berlawanan = 136°



Gambar 2.13. Skema pengujian *vickers hardness*.

Sumber: (Dieter, 1933: 335).

Lekukan yang benar yang dibuat oleh penumbuk intan harus berbentuk bujur sangkar, akan tetapi penyimpangan lekukan bisa terjadi seperti lekukan bantal jarum akibat terjadinya penurunan logam disekitar permukaan piramida yang datar. Keadaan demikian terdapat pada logam yang dilunakkan dan mengakibatkan pengukuran panjang diagonal yang berlebihan (Dieter, 1933: 335).

Pada penelitian ini menggunakan pengujian kekerasan mikro *Vickers*. Pengujian mikro *Vickers* adalah metode pengujian kekerasan dengan pembebanan yang relatif kecil yang sulit dideteksi oleh metode pengujian makro *Vickers*. Alasan penulis menggunakan metode uji kekerasan ini karena dengan indenter yang berbentuk piramid, sama baik digunakan pada bahan keras maupun lunak, nilai kekerasan suatu spesimen uji dapat diketahui dari penentuan angka kekerasan pada spesimen uji yang kecil dapat diukur dengan mililih gaya yang relatif kecil. Angka kekerasan piramida intan atau angka kekerasan *vickers* (VHN) dapat ditentukan dari persamaan berikut :

$$\text{HVN} = \frac{P}{A}$$

$$A = \frac{d_2}{2 \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)} = \frac{d_2}{2 \sin 68} = \frac{d_2}{1,854}$$

$$\text{HVN} = \frac{P}{A} = \frac{1,854 P}{d_2} \text{ [kgf / mm}^2\text{]}$$

Dimana :

P = beban yang diterapakan, kgf

θ = sudut antara permukaan intan yang berlawanan 136°

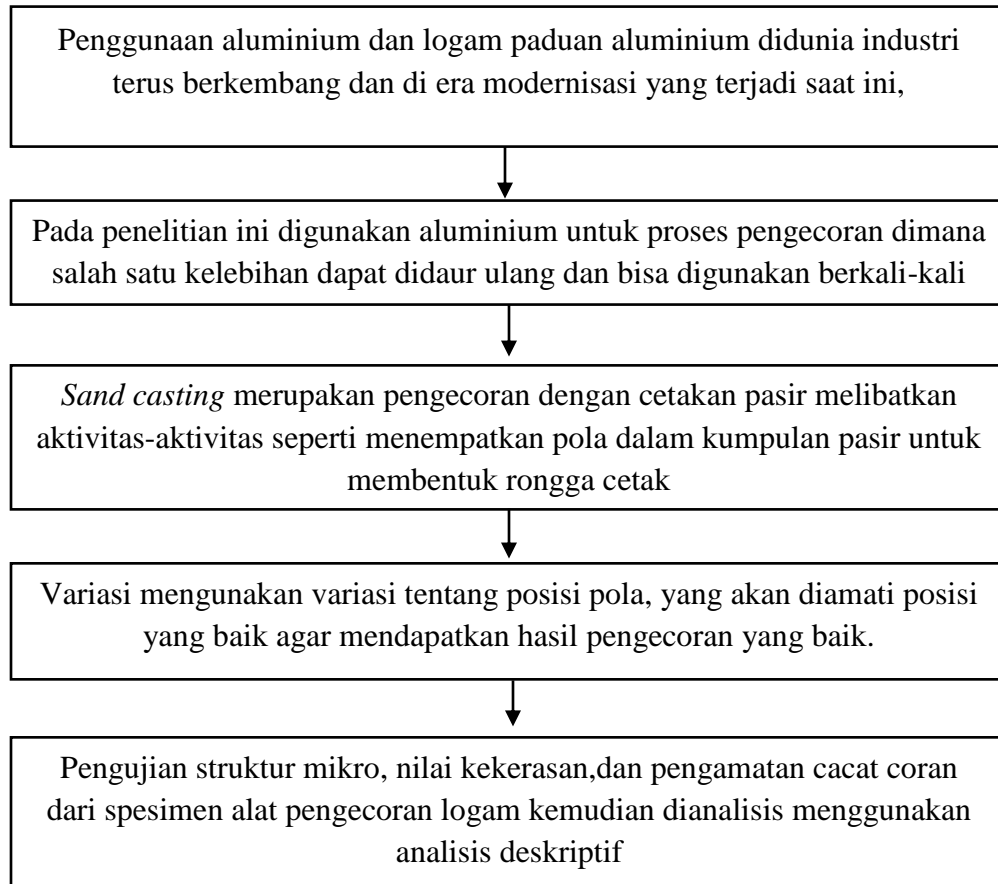
d = panjang diagonal rata-rata, mm ($d = \frac{d_1+d_2}{2}$)

d_1 = panjang diagonal 1, mm

d_2 = panjang diagonal 2, mm

2.3 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka berpikir merupakan suatu proses dari awal mula suatu ide dikembangkan kemudian diikuti dengan langkah-langkah dalam pelaksanaan penelitian sehingga proses untuk memecahkan sebuah masalah tersebut dapat dilaksanakan melalui prosedur yang baik dan benar. Berikut kerangka pikir dalam penelitian ini:



Gambar 2.14 . Kerangka Pikir Penelitian

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan variasi posisi pola pada cetakan pasir dari proses pengecoran logam dengan analisis cacat coran, pengujian struktur mikro, nilai kekerasan dari hasil coran produk tutup motor listrik dapat diambil simpulan sebagai berikut :

1. Variasi posisi pola pada cetakan pasir berpengaruh terhadap cacat coran yang terbentuk. Cacat lubang jarum ditemukan di semua variasi posisi pola. Namun variasi posisi pola hasil yang paling sedikit cacat coran adalah variasi posisi miring. Cacat yang dominan terjadi pada ketiga variasi tersebut adalah cacat lubang jarum dan cacat penyusutan yang banyak terjadi pada variasi posisi vertikal dan horizontal.
2. Variasi posisi pola pada cetakan pasir berpengaruh terhadap struktur mikro yang terbentuk. Berdasarkan hasil pengujian struktur mikro penyebaran distribusi partikel menunjukkan hasil yang berbeda. Pembentukan struktur pada hasil coran ditentukan oleh laju pembekuan, ketika coran mempunyai laju pembekuan yang lama, maka struktur Al dan Si akan renggang dan kasar, apabila hasil coran memiliki laju pembekuan yang cepat, maka struktur Al dan Si yang terbentuk akan merapat dengan jarak antar partikelnya berdekatan dan cenderung lebih halus. Struktur yang paling baik adalah spesimen variasi posisi pola horizontal, dimana butir Si terlihat rapat dan Si memiliki ukuran yang kecil dan pendek serta menyebar merata keseluruh bagian aluminium. Sehingga struktur pada variasi posisi pola lebih merata

dan merapat letak antar butirnya jika dibandingkan dengan struktur yang dibentuk oleh variasi posisi pola vertikal dan miring.

3. Variasi posisi pola pada cetakan pasir berpengaruh terhadap nilai kekerasan microvickers yang dihasilkan. Untuk mencapai nilai kekerasan tertinggi, posisi pola pada saat pengecoran harus diperhitungkan, dalam penelitian ini nilai kekerasan tertinggi diperoleh dari variasi posisi pola horizontal sebesar 164.7 VHN. dan nilai kekerasan terendah diperoleh dari variasi posisi pola vertikal sebesar 105.3 VHN.

5.2 Saran

Berdasarkan simpulan di atas, maka saran yang direkomendasikan peneliti sebagai berikut :

1. Diharapkan pada saat proses pengecoran dilakukan dengan baik agar hasil pengecoran tidak memiliki cacat coran dengan jumlah banyak.
2. Sebaiknya jika ingin melakukan proses pengecoran terutama dengan metode cetakan pasir, banyak hal yang harus diperhatikan sebelum melakukan pengecoran terutama memperhatikan posisi pola (Vertikal, horizontal, miring) pada saat pengecoran, dikarenakan posisi pola sangat mempengaruhi hasil coran yang ada.
3. Jika ingin melakukan penelitian sejenis sebaiknya, perlu dilakukan pengujian dengan jenis yang lain agar mendukung data-data yang ada terhadap hasil pengecoran limbah aluminium, dan dikarenakan penelitian pada variasi posisi pola ini baru pertama kali diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Amfrudin, M. (2014). PENGARUH JUMLAH SALURAN MASUK TERHADAP KETANGGUHAN, KEKERASAN, DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENGECORAN PULLEY DARI BESI COR DENGAN CETAKAN PASIR. *Jurnal Nosel*, 3(1).
- Arikunto, 1996, prosedur penelitian, Rineka Cipta, Jakarta.
- Ashar, L. H., Purwanto, H., & Respati, S. (2012). Analisis Pengaruh Model Sistem Saluran Dengan Pola Styrofoam Terhadap Sifat Fisis Dan Kekerasan Produk Puli Pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang. *Jurnal Momentum UNWAHAS*, 8(1).
- Chaudhari, S., & Thakkar, H. (2014). Review on Analysis of Foundry Defects for Quality Improvement of Sand Casting. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 4(3), 615-618.
- Dieter, G. E. 1986. *Metalurgi Mekanik*. Translated by Djaprie, S. 1993, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Kusuma, N. G., & Sidharta, I. (2014). Studi Eksperimen Pengaruh Variasi Dimensi Cil Dalam (Internal Chill) Terhadap Cacat Penyusutan (Shrinkage) Pada Pengecoran Aluminium 6061. *Jurnal Teknik ITS*, 3(2), F271-F275.
- Ngatijo., S. Pribadi. dan A. Sartono. 2009. Analisis Struktur-Mikro Pelet Uranium Oksida Sinter. *Hasil Penelitian EBN ISSN 0854-5561*: 285-291
- Purwanto, H. (2009). PENGARUH JARAK DARI TEPI CETAKAN TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN PADA CORAN ALUMINIUM. *Momentum*, 5(1).
- Pratama, R. M., & Soeharto, S. (2012). Studi Eksperimen Pengaruh Jenis Saluran pada Aluminium *Sand Casting* terhadap Porositas Produk Toroidal Piston. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), F126-F130.
- Pratiwi, D. K. (2012). Hubungan jenis cetakan terhadap kualitas produk cor aluminium. In *Proceeding of the 11th Annual Seminar on Mechanical Engineering (SNTTM XI)* (Vol. 1, No. 01, pp. 1846-1851). Mechanical and Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering, Gajah Mada University.

- Pratiwi, D. K., & Paramitha, N. (2013). Kajian Eksperimental Pengaruh Variasi Ukuran Cetakan Logam Terhadap Perubahan Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Produk Cor Aluminium. *Jurnal Rekayasa Mesin Universitas Sriwijaya*, 13(1), 9-14.
- Roziqin, K., Purwanto, H., & Syafa'at, I. (2012). Pengaruh Model Sistem Saluran Pada Proses Pengecoran Aluminium Daur Ulang Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Coran Pulli Diameter 76 mm Dengan Cetakan Pasir. *Jurnal Momentum UNWAHAS*, 8(1).
- Rzychoń, T., & Kielbus, A. (2010). The influence of pouring temperature on the microstructure and fluidity of AE42 alloy. *Archives of Materials Science and Engineering*, 28(10), 601-604.
- Siswanto, R. (2015). Analisis struktur mikro paduan Al-19, 6Si-2, 5Cu, 2, 3Zn (scrap) hasil pengecoran evaporative.
- Sudiby, A., Kusharjanta, B., & Raharjo, W. P. (2013). Pengaruh Penampang Ingate Terhadap Cacat Porositas Dan Nilai Kekerasan Pada Proses Pengecoran Aluminium Menggunakan Cetakan Pasir. *Mekanika*, 12(1).
- Sudjana, H. 2008. *Teknik Pengecoran Logam Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sudjana, H. (2008). *Teknik Pengecoran Logam Jilid 3*.
- Surdia, T. dan Kenji C. 1976. *Teknik Pengecoran Logam*. Cetakan Kedua. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Wirawan Sumbodo. (2008). *Teknik Produksi Mesin Industri*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.