

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Sebelum penelitian ini dilakukan ada beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan pengaruh media cetak antara pasir basah dan pasir kering dalam proses pengecoran. Diantaranya :

Lalu Alpan Hafiz (2017) Meneliti tentang sifat fisik dan mekanik poros berulir (*screw*) untuk pengupas kulit ari kedelai berbahan dasar 50% aluminium bekas dan 50% piston bekas. Penambahan unsur TiB (Titanium – Boron) sebanyak 0,02%. Pengecoran dilakukan menggunakan cetakan pasir dengan pemanasan suhu cetakan 200 °C dan 300 °C, dengan pengujian tarik, kekerasan, dan mikroskop optic. Pada pengujian kekerasan Vickers Hardness Number (VHN) menghasilkan kekerasan yaitu 114 kg/mm².

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” menunjukkan variasi jumlah saluran masuk pada pengecoran *pulley* dari besi cor dengan menggunakan cetakan pasir memiliki pengaruh terhadap nilai kekerasannya. Kekerasan *pulley* dengan variasi tiga saluran, dua saluran dan satu saluran berturut-turut adalah 205,8 VHN, 201,8 VHN, 196,8 VHN. Kekerasan *pulley* dengan tiga saluran masuk lebih tinggi karena laju pembekuan lebih cepat sehingga perlit yang terbentuk lebih merata serta jumlah grafit yang terbentuk semakin sedikit.

Sera Desiana (2012) Meneliti tentang “pengaruh variasi *waterglass* terhadap kadar air dan kadar lempung pada pasir cetak” menjelaskan berdasarkan data hasil pengujian kadar air dengan kadar berat *waterglass* 0%, 15%, 25%, 40% hasilnya berturut-turut 1,50%, 5,18%, 6,48%, 7,14% sedangkan kadar lempungnya berturut-turut 5,44%, 12,80%, 17,68%, 26,64%. Kadar air yang sering digunakan dalam industri pengecoran antara 3% - 6% sedangkan kadar lempungnya berkisar antara 10% - 20% sehingga kadar *waterglass* yang masuk kriteria adalah kadar *waterglass* 15%.

Baihaqi (2011) Meneliti tentang “Pengaruh komposisi pasir cetak terhadap sifat sifat cetakan pasir” Sifat-sifat yang berpengaruh pada cetakan pasir yaitu sifat pasir cetak yang meliputi : Kadar Air (*Humadity*), kadar air yang terdapat dalam pasir cetak sangat penting untuk menentukan mudah tidaknya suatu pasir diaplikasikan terhadap cetakan. Dalam pembuatan cetakan yang membutuhkan kadar air tertentu, maka kekurangan atau kelebihan kadar air dapat diatur. *Permeabilitas* adalah faktor yang sangat penting untuk pasir cetak (banyak terjadi cacat benda tuang yang ditimbulkan karena *permeability* rendah), maka kadar air optimum adalah suatu titik di mana *permeabilitas* maksimum dan berat jenis (*density*) minimum.

2.2 Teori Dasar Besi Cor

QS : Al-Hadid Ayat 25

فِيهِ الْحَدِيدَ وَأَنْزَلْنَا بِالْقِسْطِ النَّاسَ لِيُقِيمُوا وَالْمِيزَانَ الْكِتَابَ مَعَهُمْ وَأَنْزَلْنَا بِالْبَيِّنَاتِ
رُسُلَنَا أَرْسَلْنَا لَقَدْ

عَزِيزٌ قَوِيٌّ اللَّهُ إِنَّهُ بِالْغَيْبِ وَرُسُلِهِ يَنْصُرُهُ مَنْ اللَّهُ وَلِيَعْلَمَ لِلنَّاسِ وَمَتَافِعُ

شَدِيدٌ بَأْسٌ

“Artinya :Sesungguhnya kami telah mengutus rasul-rasul Kami dengan membawa bukti-bukti yang nyata dan telah kami turunkan bersama mereka Al-Kitab dan neraca (keadilan) agar manusia dapat melaksanakan keadilan. Dan Kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, agar mereka mempergunakan besi itu dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong agamanya dan rasul-rasul padahal Allah tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah maha kuat lagi maha perkasa”.

Besi cor merupakan paduan unsur-unsur besi yang mengandung carbon (C), silica (Si), mangan (Mg), phosphor (P), dan sulfur (S). Selain itu juga terdapat unsur-unsur lain yang ditambahkan untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu.

Hal ini merupakan keuntungan dari besi cor karena untuk mendapatkan bentuk benda yang diinginkan hanya diperlukan sedikit proses pemanasan.

Besi cor mempunyai kekerasan, ketahanan aus dan ketahanan terhadap korosi yang cukup baik.

Pada umumnya besi tuang (*cast iron*) terbagi menjadi 5 jenis, yaitu:

- a) Besi Tuang Putih (*White Cast Iron*)
- b) Besi Tuang Kelabu (*Gray Cast Iron*)
- c) Besi Tuang Bercorak (*Mottled Cast Iron*)
- d) Besi Tuang Nodular (BTN) atau *Ferro Casting Ductile (FCD)*
- e) Besi Tuang Malebel (*Malleable Cast Iron*)

2.2.1 Besi Tuang Nodular FCD 40

FCD dimulai dari FCD 37, 40, 45, 50, 60, 70 dan 80. (ASTM). Angka dibelakang FCD menunjukkan besarnya kuat tarik dari *Nodular Cast Iron*. FCD 50 artinya besi tuang nodular ini memiliki kuat tarik 50 kg/mm². Adapun interpretasi dari 50 kg/mm² adalah setiap luas-luasan 1mm² pada besi cor nodular mampu menahan beban tarik maksimal 50 kg. (Suriansyah Sabarudin 2017).

Besi tuang nodular atau *ferro casting ductile* (FCD) 40 merupakan material dasar untuk pembuatan paron. Besi tuang nodular memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan material besi tuang yang lain, antara lain memiliki keuletan yang tinggi (elongasi sebesar 18% pada grade tertentu) dan kekerasan 143-217 HB.

2.3 Paron

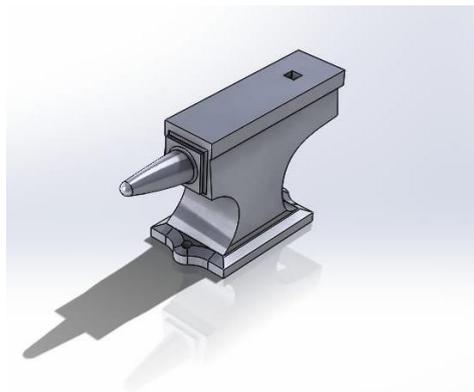
Paron adalah landasan atau tempat tumpuan benda kerja yang di tempa. Paron ini di pilih dari besi cor nodular yang mempunyai kualitas tinggi sehingga tidak akan patah atau penyok jika di pukul, bentuk dari paron ini seperti tumpuan-tumpuan pada umumnya yaitu dengan bentuk datar dan halus yang dikeraskan pada bagian atas.

Landasan datar ini terdiri dari meja besi yang pejal dengan beberapa lobang pada permukaan meja. Lobang ini tembus sampai ke bawah, landasan ini

dilengkapi dengan batang melengkung yang berguna untuk membentuk dan merubah pola benda kerja pada meja.

Landasan ini ada beberapa tipe sesuai dengan kebutuhan pekerjaan yang diinginkan. Seperti landasan rata, landasan profil, landasan paron. Landasan ini berguna untuk peletakan benda kerja pada saat dilakukannya proses pembentukan secara manual. Landasan atau paron ini terdiri dari bagian-bagian:

1. dasar (*base*)
2. kaki (*foot*)
3. badan (*body*)
4. permukaan datar (*face*)
5. meja (*table*)
6. tanduk (*horn*).



Gambar 2.1 Paron besi

2.4 Dasar Teori Pengecoran

Pengecoran logam adalah salah satu teknik pembuatan produk atau benda dari logam yang dicairkan dalam tungku peleburan kemudian dituangkan kedalam rongga cetakan yang sesuai dengan bentuk asli dari produk yang akan di buat.

Proses pengecoran meliputi:

- pembuatan cetakan
- persiapan dan peleburan logam
- penuangan logam cair ke dalam cetakan,
- pembersihan coran dan proses daur ulang pasir cetakan.

2.5 Jenis Cetakan Pasir basah dan pasir kering

Klasifikasi cetakan dengan menggunakan pasir sebagai Bahan baku pembuatan cetakan pasir dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu :

1. Bahan utama pembentuk cetakan pasir, yaitu bahan yang mesti ada dalam pembuatan cetakan, yang terdiri dari pasir, zat pengikat dan air.
2. Bahan tambahan, yaitu bahan yang bisa ditambahkan pada pembuatan cetakan, misalnya grafit, bubuk arang, tepung ataupun minyak nabati.

Bahan-bahan tersebut dimaksudkan untuk memperbaiki sifat-sifat mekanis maupun sifat fisis cetakan (Made Agus Susantika 2010).

Cetakan pasir basah sering digunakan dalam pengecoran logam karena harganya murah. Cetakan pasir ini dikatakan basah karena pada pasir yang digunakan masih mengandung air sehingga menjadi lembab pada saat logam cair di tuang kedalam cetakan. Kadar air yang terdapat dalam pasir cetak sangat penting untuk menentukan mudah tidaknya suatu pasir diaplikasikan

terhadap cetakan (Baihaqi 2011). Istilah dari cetakan ini adalah *green sand mould*. Pada permukaan dalam cetakan harus diberi *calcium carbonate* atau serbuk anti air terlebih dahulu sebelum di tuangi logam cair. Batasan penggunaan cetakan pasir basah untuk besi tuang, paduan logam tembaga dan aluminium beratnya tidak lebih dari 100 kg.

Cetakan pasir kering dibuat dengan menggunakan bahan pengikat organik, dan kemudian cetakan diberikan tekanan gas CO₂ melalui lubang yang telah diberikan sebelumnya pada cetakan tersebut. Pemberian gas CO₂ ini bertujuan untuk memperkuat cetakan dan mengeraskan permukaan rongga cetakan serta mengeluarkan gas lain yang masih terdapat pada celacela pasir cetak. Cetakan pasir kering digunakan pada benda tuang yang berukuran besar diatas 100 kg.

2.5.1 Syarat-syarat Pasir Cetak

Syarat pasir cetak yang digunakan untuk pembuatan cetakan logam ini, harus memenuhi beberapa point diantaranya :

- a. Sifatnya harus mampu dibentuk ketika pada saat proses pembuatan pola dapat sesuai, dan kekuatan yang cocok sehingga tidak rusak jika dipindah-pindah letaknya dan mampu menahan logam cair saat dituang kedalam rongga cetak.
- b. Permeabilitas pasir cetak yang cocok. Permeabilitas berhubungan erat dengan keadaan permukaan coran. Permeabilitas tergantung pada besar butir, bentuk butir, kadar air, dan kadar tanah liatnya, yang memiliki pengaruh paling penting untuk melepaskan udara atau gas yang

terperangkap pada cetakan (Sujana Lingga, dkk 2018). pada prinsipnya, permeabilitas akan menentukan seberapa besar gas-gas dari cetakan atau logam cair mampu melepaskan diri selama waktu penuangan. Nilai permeabilitas yang rendah menyebabkan kulit coran lebih halus dan terjadilah gelembung udara terperangkap didalam cetakan akan menghasikan cacat permukaan pada coran.

- c. Ukuran butiran pasir yang sesuai akan memudahkan sifat bentuk dan mengeluarkan gas-gas yang masih terperangkap dalam rongga.
- d. Harus tahan api antara pasir dan bahan pengikat, sehingga pada saat proses penuangan cairan logam pada cetakan tidak terdapat rontokan pasir atau kerusakan akibat panas temperature logam cair.
- e. Standar komposisi yang cocok perlu untuk mencampur pasir cetak dan bahan tambah .
- f. Agar biaya produksi dapat di minimalisir, usahakan memilih pasir yang dapat di gunakan kembali.

2.5.2 Macam Pasir Cetak

Pasir merupakan material granular alami yang belum terkonsolidasi. Pasir pada umumnya berbentuk butiran dengan ukuran 0,06 – 0,6 mm. Jenis pasir yang biasanya sering digunakan untuk pembuatan cetakan pada industri pengecoran logam diantaranya:

1. Pasir Silika

Pasir Silika Pasir silika (SiO_2) didapat dari batu-batuan silika yang dihancurkan menggunakan alat atau proses pengikisan (*erosi*) yang

disebabkan oleh beberapa faktor alam diantaranya hujan, angin, air, binatang (*bio erosi*) kemudian dikumpulkan dan diproses dengan mesin khusus untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan.

Pasir silika (SiO_2) pada umumnya berwarna putih bening, bentuk kristal hexagonal memiliki kekerasan 7 (skala Mohs) dengan berat jenis $2,65 \text{ g/cm}^3$ dan titik lebur $17150 \text{ }^\circ\text{C}$, panas sfesifik $0,185$ dan konduktivitas panas $12 - 1.000\text{C}$. Pasir silika banyak terdapat di beberapa tempat di Indonesia diantaranya Lampung, Bangka, Sumatra Selatan, Tuban dan di beberapa daerah Kalimantan.



Gambar 2.2 Pasir Silika (Sumber CV. Kembar Jaya 2019)

2. Pasir Sungai

Pasir sungai cenderung lebih murah dan mudah didapatkan, jenis pasir yang sumbernya melimpah di Indonesia ini memiliki kandungan tanah liat antara 10-20% material lain seperti *feldspar*, mika dan material lain yang mempunyai daya tahan panas rendah, Penggunaan pasir sungai sebagai media cetak pasir basah biasanya pada saat digunakan pasir ini masih mengandung air saat logam cair di tuang kedalamnya. Pasir sungai sebagai media *green sand mould* memiliki kelemahan yaitu

pasir ini dapat menimbulkan cacat pada logam karena masih mengandung air dan masih tergolong basah.



Gambar 2.3 Pasir Sungai (Sumber CV. Kembar Jaya 2019)

Pemilihan jenis pasir untuk cetakan melibatkan beberapa factor penting seperti bentuk dan ukuran pasir, sebagai contoh pasir halus dan bulat akan menghasilkan permukaan produk yang halus, untuk membuat pasir cetak selain dibutuhkan pasir juga pengikat (bentonit atau lempung) dan air. Ketiga bahan tersebut diaduk dengan komposisi tertentu dan siap dipakai sebagai bahan pembuatan cetakan (Sugeng Slamet, 2016).

2.5.3 Metode *Sand Casting*

Pengecoran Logam (*sand casting*) adalah suatu proses manufaktur yang menggunakan logam cair dan cetakan untuk menghasilkan bentuk yang mendekati bentuk geometri akhir hasil produk jadi. Pengecoran dengan cetakan pasir adalah yang tertua dari segala macam metode pengecoran. Cetakan pasir merupakan cetakan yang paling banyak digunakan, karena memiliki beberapa keunggulan - keunggulan diantaranya:

- Dapat mencetak logam dengan titik lebur yang tinggi, seperti baja, nikel, dan titanium.
- Dapat mencetak benda cor dengan berbagai macam ukuran.
- Jumlah produksi dari satu sampai jutaan.

Untuk jenis pasir yang biasa sering digunakan yaitu pasir silika (SiO_2) atau bisa menggunakan campuran mineral lainnya seperti tanah lempung atau *waterglass*. Besar maka hasil yang kita dapatkan akan memiliki permeabilitas yang baik yang berfungsi untuk membebaskan gas atau udara dalam rongga cetak selama proses penuangan logam. Sedangkan jika menggunakan pasir yang ukurannya tidak menentu akan menghasilkan cetakan yang kekuatannya lebih tinggi, akan tetapi permeabilitas yang dihasilkan kurang baik.

2.5.4 Peleburan Bahan

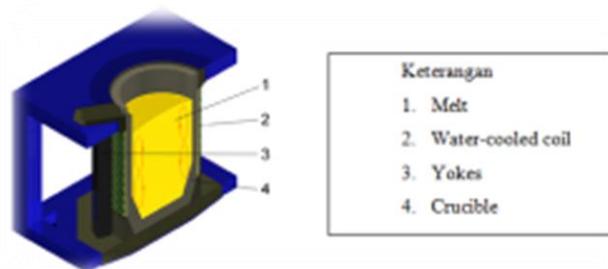
Proses peleburan dengan tanur induksi akan semakin efisien bila menggunakan bahan baku yang masif (berukuran besar). Keuntungan yang diperoleh dari bahan masif adalah :

1. Bahan yang dilewati oleh medan induksi lebih banyak sehingga menghasilkan energi panas yang lebih besar.
2. Permukaan bahan yang bersentuhan langsung dengan udara sedikit sehingga mengurangi efek oksidasi.
3. Bahan homogen dengan komposisi yang serupa sehingga mengurangi faktor kesalahan peramuan.

4. Mengurangi kemungkinan bahan asing dan kotoran ikut terbawa pada saat pemuatan sehingga lebih dapat menjamin pencapaian komposisi yang dikehendaki serta mengurangi terak ataupun bahaya-bahaya lain yang ditimbulkannya.

2.5.5 Dapur Induksi

Tanur induksi bekerja dengan prinsip kerja transformator dengan kumparan primer dialiri arus AC dari sumber tenaga dan kumparan sekunder. Kumparan sekunder yang diletakkan didalam medan magnet kumparan primer akan menghasilkan arus induksi. Berbeda dengan transformator, kumparan sekunder digantikan dengan bahan baku peleburan serta dirancang sedemikian rupa agar arus induksi tersebut berubah menjadi panas yang sanggup mencairkan logam, tanur induksi ditujukan untuk peleburan besi dan baja, sehingga pada industri yang menggunakan tanur induksi dapat membuat beberapa varian besar, kecil dalam pembuatan produk karena dapat digunakan untuk peleburan skala kecil.



Gambar 2.4 Skema induksi furnance (Sumber Bakhtiar Aji 2014)

2.6 Komposisi Bahan

Penambahan elemen paduan pada besi tuang nodular berfungsi untuk mengontrol sifat dan performa material sesuai kebutuhan aplikasi. Beberapa elemen yang dapat ditambahkan dalam komposisi besi tuang nodular antara lain:

- 1) Karbon (C)
- 2) Silikon (Si)
- 3) Mangan (Mn)
- 4) Magnesium (Mg)
- 5) Sulfur (S)

1. Karbon (C)

Elemen karbon dihasilkan dari *pig iron*, *carburiizer* dan *scrap* besi cor. Jumlah elemen karbon optimum pada (3,4-3,8)% yang disesuaikan dengan kandungan silikon. Kandungan karbon yang tinggi akan mengurangi deformasi plastik yang dibutuhkan untuk *void* tumbuh dan bergabung, sedangkan kandungan karbon yang berkurang akan meningkatkan keuletan dan elongasi besi tuang nodular feritik.

2. Silikon (Si)

Silikon merupakan agen grafitasi yang kuat. Sumber silikon berasal dari raw material yang meliputi *scrap* besi cor, *pig iron*, paduan besi dan sejumlah kecil paduan yang ditambahkan selama inokulasi. Jumlah kandungan silikon optimum pada (2,0-2,8)%. Kadar yang lebih rendah menyebabkan keuletan tinggi ketika dilakukan perlakuan panas dan dapat mempromote terbentuknya

karbida pada bagian yang tipis. Sedangkan kadar silikon tinggi mempercepat anil dan mencegah pembentukan karbida pada bagian tipis.

3. Mangan (Mn)

Sumber utama mangan adalah scrap baja. Kadar elemen harus dibatasi untuk menghasilkan keuletan maksimum. Kadar mangan untuk besi cor feritik harus $\leq 0,2\%$. Kadar untuk besi yang akan dilakukan perlakuan panas untuk jenis feritik harus $\leq 0,5\%$ tetapi untuk besi jenis perlitik bisa sampai 1%. Mangan merupakan elemen yang dapat menyebabkan segregasi mikro, khususnya terjadi pada bagian tebal, dimana mangan mendorong pembentukan karbida pada batas butir sehingga dihasilkan keuletan dan ketangguhan yang rendah serta perlit yang keras.

4. Magnesium (Mg)

Elemen ini berfungsi untuk membantu pembentukan grafit bulat dengan kadar (0,04-0,06)%. Jika kandungan sulfur awal dibawah 0,015%, maka kandungan mangan juga disesuaikan lebih rendah antara (0,035-0,04)% untuk menghasilkan sifat yang diinginkan.

5. Sulfur (S)

Sulfur berasal dari muatan material bahan baku. Kandungan sulfur pada besi nodular biasanya di bawah 0,015% tetapi jika cerium ditambahkan, kadarnya meningkat karena terbentuk serium sulfida. Ketika menggunakan kupola, sering terjadi desulfurisasi biasanya dengan lime atau kalsium karbida, sebelum perlakuan magnesium sampai level 0,02% atau kurang.

2.7 Pengujian Kekerasan

Pengujian brinell adalah salah satu cara pengujian kekerasan yang paling banyak digunakan. Pada pengujian brinell digunakan bola baja yang dikeraskan sebagai indenter, yang memiliki diameter 10 mm pada bagian permukaan material siap di uji dengan beban 3000 kg dalam rentang waktu kurang lebih 10 samapi 15 detik, dengan menekankan penekan tertentu kepada benda uji dengan beban tertentu dan dengan mengukur ukuran bekas penekanan yang terbentuk di atasnya, cara ini dinamakan cara kekerasan dengan penekanan dengan Brinell Hardness Tester kekerasan didefinisikan sebagai ketahanan suatu material terhadap indentasi atau penetrasi permanen akibat beban dinamis atau statis. Beberapa definisi kekerasan lainnya adalah :

- Energi yang diserap pada beban *impact* (Kekerasan Pantul)
- Ketahanan terhadap goresan (Kekerasan Goresan)
- Ketahanan terhadap abrasi (Kekerasan Abrasi)
- Ketahanan terhadap pemotongan atau pengeboran (Mampu Mesin)

Uji kekerasan ini menggunakan mesin uji yang dikenal dengan nama [Hardness Tester Brinell](#). Mesin uji ini memiliki sistem yang berbeda-beda yaitu digital, manual/analog, full otomatis dan semi otomatis. Material atau benda uji yang diberi kekuatan tekan dengan menggunakan indenter nantinya akan menghasilkan tekukan pada bagian permukaannya. Lekukan tersebut akan di ukur diameter jejaknya menggunakan mikroskop yang terintegritas dengan hardness tester.

$$H_B = \frac{P}{\pi D h} = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Keterangan:

HB = nilai kekerasan Brinnel (HB)

D = diameter bola (mm)

d = diameter lekukan (mm)

P = gaya atau beban uji dalam kilogram gaya (kgf)



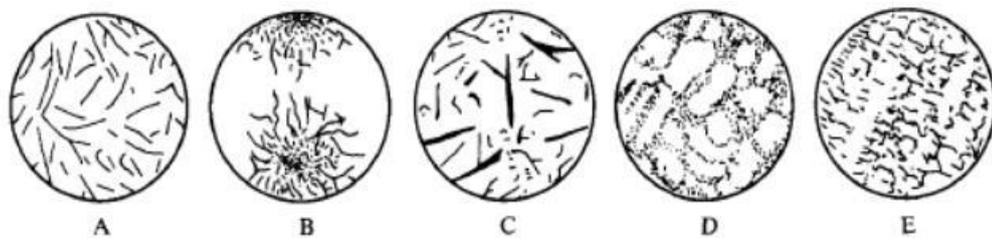
Gambar 2.5 Mesin pengujian kekerasan Brinnel

(Laboraturium Bahan Teknik UGM 2019)

2.8 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro yang menggunakan *Micro Hardenes Tester* dengan pembesaran foto diperoleh dari perkalian lensa obyektif dan okuler. Lensa obyektif yang dipakai 10x, lensa okuler 10x sehingga perbesaran bisa mencapai 100x. Pada jarak 10 setrip pada foto untuk perbesaran 100x adalah 100 μm . Uji struktur mikro dilakukan untuk mengetahui fenomena perubahan struktur mikro

yang terlihat pada material dengan menggunakan mikroskop *electron*. Perbedaan yang dapat digunakan sebagai parameter untuk menganalisa adalah besarnya ukuran butir (*grain size*) serta kandungan ferrit dan perlit. Matrik ferit dalam foto ditunjukkan dengan bagian terang sedangkan untuk bagian yang berwarna gelap dinamai dengan matrik perlit bentuk berupa persentasi dari tiap unsur kimia yang terkandung dalam bahan spesimen.



Gambar 2.6 Penyebaran Grafit Serpilh (Sumber VDG-Merkblatt. 1992)

- Grafit A adalah eutektik lamellar (grafit lamellar yang tersebar secara merata dan seragam).
- Grafit B adalah grafit mawar (Rosette) biasanya terdapat disekitar permukaan coran dimana laju pendinginan agak cepat.
- Grafit C adalah grafit mengkristal secara kasar dalam hal ini hipereutektik akan memberikan sifat-sifat mekanis yang rendah. Terdapat pada komposisi besi cor hipereutektik.
- Grafit D adalah grafit interdenditrik (grafit undercooling) disebabkan karena pendinginan lanjut yang cepat pada waktu pembekuan sehingga besi cor mempunyai kekuatan yang tinggi tetapi kurang ulet. Terdapat pada komposisi besi cor hipoeutektik.

- Grafit E adalah grafit interdendritik yang terurai biasanya timbul kalau kadar karbon kurang, grafit terdistribusi diantara austenit primer yang tumbuh besar-besar. Terdapat pada komposisi besi cor hipoeutektik.

Struktur penyusun didominasi oleh ferit dengan bentuk butiran yang besar menyebabkan tingkat kekerasan material yang rendah karena kerapatan butiran renggang sehingga ikatan antar butiran lemah. Namun dapat diperbaiki dengan perlakuan panas sehingga bentuk butiran yang lebih kecil maka menyebabkan tingkat kekerasan material lebih tinggi karena kerapatan butiran lebih tinggi sehingga ikatan antar butirannya lebih kuat dengan struktur penyusunnya dari campuran antara ferit dan sementit yang menghasilkan pearlit.



Gambar 2.7 Alat uji struktur mikro. (Sumber laboratorium bahan teknik

UGM 2019)

2.9 Pengujian Impact

Uji impact adalah jenis pengujian yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kekuatan material tersebut. Ada dua metode uji impact, yaitu uji impact charpy dan uji impact izod. Cara kerja alat uji impact adalah dengan memukul benda yang akan diuji kekuatannya dengan pendulum yang berayun. Pendulum tersebut ditarik hingga ketinggian yang telah ditentukan kemudian dilepas, sehingga pendulum tersebut memukul benda uji hingga patah.



Gambar 2.8 Mesin uji impact

(laboratorium bahan teknik UGM 2019)