

# Analisis Struktur Mikro (Metalografi)

Irfan Fadhilah

Program Studi Teknik Metalurgi, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganeca 10 Bandung 40132, Indonesia  
[fadhilahirfan48@gmail.com](mailto:fadhilahirfan48@gmail.com)

**Abstract.** Praktikum modul 1 ini bertujuan untuk menganalisis struktur mikro tertentu dari hasil metalografi, dan menghitung %Fasa tertentu dan ukuran butiran dengan metode metalografi. Pada praktikum ini dipakai sampel berupa baja berkarbon sedang untuk dilihat struktur mikronya berupa butiran dan fasa fasa yang ada di dalamnya. Mula mula sampel akan dipreparasi terlebih dahulu dengan tahap pertama yaitu dimounting terlebih dahulu, lalu setelah dimounting sampel di amplas, setelah di amplas maka sampel akan dipoles (polishing), lalu setelah dipoles akan dilakukan pengetsaan (etching) terhadap sampel. Baru setelah melewati tahap preparasi sampel siap untuk diamati di bawah mikroskop. Hasil dari praktikum ini berupa gambar struktur mikro dari sampel tersebut dan dari gambar tersebut dapat dihitung dengan metode tertentu untuk menentukan %Fasa dan Ukuran butiran.

**Kata kunci :** Struktur mikro, butiran, metalografi

## 1. Pendahuluan

Metalografi merupakan suatu disiplin ilmu yang mempelajari metode observasi atau pemeriksaan atau pengamatan atau pengujian dengan tujuan untuk menentukan atau mempelajari hubungan antar struktur dengan sifat atau karakter yang pernah dialami oleh logam atau paduan [1]. Kebanyakan sifat makroskopik dari material berhubungan dengan mikrostruktur [3]. Sifat mekanik material seperti *tensile strength*, elongasi, sifat terhadap panas dan juga sifat keistrikan berhubungan langsung dengan mikrostruktur [3]. Pemahaman dari hubungan antara mikrostruktur dan sifat makroskopik yang mempunyai peran penting dalam pengembangan material merupakan tujuan utama dari metalografi [3]. Dengan menguji dan mengamati mikrostruktur suatu material, maka performa material tersebut dapat dilihat [3]. Karena itu metalografi digunakan di semua tahap selama pembuatan material tersebut dari mulai pengembangan, produksi, *manufacturing process control*, dan bahkan analisis kegagalan logam. Metalografi biasanya dilakukan dengan alat mikroskop optik. Untuk saat ini mikroskop yang digunakan sudah dihubungkan dengan komputer yang dilengkapi dengan sistem analisis gambar yang akurat. Dari hasil pengamatan mikroskop tersebut dapat dihitung ukuran, bentuk dan distribusi fasa dan juga didapat matriks mikrostruktur[3]. Selain itu jika data mikrostruktur sudah didapat, dengan data tersebut kita dapat memprediksi sifat sifat mekanik seperti deformasi plastis, elongasi, dan kekuatan tarik.

Sebelum dilakukan pengamatan lebih lanjut, preparasi spesimen yang harus dilakukan meliputi pembersihan (*mounting*), pengamplasan, pemolesan (*polishing*) dan pengetsaan (*polishing*) [2]. Mounting dilakukan untuk melindungi tepi material dan mempertahankan permukaan material, mengisi kekosongan pada material, memudahkan untuk memegang material yang berbentuk iregular[4]. Mounting biasanya dilakukan dengan resin[2]. Selanjutnya pengamplasan dilakukan dengan mengamplas bagian permukaan yang akan diuji dengan amplas dengan tingkat kekasaran yang menurun sampai

permukaan siap untuk dipoles [4]. Selanjutnya dipoles dengan menggunakan serbuk alumina [4]. Lalu dilakukan *etching* agar mikrostruktur muncul dan dapat dilihat di mikroskop [4]. Dalam praktikum ini dijelaskan analisis kuantitatif untuk menentukan ukuran butiran rata rata berdasarkan ASTM dengan metode point count, penentuan fraksi volume butiran dengan menggunakan metode Hillard Single-Circle dan metode aspect ratio [2].

#### a. Metode point count

Metode point count digunakan untuk menghitung persentas dari fasa tertentu yang tersebar dalam struktur mikro dari suatu logam [2].

$$\%Fasa\ tertentu = \frac{jumlah\ fasa\ tertentu}{jumlah\ total\ titik} \times 100\%$$

Agar akurat maka jumlah titik yang digunakan adalah 100 titik[2]. Titik yang mengenai tepat pada fasa tertentu dihitung 1 (satu), sedangkan yang menempel pada tepi fasa tertentu dihitung ½ (setengah) [2].

#### b. Metode Hillard

Metode Hillard digunakan untuk mengukur besar butiran spesimen dengan menggunakan satu lingkaran dengan diameter tertentu sebagai dasar perhitungan ukuran butiran[2].

$$G = -10 - 6,64 \log \frac{LT}{P.M}$$

Keterangan

G = besar butiran ASTM

LT= total keliling lingkaran

P = Total jumlah perpotongan lingkaran dengan butiran

M = Perbesaran

#### c. Metode Aspect Ratio

Pada struktur mikro yang memiliki bentuk memanjang Aspect Ratio merupakan perbandingan antara panjang dan lebar inklusi yang terdapat di dalam suatu material [2].

$$Q = \frac{l}{w}$$

Q = Aspect ratio ; l = panjang inklusi ; w = lebar inklusi

## 2. Metode Percobaan

### 2.1 Alat dan bahan

#### 2.1.1 Alat

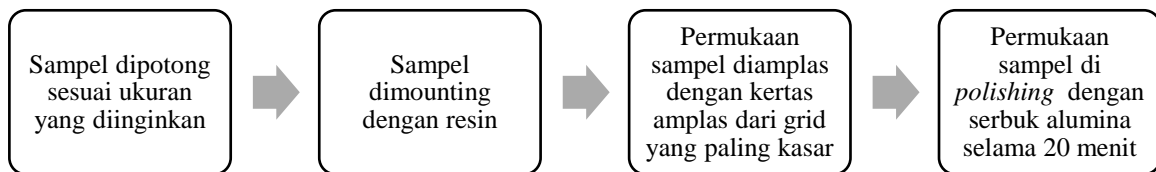
- Mikroskop optik
- Komputer
- Alat Polishing
- Amplas (grid 100,400,800,1000,1500)
- Program Optimas
- Sumpit
- Gelas bersih

#### 2.1.2 Bahan

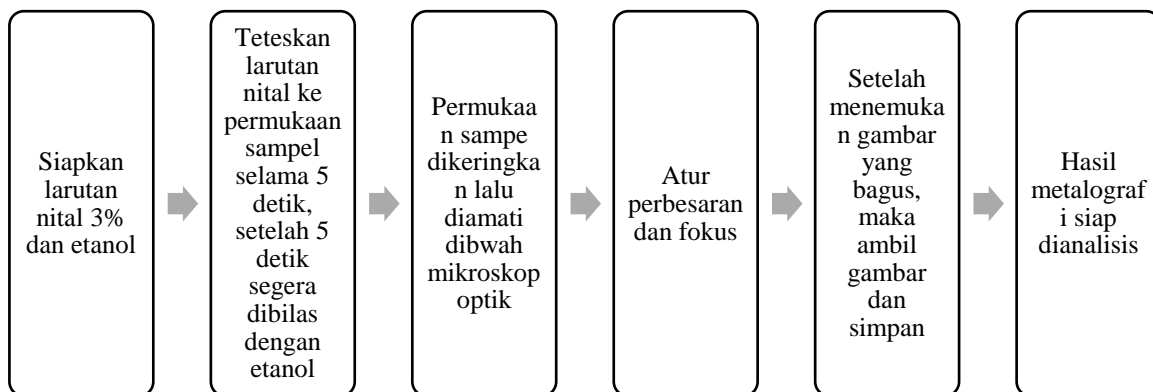
- a. Sampel baja karbon
- b. Resin
- c. Vaseline
- d. Polisher serbuk alumina
- e. Plastisin
- f. Larutan nital
- g. Pipa paralon
- h. Papan kaca

## 2.2 Prosedur percobaan

### 2.2.1 Preparasi sampel

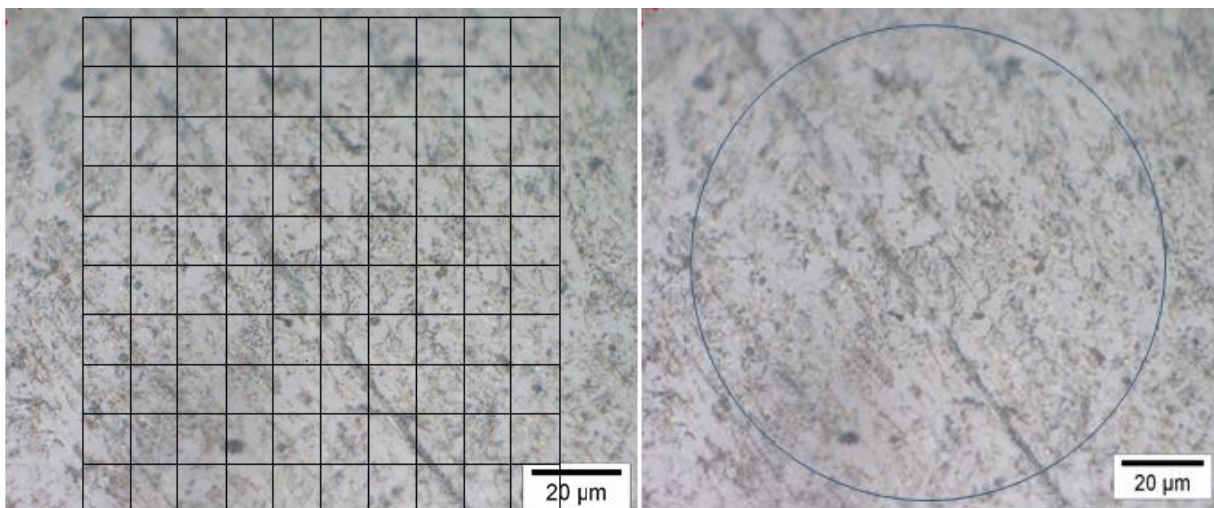


### 2.2.2 Persiapan dan analisis struktur mikro



## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Data dari hasil percobaan



Gambar 1. Struktur mikro spesimen 1 dengan perbesaran 1000 kali

Gambar 2. Struktur mikro spesimen 1 dengan perbesaran 1000 kali

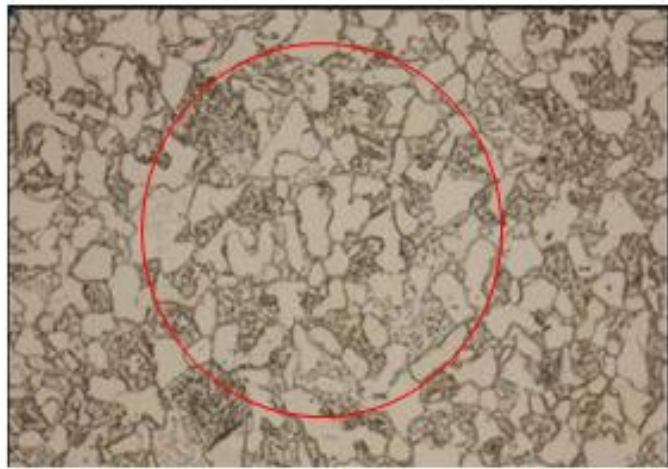
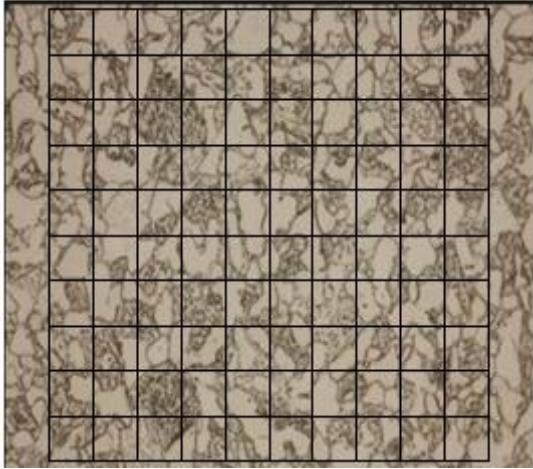
a. Menghitung %Fasa gelap dengan menggunakan point count

$$\% \text{ Fasa Hitam} = \frac{\text{Jumlah Fasa Hitam}}{\text{Jumlah total titik}} \times 100 \% = \frac{(38 \times 1) + (32 \times \frac{1}{2})}{110} \times 100 \% = 49,09 \%$$

b. Menghitung ukuran butiran ASTM  
Dengan diameter lingkaran = 7 cm  
P = 50 titik

$$G = -10 - 6,64 \log \frac{LT}{P \times M} = -10 - 6,64 \log \frac{\pi \times 7}{50 \times 1000} = 12,28$$

### 3.2 Data dari referensi



Gambar 3. Struktur mikro *Spheroidized Steel 1045*

Gambar 4. Struktur mikro *Spheroidized Steel 1045*

Perbesaran 500 kali [5].

Perbesaran 500 kali [5].

- a. Menghitung % Fasa gelap dengan menggunakan point count

$$\% \text{ Fasa Gelap} = \frac{\text{Jumlah Fasa Gelap}}{\text{Jumlah total titik}} \times 100 \% = \frac{(55 \times 1) + (9 \times \frac{1}{2})}{110} \times 100 \% = 54,09 \%$$

- b. Menghitung ukuran butiran ASTM  
 Dengan diameter lingkaran = 4 cm  
 P = 42 titik

$$G = -10 - 6,64 \log \frac{LT}{P \times M} = -10 - 6,64 \log \frac{\pi \times 4}{42 \times 500} = 11,4$$

### 3.3 Pembahasan

Mikrostruktur adalah kumpulan fasa fasa dan stuktur yang ada di logam yang sudah diamati dengan metode metalografi. Hasil yang didapat dari praktikum modul 1 adalah berupa gambar mikrostruktur dari sampel yang sudah dipreparasi. Dari hasil tersebut dapat dilihat jelas struktur mikro logam. Dari 2 spesimen yang dipakai, spesimen 1 agak terkorosi, dapat ditunjukkan dengan butiran yang berwarna coklat. Hal tersebut diakibatkan oleh pemakaian nital yang terlalu lama. Selain itu spesimen 1 juga terlihat goresan kasar yang diakibatkan oleh pengamplasan yang dilakukan kurang baik, karena mungkin dilakukan tidak dibawah aliran air dan pengamplasan 2 arah. Pada spesimen 1 juga struktur *pearlite* tidak terlalu jelas, *pearlite* yang berwarna hitam buram. Sementara itu yang berwarna hitam pekat adalah fasa *cementite* dan yang berwarna putih adalah fasa *ferrite*. Selain itu juga pada spesimen 1 batas butiran tidak terlalu terlihat jelas padahal sudah diperbesar 1000 kali. Hal itu mungkin disebabkan oleh proses *polishing* atau *etching* yang kurang optimal. Secara keseluruhan fasa yang timbul adalah fasa *ferrite*, dan *cementite*. Ada kemungkinan muncul *martensite* namun tidak terlihat jelas. Pada spesimen 1 juga dapat terlihat kalau atom C tersebar merata karena butirannya banyak yang berwarna hitam. Dan juga hasil gambar yang pudar pada spesimen 1 diakibatkan oleh permukaan spesimen yang tidak rata sehingga ada bagian yang kelihatan jelas dan tidak jelas. Ketika spesimen 1 diolah menggunakan metode point ount dan Hillard, didapat hasil %Fasa gelap sebesar 49,09 % dan ukuran butiran ASTM sebesar 12,28. Ketika dibandingkan dengan referensi baja karbon sedang , maka didapat hasil %Fasa gelap = 54,09% dan ukuran butiran ASTM sebesar 11,4. Hasil tersebut menunjukkan perbedaan yang tidak begitu jauh dari segi %Fasa gelap dan ukuran butiran ASTM. Perbedaan tersebut mungkin diakibatkan oleh perbedaan jenis baja karbon sedang yang digunakan sebagai sampel, karena referensi yang digunakan adalah *Spheroidized Steel 1045* , sementara pada spesimen tidak diketahui jenis baja karbon sedang yang digunakan.

Pada praktikum ini kelompok kami mengalami kesulitan dalam mengamplas. Karena hasil amplasan belum terlihat seperti cermin namun sudah bisa memantulkan cahaya. Hal itu mungkin disebabkan oleh pada saat mengamplas kurang disuplai oleh air, karena kebanyakan dari kita menggunakan air yang ditampung di wadah bukan air yang mengalir. Proses *polishing* juga sepertinya belum optimal karena bukan menggunakan serbuk alumina, melainkan menggunakan pasta gigi “zact” dikarenakan serbuk alumina yang mahal. Selain itu saat *etching* pemberian larutan nital masih belum pas waktunya masih cenderung terlalu lama sehingga banyak yang terkorosi. Namun proses pengamatan berlangsung dengan baik karena struktur mikro bisa terlihat jelas dari mulai butiran dan fasa. Sayangnya di lab belum ada software Oprimus. Melihat hasil yang didapat dari percobaan ini sudah baik jadi dapat dikatakan praktikum berjalan dengan baik.

Kegunaan metalografi adalah untuk memprediksi sifat makroskopik yang berhubungan dengan struktur mikro seperti kekuatan tarik dan elongasi. Selain itu dengan metalografi kita dapat merekayasa sifat logam dengan merubah mikrostrukturnya. Sehingga didapat logam yang sesuai dengan spesifikasi tertentu. Metode karakterisasi bahan lain selain metalografi adalah NDT (*Non Destructive Test*) dengan menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) dapat juga dilihat mikrostrukturnya.

#### 4. Simpulan

##### 4.1. Simpulan

1. Dengan metode point count, % Fasa gelap yang dihasilkan pada spesimen 1 adalah sebesar 49,09%
2. Dengan metode Hillard ,ukuran butiran ASTM yang dihasilkan pada spesimen 1 adalah 12,28
3. Hasil metalografi berupa gambaran mikrostruktur dari logam dan dari hasil tersebut dapat ditampilk struktur mikro logam seperti fasa, butiran, batas butiran dan struktur.
4. Hasil yang didapat sudah baik karena hanya berbeda sedikit dengan literatur.

##### 4.2. Saran

1. Sebaiknya praktikan diberi pencerdasan mengenai cara mengamplas yang baik dan benar
2. Mounting harus dilakukan oleh semua peserta baru diperbolehkan praktikum agar tidak terjadi kekurangan spesimen yang akan diuji.
3. Komputer dilengkapi dengan software Optimus

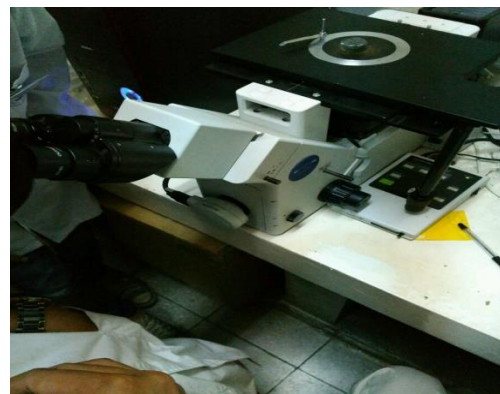
#### 5. References

- [1] <https://ardra.biz/sain-teknologi/metalurgi/besi-baja-iron-steel/pengujian-pengamatan-metalografi>
- [2] Modul praktikum metalurgi fisika 2017
- [3] <http://www.leica-microsystems.com/science-lab/metallography-an-introduction/>
- [4] [www.metallographic.com/Technical/Basics.pdf](http://www.metallographic.com/Technical/Basics.pdf)
- [5] [www.azom.com/article.aspx?Article.ID=12594](http://www.azom.com/article.aspx?Article.ID=12594)

#### 6. Lampiran



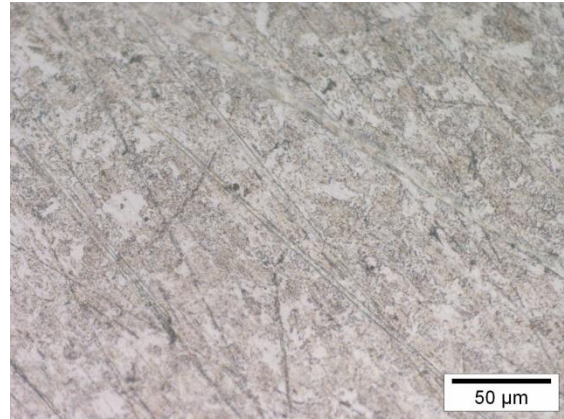
Gambar 5. Pemberian nital pada spesimen



Gambar 6. Reversed optical microscop



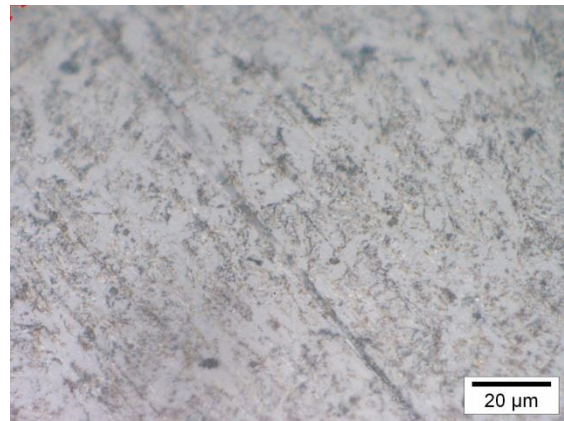
Gambar 7. *Optical microscope*



Gambar 10. Struktur mikro spesimen 1 dengan Perbesaran 500 kali



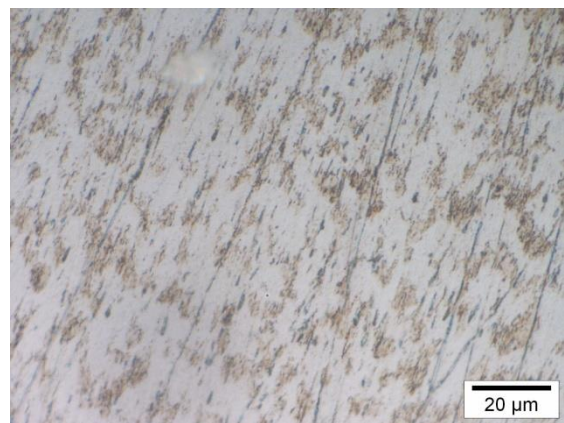
Gambar 8. Pembilasan spesimen dengan Etanol setelah pemberian nital



Gambar 11. Struktur mikro spesimen 1 dengan Perbesaran 1000 kali



Gambar 9. Alat *polishing*



Gambar 12. Struktur mikro spesimen 2 dengan Perbesaran 1000 kali