

# **PENGARUH VARIASI KECEPATAN POTONG PAHAT HSS PENGEBORAN BAJA S45C/AISI 1045 TERHADAP MEDIA PENDINGIN PADA UJI KEKERASAN DAN STUKTUR MIKRO**

*Agus Duniawan*

*Jurusan Teknik Mesin Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta*

*Jl. Kalisalak no.28 Kompl. Balapan, Yogyakarta*

*E-mail : Agusduniawan@gmail.com*

## **ABSTRACT**

The development of science and technology in manufacturing industry continues to grow, particular in machineries. One of many machineries in production is drilling machine. Cooling medium is important factor in drilling process. The research aims to figure out the effect of cooling medium (water and lubricant oil) on mechanical and physical properties on HSS drill when used for drilling of S45C steel / AISI 1045. HSS drill has composition of 0.75% -1.5% (C), 4% -4.5% (Cr), 10% -20% (W) and (Mo), 5% (V) and more than 12% Cobalt (Co). The research is conducted at spindle speed and drill velocity of 640-970 rpm and 20-30 m/minute, respectively. The result shows that HSS drill's hardness is the highest for cooling medium of lubricant oil. This is due to microstructure of ferrite and carbon and also affected by Cr and Mn. The hardness of HSS drill is higher in cooling medium of lubricant oil compared than in cooling medium of water. At drill velocity of 20 m/minute, the hardness of HSS drill is 62,3 HRC for cooling medium of water and 63, 7 HRC for cooling medium of lubricant oil. Meanwhile, at 30 m/minute drill velocity, the hardness of HSS drill is 63,7 HRC for cooling medium of water and 64, 7 HRC for cooling medium of lubricant oil.

Keywords: Mechanical properties, cooling medium, cutting speed

## **ABSTRAK**

*Pengembangan ilmu dibidang industri manufaktur terus bergerak, salah satu bidang yang mengalami perkembangan itu adalah bidang permesinan, mesin drill(bor) merupakan produksi konvensional yang masih banyak digunakan dalam industri manufaktur. dalam proses permesinan dikenal dengan penggunaan cooling media pendingin sangat berpengaruh saat proses drilling untuk meminimalisir panas pada ujung mata bor. tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan sifat mekanik pada pahat HSS. Penelitian pengeboran (drilling) terhadap baja S45C/AISI 1045 dengan menggunakan variasi cooling, air, oli sae 40, dan oli tapmatic. Proses pengeboran menggunakan kecepatan potong 20 sampai 30 m/menit dan putaran spindle yaitu 640 rpm dan 970 rpm. Hasil penelitian sifat – sifat mekanik dan pendinginan cepat dengan media pendingin yang berbeda, sampel yang digunakan adalah: Pahat Drill Tipe High Speed Steels (HSS) dengan komposisi kimia merupakan paduan dari 0,75%-1,5%(C), 4%-4,5% (Cr), 10%-20% (W) dan (Mo), 5% lebih (V), dan Cobalt (Co) lebih dari 12%. Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat dilihat perbedaan kekerasan dan struktur mikro pada bahan baja HSS dengan pendinginan yang berbeda, untuk pengujian kekerasan yang paling tinggi berada pada media Oli. Untuk pengujian mikro dapat dilihat hasil gambar ferit yang berwarna putih sedangkan carbon berwarna hitam, sementit campuran berbentuk bulat. Selain itu campuran lainnya mempengaruhi struktur dalam bahan baja seperti (Cr), (Mn) dan lainnya carbon sangat mempengaruhi kekerasan. (Cr) hanya sedikit pengaruhnya pada kekerasan baja, Mangan (Mn) menguletkan dan menguatkan baja HSS. Dan pada hasil nilai kekerasan rata – rata adalah HSS kondisi normal 63.3 HRC, HSS pada kecepatan potong (20 m/menit) media pendingin air nilai kekerasan 62.3 HRC, dimana mengalami penurunan kekerasan. Sementara pada kecepatan potong 30m/menit, nilai kekerasan media pendingin Air 63.7 HRC dan media pendingin Oli pada kecepatan potong 20 m/menit, 63.7 HRC), dikecepatan potong 30 m/menit nilai kekerasannya 64.7 HRC mengalami peningkatan kekerasan.*

**Kata Kunci :** Sifat Mekanik, Perbedaan media pendingin, Kecepatan Potong

## PENDAHULUAN

Pengeboran (drilling) adalah proses pembuatan sebuah lubang dalam sebuah objek dengan menekan sebuah mata pahat yang berputar pada objek tersebut. Permasalahan utama yang sering muncul dan dapat mempengaruhi kualitas hasil pengurdian antara lain perubahan kekerasan, perubahan struktur mikro. Selama proses permesinan terjadi interaksi antara mata bor dengan benda kerja dimana benda kerja terpotong sedangkan mata bor mengalami gesekan. Gesekan yang dialami pahat berasal dari permukaan geram yang mengalir dan permukaan benda kerja yang telah terpotong. Akibat gesekan ini pahat mengalami keausan. Keausan pahat ini akan makin membesar sampai batas tertentu sehingga pahat tidak dapat dipergunakan lagi atau pahat telah mengalami kerusakan. Fungsi dari *cooling* atau media pendingin juga sangat berperan penting dalam proses *drill* atau pengeboran, dimana *cooling* tersebut berperan mengurangi gesekan antara mata bor dan benda kerja, sehingga umur pakai mata bor menjadi lebih panjang serta mampu menekan tingginya biaya produksi yang diperlukan. Lamanya waktu untuk mencapai batas keausan ini yang didefinisikan sebagai "*tool life*". Data perubahan sifat mekanis dan struktur akibat proses pengerjaan yang dilakukan terhadap "*tool*" ini berguna sebagai acuan perkembangan ilmu pengetahuan terhadap kemajuan mengenai alat mesin pada khususnya.

## RUMUSAN MASALAH

Proses Drilling adalah proses dimana "*tool*" atau mata bor melakukan pengeboran pada benda kerja. Dalam prosesnya mata bor atau "*tool*" terjadi interaksi gesekan. Maka masalah yang ditimbulkan adanya perubahan kekerasan dan struktur mikro akibat gesekan yang terjadi pada Pahat/*tool* dengan benda kerja. dan efektifitas variasi *cooling* terhadap proses drilling.

## BATASAN MASALAH

Ilmu pengetahuan mengenai Baja adalah sangat luas dan memerlukan

pengujian yang lebih banyak lagi guna memperoleh baja yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Oleh karena banyaknya permasalahan yang tidak mungkin dibahas satu per satu sehingga dalam penelitian ini penyusun membatasi masalah pada:

1. Proses gaurdi/drilling dengan menggunakan mesin drill konvensional dengan variasi kecepatan potong (*Cutting Speeds*) 20 (m/menit) dan 30 (m/menit) serta feed rate 0.175 mm/rev.
2. Spesifikasi benda kerja antara lain ; material JIS S45C atau AISI 1045, dimensi benda kerja bentuk plat dengan  $P \times \ell \times t = 100 \text{ mm} \times 65 \text{ mm} \times 16 \text{ mm}$ .
3. Pahat drill yang digunakan adalah pahat HSS dengan diameter 10 mm dengan sudut helix  $20^\circ$ . dan sudut ujung adalah  $118^\circ$
4. Analisis perubahan Kekerasan menggunakan metode Rockwell.
5. Analisis perubahan Struktur mikro pada Pahat drill HSS setelah proses-proses pengujian.
6. Penggunaan Media pendingin Air dan Oli.

## TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian proses *drilling* ini adalah untuk:

- 1) Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan kekerasan pada kondisi awal dan sesudah pemakaian pahat drill HSS dengan media pendingin.
- 2) Mengetahui perubahan struktur mikro Pahat drill HSS pada proses drilling bahan baja S45C terhadap pendinginan air dan oli.
- 3) Dapat menyimpulkan penggunaan media pendingin yang terbaik berkaitan dengan umur pahat yang dapat dilihat dari nilai kekerasan hasil drilling.

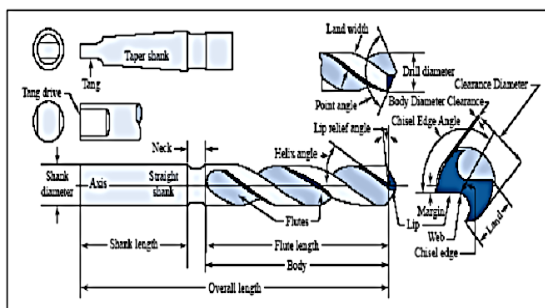
## MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi untuk mengetahui lebih jauh lagi tentang pekerjaan mesin Drill. Selain itu

sebagai salah satu bahan referensi untuk mengetahui karakteristik pahat drill HSS dengan dilakukannya pengeboran dengan plat baja S45C terkait tentang efektifitas variasi cooling udara ,air.

## LANDASAN TEORI

Proses gurdi (*drilling*) adalah merupakan proses pembuatan lubang pada sebuah objek dengan menekan sebuah gurdi berputar kepadanya (B. H. Amstead, Philip F. Ostwald, Myron L. Begemen). Pahat gurdi mempunyai dua mata potong dan melakukan gerak potong berupa putaran poros utama mesin gurdi. Putaran tersebut dapat dipilih dari beberapa tingkatan putaran yang tersedia pada mesin gurdi, atau ditetapkan sekehendak bila sistim transmisi putaran mesin gurdi merupakan sistim berkesinambungan (*stepless spindle drive*). Pahat gurdi adalah sebuah pahat potong yang ujungnya berputar dan memiliki satu atau beberapa tepi potong dan galur (*flute*) yang berhubungan kontinu disepanjang badan pahat. Galur ini dapat lurus atau heliks, yang fungsinya adalah sebagai jalan lewatnya geram dan fluida pemotong (cairan pendingin). (Rahdiyanta, 2010). Meskipun pahat gurdi pada umumnya memiliki dua galur, tetapi mungkin juga digunakan tiga atau empat galur. Galur yang jumlahnya tiga atau empat tidak digunakan untuk membuat lubang melainkan digunakan untuk memperbesar lubang. Untuk lebih jelasnya *twist drill* dapat dilihat pada Gambar 1:



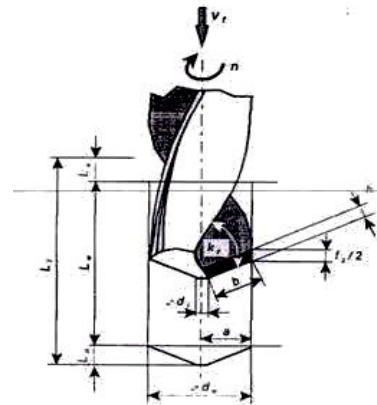
Gambar 1. *Twist Drill*

(Sumber: Widarto, Teknik Permesinan Jilid

II. 2008)

## Proses *Drilling*

Berkenaan dengan proses gurdi (*drilling*) dapat dilihat pada Gambar .2 berikut.



Gambar 2. Proses *Drilling*

(Sumber: B. H. Amstead, Philip F. Ostwald, Myron L. Begemen; 1979)

Benda kerja :

$l_w$  = panjang pemotongan benda kerja

Pahat gurdi :

$d$  = diameter gurdi

$\kappa_r$  = sudut potong utama

=  $\frac{1}{2}$  sudut ujung (*point angle*)

Mesin gurdi :

$n$  = putaran poros utama

$V_f$  = kecepatan makan

Elemen dasar proses *drilling* dapat dihitung dengan rumus berikut;

**Kecepatan potong:**

Kecepatan potong (*cutting speed*) adalah ukuran dari besarnya kecepatan keliling penggurdi. Kecepatan potong biasanya dinyatakan dalam meter tiap menit (m/min), inch per detik (in/s) ataupun milimeter per menit (mm/min).

$$V_C = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad ; \text{ m/min} \dots\dots\dots(1)$$

**Gerak makan permata potong:**

Pemakanan adalah jarak perpindahan mata potong *drill* ke dalam lobang/benda kerja dalam satu kali putaran mata *drill*. Berikut ini adalah rumus untuk menentukan besar nilai pemakanan mata *drill*.

$$f_z = \frac{v_f}{z \cdot n} \quad ; \text{ mm/r} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :  $z = 2$

**Kedalaman potong:**

Kedalaman pemotongan menunjukkan dalamnya suatu pahat gundi dalam sekali pemotongan.

$$a = d/2 \quad ; \text{ mm} \dots\dots\dots(3)$$

**Waktu pemotongan:**

Waktu pemotongan adalah waktu efektif yang diperlukan untuk sekali pelubangan.

$$t_c = l_t / V_f \quad ; \text{ min} \dots\dots\dots(4)$$

dimana:

$$l_t = l_v + l_w + l_n \quad ; \text{ mm}$$

$$l_n = (d/2) \tan \kappa_r \quad ; \text{ mm}$$

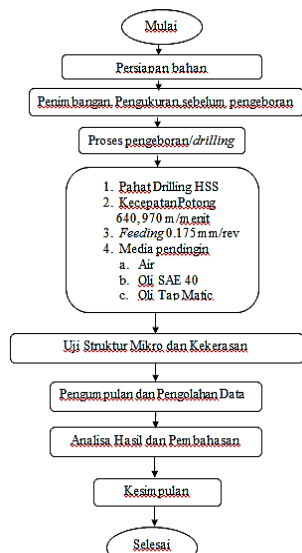
**Kecepatan penghasilan geram:**

Kecepatan penghasilan geram adalah besarnya geram yang dihasilkan tiap satu satuan waktu. Kecepatan penghasilan geram biasanya dinyatakan dalam centimeter kubik tiap menit ( $\text{cm}^3/\text{min}$ ).

$$Z = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot V_f}{4 \cdot 1000} \quad ; \text{ cm}^3/\text{min} \dots\dots(5)$$

**METODE PENELITIAN**

Langkah – langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar .3 tentang diagram alir penelitian.



**Gambar 3. Diagram Alir Penelitian**

**ALAT DAN BAHAN**

Pahat bor yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis pahat HSS (*High Speed Steel*) berdiameter 10 mm dengan komposisi kandungan merupakan paduan dari 0,75%-1,5% Carbon (C), 4%-4,5% Chromium (Cr), 10%-20% Tungsten (W) dan Molybdenum (Mo), 5% lebih Vanadium (V), dan Cobalt (Co) lebih dari 12% ketahanan temperature mencapai 817°C. Pengambilan dan analisa data diperlukan beberapa alat dan bahan. Peralatan dan bahan yang digunakan dalam proses pengambilan data antara lain:

a. Peralatan

Peralatan dalam penelitian ini dibedakan menjadi dua jenis yaitu peralatan untuk pengambilan data dan peralatan untuk pengolahan data. Peralatan untuk pengambilan data antara lain:

- Mesin gergaji (*saw machine*) untuk pemotongan material
- Mesin bor (*Drilling machine*) konvensional dengan berbagai variasi putaran spindle yang tersedia.
- Pahat *drill*  
Pahat drill yang digunakan adalah pahat drill HSS dengan bentuk galur konvensional dengan diameter 10 mm dan jumlah pahat yang digunakan untuk penelitian adalah 3 buah pahat.
- Media pendingin menggunakan air, oli SAE 40 dan oli tapmatic.
- Metacut /mesin gerinda pemotong.
- Amplas.
- Universal hardness testing machine/ mesin uji kekerasan Rockwell.
- Mikroskop optik.

b. Bahan

Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah baja AISI 1045 dengan dimensi seperti berikut ini:

- Panjang : 100 mm
- Lebar : 65 mm
- Tebal : 16 mm

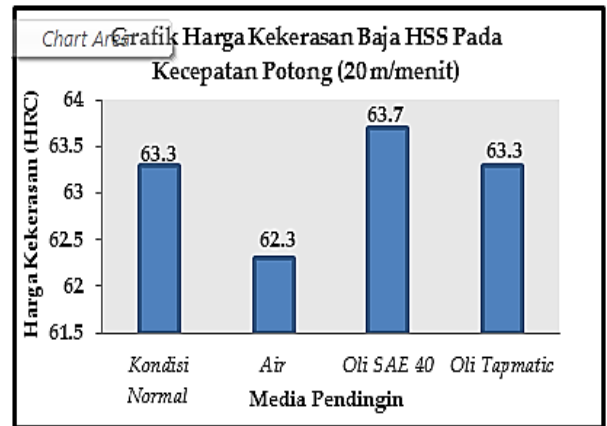
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Kekerasan dengan Kecepatan Potong 20 – 30 m/menit dan variasi media pendingin

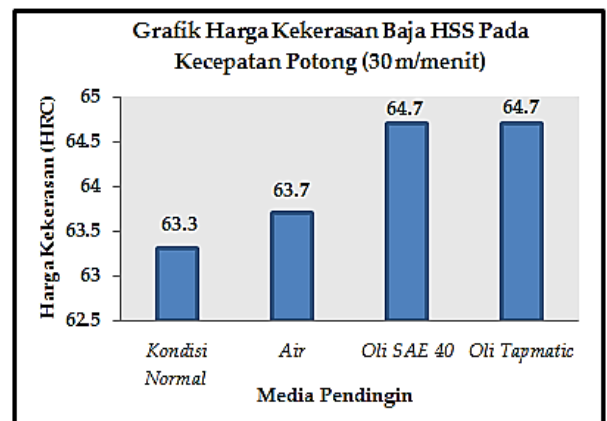
Setelah pahat digunakan untuk pengeboran dengan variasi kecepatan potong yang telah ditentukan yaitu 20 – 30 m/menit dan media pendingin menggunakan air, oli SAE 40 dan tap matik, selanjutnya pahat tersebut dipotong kemudian diuji kekerasan dengan menggunakan metode Rockwell. Pada kecepatan potong 20 m/menit proses permesinan dengan variasi media pendingin air, oli SAE 40 dan oli tapmatic, didapatkan hasil kekerasan dengan metode Rockwell dengan pembebanan 150 kg menggunakan indentor *diamond cone* lama penekanan 20 detik. Berdasarkan hasil pengujian kekerasan pada kecepatan potong 20 dan 30 m/menit, didapatkan perbedaan nilai rata – rata kekerasan pada mata bor berdasarkan media pendingin yang dipergunakan, pada kecepatan potong 20 m/menit dengan media pendingin air dan oli diperoleh harga rata-rata kekerasan dengan nilai penurunan pada media pendingin air dimana berkurang dari kondisi awal kemudian dengan media pendingin Oli mengalami peningkatan kekerasan tidak terlalu signifikan. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil pengeboran pada baja S45C dapat dilihat mata bor berubah atau peningkatan kekerasan yang terjadi yaitu pada media pendingin Oli, karena pada saat mata bor mengalami panas dan saat terjadi gesekan antara sisi tepi mata bor dengan plat baja S45C, Mata bor mengalami pendinginan secara perlahan-lahan pada dinding mata bor yang menyebabkan terjadinya perubahan atau peningkatan kekerasan pada mata bor peningkatannya yang tampak dikecepatan potong 30 m/menit. Sedangkan dikecepatan potong 20 m/menit tidak terlalu berpengaruh dengan perubahan kekerasan dari kondisi awal atau sebelum terjadi proses permesinan *drilling*.

Kondisi Perbedaan harga rata-rata pada kecepatan potong 20 m/menit dan 30 m/menit, hubungannya dengan media

*quenching* digambarkan dalam bentuk grafik pada ( Gambar 4 dan 5) :



**Gambar 4. Grafik Pengujian Kekerasan Baja HSS Pada Kecepatan Potong 20 m/menit**



**Gambar 5. Grafik Pengujian Kekerasan Baja HSS Pada Kecepatan Potong (30 m/menit)**

grafik pengujian kekerasan terhadap bahan yang telah *dicooling* atau mendapatkan pendinginan dengan Air dan Oli, dapat dilihat dengan nilai persentase pengujian kekerasan dengan variasi kecepatan potong dan media pendingin maka terlihat berubah kekerasan pada mata bor HSS. Dimana pada kecepatan potong 20 m/menit atau pada rpm 640 dilakukan pengeboran dengan media pendingin air pada grafik diatas menurunnya kekerasan dari kondisi awal 63.3 menjadi 62.3 HRC, kemudian dengan media pendingin oli dapat dilihat perubahan kekerasan tidak begitu mengalami peningkatan secara signifikan, sedangkan kecepatan potong 30 m/menit dilihat dari grafik diatas mengalami peningkatan diawali dengan media pendingin air dan peningkatan kekerasan terlihat pada media pendingin



Oli yang mana mengalami presentase peningkatan dari kondisi awal.

### Analisa Perhitungan Hasil Pengujian Struktur Mikro

Pengujian ini merupakan penelitian eksperimental untuk mengetahui bentuk dan kondisi struktur mikro pahat sebelum dan sesudah digunakan untuk proses *drilling*. Dari hasil perhitungan struktur mikro dapat kan hasil presentase perlit yang dipengaruhi oleh kecepatan potong dan media pendingin.

**Ferrit (Putih)**

20	31	21	28	23
24	32	36	25	20
30	35	29	19	22
38	28	23	25	22
28	19	23	20	16
140	145	132	117	103

JK= 637

**Perlit (Hitam)**

80	69	79	72	77
76	68	64	75	80
70	65	71	81	78
62	72	77	75	78
72	81	77	80	84
360	355	368	383	397

JK=18

$$\text{Jumlah Perlit} = (\text{JK}/2500) \times 100 \% = A \%$$

$$\text{Jumlah Perlit} = \left(\frac{1863}{2500}\right) \times 100 \% = 74.5 \%$$

$$\text{Jumlah Karbon Dalam Perlit} = (X/100) \times A \% = U \%$$

$$\text{Jumlah Karbon Perlit} = \left(\frac{0.8}{100}\right) \times 74.5 \% = 0.60 \%$$

$$\text{Jumlah Ferrit} = (\text{JK}/2500) \times 100 \% = B \%$$

$$\text{Jumlah Ferrit} = \left(\frac{637}{2500}\right) \times 100 \% = 25.5 \%$$

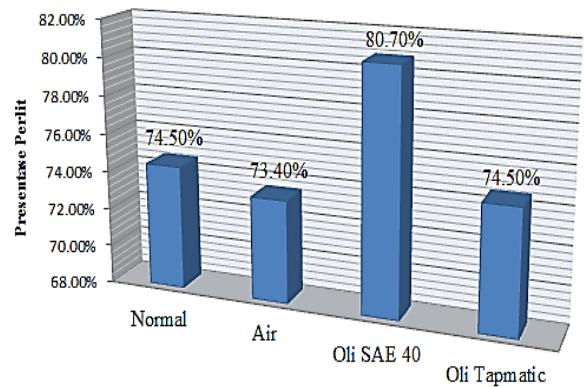
$$\text{Jumlah Karbon Dalam Ferrit} = (Y/100) \times B \% = V \%$$

$$\text{Jumlah Karbon dalam Ferrit} = \left(\frac{0.025}{100}\right) \times 25.5 = 6.37 \times 10^{-3} \%$$

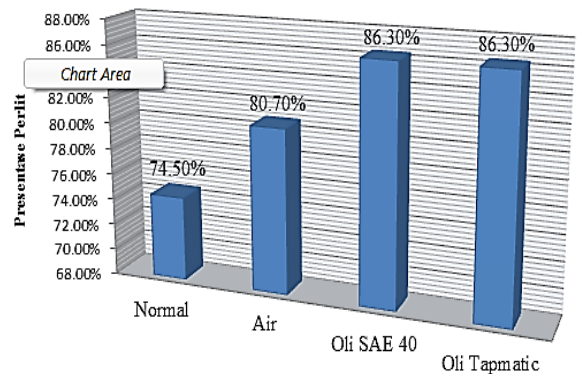
$$\text{Jumlah Karbon Dalam Baja} = U \% + V \% = 0.6 \%$$

### Perhitungan Kandungan karbon dalam perlit dan ferrit Kondisi raw material

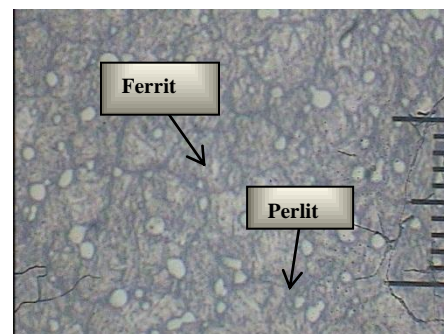
Pada grafik ini, menunjukkandungan pelit yang berhubungan dengan nilai kekerasan baja HSS, dengan kecepatan potong 20-30 m/menit dan perbandingan media pendingin air dan oli, menjelaskan antara kondisi awal dan setelah mengalami permesinan, sebagai berikut :



Gambar 6. Grafik Presentase Perlit pada Kecepatan Potong (20 m/menit)



Gambar 7. Grafik Presentase Perlit pada Kecepatan Potong (30 m/menit)

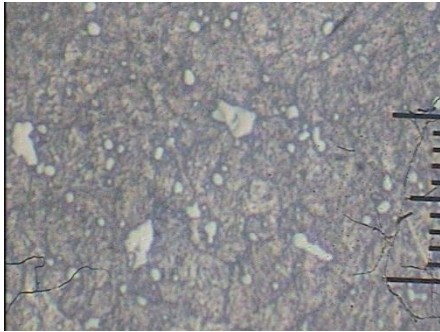


Gambar 8. Photo Struktur Mikro Baja HSS Kondisi Normal (pembesaran 500 X)

Gambar struktur mikro dari spesimen Baja HSS Dengan pembesaran 500 kali. menunjukkan baja karbon HSS memiliki kadar karbon 0,8% struktur penyusunya terdiri dari *ferrite* dan *pearlite* (suherman,1987). Spesimen ini belum mengalami proses permesinan, kekerasannya adalah 62.7 s/d 63.9 HRC. Pada gambar tersebut tampak bahwa struktur mikro yang terkandung oleh spesimen induk masih lebih banyak perlit. jumlah perlit yang berwarna lebih gelap adalah 74.5 % jumlah karbon pelit sebesar 0.60 %

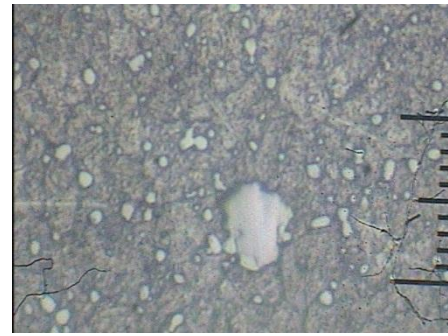
sedangkan diikuti dengan jumlah ferrit 25.50 % dan jumlah karbon dalam ferrit  $6.37 \times 10^{-3}$  dan ferrit yang memiliki warna lebih putih atau lebih terang. Jadi jumlah karbon dalam baja berkisar 0.5 %.

**Hasil foto pengujian struktur mikro pada kecepatan potong (20 m/menit)**



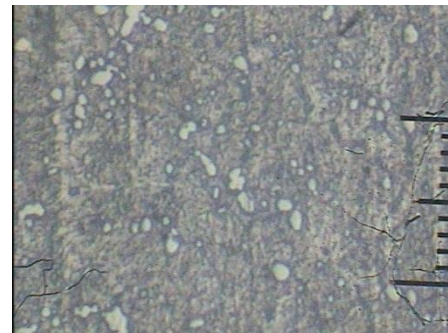
**Gambar 9. Photo Struktur Mikro Baja HSS media pendingin air (pembesaran 500 X)**

diambil kesimpulan mengenai struktur mikro dari baja HSS Pada Kecepatan Potong 20 m/menit, setelah mengalami proses permesinan dan didinginkan dengan media Air. Struktur sementit berubah bentuk dari lempangan menjadi bola-bola kecil dan jumlah perlit sebesar 73.4 % yang mana kondisi awal fase perlit 74.5 %, sedangkan kandungan karbon yang ada didalam struktur perlit berkisar 0.58 %. Dengan kondisi temperatur rendah fase perlit tidak dapat melepaskan diri sehingga tidak membentuk fase martensit, akibat adanya pendinginan maka akan terbentuk struktur ferrit sebesar 26.5% dan jumlah karbon dalam ferrit berkisar  $6.63 \times 10^{-3}$ , lalu jumlah karbon dalam baja 0.5 %. dari hasil uji kekerasan dengan media pendingin air kekerasan menjadi lunak. dimana proses pendinginan ini hanya akan mengakibatkan peningkatan jumlah ferrit dari kondisi awal dan kekerasannya adalah 61.7 s/d 62.9HRC.



**Gambar 10. Photo Struktur Mikro Baja HSS media pendingin Oli SAE 40(pembesaran 500 X)**

Mengenai struktur mikro dari baja HSS Setelah mengalami proses permesinan dan didinginkan dengan media Oli SAE 40. Pada saat baja HSS mengalami panas dipernukaan mata pahat dan sewaktu saat proses permesinan fase perlit Meningkatkan dari kondisi awal 74.5 % menjadi 80.7 % dimana perlit meningkat sebanyak 10 % dari jumlah perlit awal. dan jumlah Karbon dalam perlit 0.64 %. dan jumlah karbon dalam baja berkisar 0.6 %, karakteristiknya berubah menjadi keras, dan kekerasannya adalah 63.1 s/d 64.3HRC.

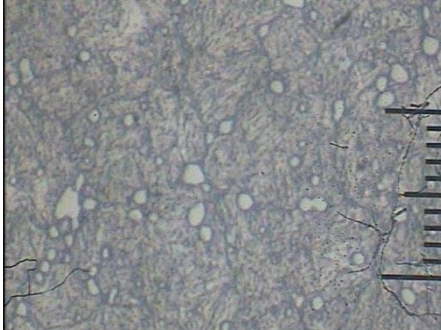


**Gambar 11. Photo Struktur Mikro Baja HSS media pendingin Oli Tapmatic(pembesaran 500 X)**

setelah mengalami proses permesinan dan didinginkan dengan media Oli Tapmatic, baja HSS tidak mengalami perubahan dari kondisi normal. yang memiliki kecenderungan atom yang membentuk bola-bola kecil pada permukaan mata bor terjadi panas, dilakukan penyemprotan *cooling* sehingga saat didinginkan dengan menggunakan media pendingin Oli Tapmatic, proses laju pendinginan secara perlahan menghasilkan struktur mikro perlit sebesar 74.5 % tidak merubah

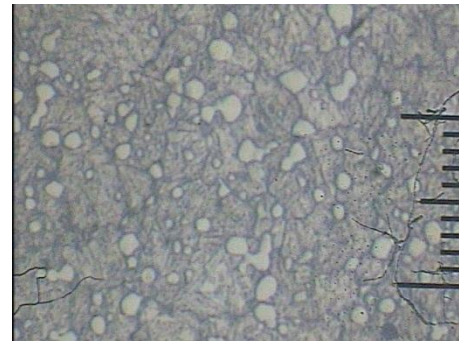
kekerasan dari kondisi awal, persentase jumlah perlit dalam unsur karbon dengan media pendingin oli tapmatic ini adalah 0.60 % dan karbon dalam baja sebesar 0.6 % lalu kekerasannya yang dihasilkan adalah 62.7 s/d 63.9HRC.

**Hasil foto pengujian struktur mikro pada kecepatan potong (30 m/menit)**



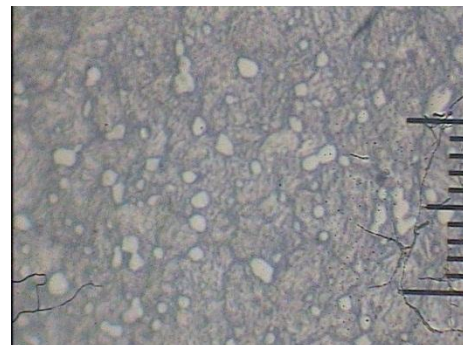
**Gambar 12. Photo Struktur Mikro Baja HSS media pendingin air (pembesaran 500 X)**

struktur mikro dari baja HSS setelah mengalami proses permesinan dan didinginkan dengan media Air. Struktur sementit berubah bentuk dari lempangan menjadi bola-bola kecil dan jumlah perlit sebesar 80.7% yang mana kondisi awal fase perlit 74.4% , sedangkan kandungan karbon yang ada didalam struktur perlit berkisar 0.64%. Dengan kondisi temperatur rendah fase perlit tidak dapat melepaskan diri sehingga tidak membentuk fase martensit, akibat adanya pendinginan maka akan terbentuk struktur ferrit sebesar 19.32 dan jumlah karbon dalam ferrit berkisar  $4.83 \times 10^{-3}$ , lalu jumlah karbon dalam baja 0.6 %. dari hasil uji kekerasan media pendingin air masih keras. dimana proses pendinginan ini hanya akan mengakibatkan peningkatan kekerasan dari kondisi awal dan kekerasannya adalah 63.1 s/d 64.3HRC.



**Gambar 13. Photo Struktur Mikro Baja HSS media pendingin Oli SAE 40 (pembesaran 500 X)**

struktur mikro dari baja HSS Setelah mengalami proses permesinan dan didinginkan dengan media Oli SAE 40. Pada saat baja HSS mengalami panas dipernukaan mata pahat dan sewaktu saat proses permesinan fase perlit Meningkatkan dari kondisi awal 74.4 % menjadi 86.3 % dimana perlit meningkat sebanyak 20 % dari jumlah perlit awal dan jumlah Karbon dalam perlit 0.69 %. dan jumlah karbon dalam baja berkisar 0.7 %., karakteristinya berubah menjadi keras, dan kekerasannya adalah 64.1 s/d 65.3HRC.



**Gambar 14. Photo Struktur Mikro Baja HSS media pendingin Oli Tapmatic (pembesaran 500 X)**

Pada proses permesinan dan didinginkan dengan media Oli Tapmatic . Struktur sementit berubah bentuk dari sebuah struktur yang memiliki kecenderungan atom yang membentuk bola-bola kecil yang terjadi pada permukaan mata bor terjadi panas, sehingga saat didinginkan dengan menggunakan media pendingin Oli Tapmatic, proses laju pendinginan secara perlahan menghasilkan struktur mikro perlit sebesar 86.3 % dan berubah menjadi keras, dalam persentase peningkatan jumlah



perlit dalam unsur karbon dengan media pendingin oli tapmatic ini adalah 0.69 % tidak jauh beda dengan media pendingin Oli SAE 40 yang mana karbon dalam baja yang awalnya sebesar 0.6 % meningkat menjadi 0.7 % lalu kekerasannya yang dihasilkan adalah 64.1 s/d 65.3HRC.

## KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian sifat mekanik dan struktur mikro pada baja tipe HSS dengan melakukan pengeboran pada plat baja S45C dengan variasi *cutting speeds* dan media pendingin Air dan Oli ,dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Berdasarkan nilai kekerasan baja hss pada saat pengeboran dengan kecepatan potong 20 m/menit atau pada rpm 640 dan media pendingin air nilai kekerasannya 62.3 HRC, mengalami penurunan kekerasan pada sisi mata dan ujung mata bor,kemudian dengan media pendingin oli SAE 40 mengalami peningkatan menjadi 63.7 HRC, lalu pada media pendingin oli tapmatic tidak mengalami perubahan kekerasan tetap seperti kondisi normal. Sedangkan pada harga kekerasan dengan kecepatan potong 30 m/menit mengalami peningkatan pada media pendingin air 63.7 HRC dan media pendingin oli SAE 40 64.7 HRC begitupun dengan media pendingin oli tapmatic sebesar 64.7 HRC.
2. Analisa hasil penelitian pengujian struktur mikro pada mata bor HSS kecepatan potong 20 m/menit, menunjukkan nilai presentase perlit dengan menggunakan media pendingin air, penurunan presentase perlit pada kondisi *raw material* (kondisi normal) 74,50% menjadi 73,40% . Kemudian penggunaan media pendingin oli SAE 40 memperlihatkan peningkatan nilai presentase perlit 80,70%, sedangkan media pendingin oli tapmatic tidak mengalami peningkatan jumlah presentase perlit 74,50%. Pada

kecepatan potong 30 m/menit, presentase perlit mengalami peningkatan jumlah perlit dengan media pendingin air 80,70% lalu diikuti dengan media pendingin oli SAE 40 86,30% begitupun pada media pendingin oli tapmatic sebesar 86,30% jumlah presentase perlit.

3. Hasil penelitian dan analisa data diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan media pendingin terbaik adalah oli SAE 40. Hal ini ditunjukkan pada nilai kekerasan tertinggi yaitu 63.7 HRC pada kecepatan potong 20 m/menit dan 64.7 HRC pada kecepatan potong 30 m/menit. Dibandingkan dengan media pendingin air.
4. Analisa penelitian pada proses pengeboran menggunakan mata bor hss terhadap bahan plat S45C, dilihat pada grafik nilai rata – rata harga kekerasan dengan kecepatan potong 20 m/menit itu selisih peningkatan pada media pendingin oli SAE 40, kenaikan sebesar 0,6 % dari kondisi awal. Sedangkan pada kecepatan potong 30 m/menit kenaikan sebesar 0,22 %,dimana hubungannya dengan struktur mikro,bahwa semakin tinggi nilai kekerasan mata bor hss, maka semakin meningkat pula jumlah presentase perlit. Jadi disimpulkan bahwa, berdasarkan hasil penelitian ini nilai kekerasan dan jumlah perlit yang telah diuji dan dihitung, menyimpulkan bahwa pada mata bor hss, tidak terlalu signifikan peningkatan kekerasannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, B. H., Ostwald, Phillip F. & Begeman, Myron L., 1979, *Teknologi Mekanik Jilid 2*.Terjemahan oleh Bambang Priambodo, Erlangga, Jakarta.
- Rahdiyanta, D., 2010, *Buku 4 Proses Gurdi (Drilling)*, Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Rahdiyanta, D., 2010, *Buku 6 Cairan Pendingin Untuk Proses Pemesinan*, Jurusan Pendidikan

- Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Widarto., 2008., *Teknik Permesinan, Jilid II*, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional., Jakarta.
- Surdia, Tata. & Saito, Shinroku., 2000, *Pengetahuan Bahan Teknik*, cetakan 5, Pradnya Pramita, Jakarta.
- Thelning, Erik, Karl., 1974., *Steel And Its Heat Treatment.*,
- PT. Bhineka Bajas, 2014, *Produksi Besi S45C bersertifikat*, Semarang.