

## ANALISA KEKERASAN MATERIAL TERHADAP PROSES PEMBUBUTAN MENGUNAKAN MEDIA PENDINGIN DAN TANPA MEDIA PENDINGIN

Denny Wiyono

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Polnep

### Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kekerasan material terhadap proses pembubutan dengan menggunakan media pendingin dan tidak menggunakan media pendingin. Dalam proses bubut, terdapat gaya pemotongan (*cutting force*), yaitu Gaya Radial (gaya pada kedalaman potong), Gaya Tangensial (gaya pada kecepatan potong), dan Gaya Longitudinal (gaya pada pemakanan). Faktor yang mempengaruhi gaya potong diantaranya yaitu kedalaman pemotongan (*depth of cut*), gerak pemakanan (*feed rate*), dan kecepatan pemotongan (*cutting speed*).

Analisa ini mengukur kekerasan material beberapa jenis bahan pada proses *turning* dengan menggunakan material berupa baja ST 37, baja ST 60 dan Stainless steel dengan gerak pemakanan sebesar 2 mm/rev, dengan variable kecepatan RPM dan menggunakan *colling system* dan tanpa *colling system* pada proses *turning*.

Hasil analisa menunjukkan bahwa nilai suatu kekerasan bahan sangat berpengaruh pada saat proses pengerjaan permesinan, untuk memperoleh proses hasil yang baik dalam proses pengerjaan material dengan menggunakan permesinan sebaiknya kita menggunakan *cooling system* pada proses pengerjaan material logam, karena tidak akan mempengaruhi tingkat kekerasan pada bahan saat pengerjaan menggunakan permesinan

**Kata kunci : Gerak Pemakanan, Kedalaman Pemotongan, Sistem Pendingin, dan Kecepatan Pemotongan.**

### I. PENDAHULUAN

Penulisan ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kekerasan dengan pengaruh pembubutan terhadap bahan. Dimana proses permesinan yang dilakukan adalah proses bubut semi otomatis dengan tiga jenis benda kerja dengan kekuatan kekerasan berbeda dari hasil pembubutan terhadap bahan dengan kecepatan dan diameter yang sama menggunakan media pendingin dan tidak menggunakan media pendingin.

Meningkatnya permintaan untuk memperbesar produktivitas dengan biaya produksi rendah, menuntut untuk dilakukannya permesinan yang cepat maka dilakukan permesinan dengan cara meningkatkan kecepatan permesinan. Teknologi permesinan kecepatan tinggi (*high speed machining*) merupakan salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas. Dengan kecepatan potong dan pemakanan yang tinggi, maka volume pelepasan material dari material induk akan meningkat sehingga akan diperoleh penghematan waktu pemesinan yang cukup berarti.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa naiknya kecepatan akan mempengaruhi kekerasan bahan akibat pemanasan yang tinggi sehingga terjadi proses *annealing* untuk itu dilakukan dengan media pendingin dan tanpa pendingin untuk mengetahui kekerasan bahan akibat proses pembubutan material/bahan.

Meningkatnya permintaan untuk memperbesar produktivitas dengan biaya produksi rendah menuntut dilakukannya permesinan yang cepat maka dilakukan permesinan dengan cara meningkatkan kecepatan permesinan. Teknologi permesinan kecepatan tinggi (*high speed machining*) merupakan salah satu cara meningkatkan produktivitas, dengan kecepatan potong yang tinggi, maka volume pelepasan material dari material induk akan meningkat sehingga akan diperoleh penghematan waktu pemesinan yang cukup berarti. Untuk itu dilakukan analisa sebagai pembanding hasil produk yang baik dan halus permukaannya serta ukuran yang presisi. Sejauh ini analisa untuk mengetahui kekerasan material dilihat dari kecepatan dan media pendingin yang dilakukan terhadap material/bahan pada proses permesinan.

### II. METODE

Penelitian ini dilakukan di Bengkel Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Pontianak. Pengamatan dilakukan dengan membubut beberapa jenis bahan material diantaranya : bahan ST 37, bahan Stainless Steel, bahan St 60. Pengaruh pembubutan terhadap kekerasan bahan dengan kecepatan dan diameter yang

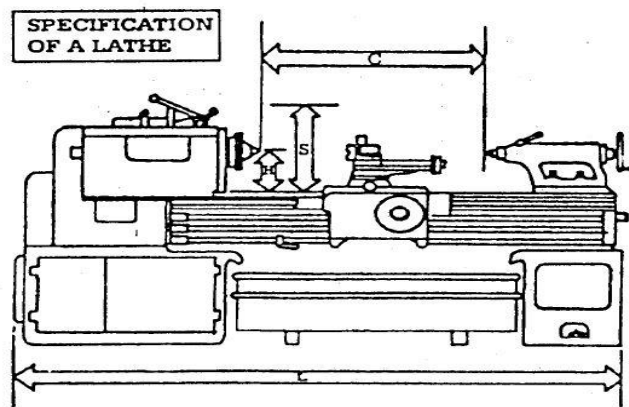
sama menggunakan media pendingin dan tidak menggunakan media pendingin terhadap proses permesinan yang berikutnya akan dianalisa tingkat kekerasannya dengan pengujian kekerasan dilaboratorium bengkel jurusan teknik mesin.

### III. TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Faktor untuk menentukan spesifikasi performa operasional mesin bubut

1. Maksimum diameter benda kerja yang mampu dicekam pada *workholder (chuck)*, semakin besar diameter pada pengecam semakin besar diameter poros benda kerja yang dapat dibubut.
2. Maksimum panjang benda kerja yang dapat dicekam (jarak *headstock spindel* dan *tailstock spindel*).
3. Maksimum panjang meja (panjang lintasan *carriage/tool post*), semakin panjang ukuran meja semakin panjang benda kerja yang dapat dibubut.
4. Range kecepatan spindel (jumlah tingkat kecepatan transmisi roda gigi pada *headstock*), semakin bervariasi jangkauan kecepatan spindel semakin lengkap pengaturan kecepatan potong benda kerja yang dibubut.
5. Daya motor penggerak (penggerak transmisi spindel), semakin besar daya motor semakin besar torsi yang dihasilkan untuk memutar benda kerja.

Gambar ilustrasi mesin bubut dibawah ini menunjukkan maksimum jarak antara pusat chuck dan pusat tailstock (C), maksimum diameter yang dicekam (S), dan panjang meja (L)



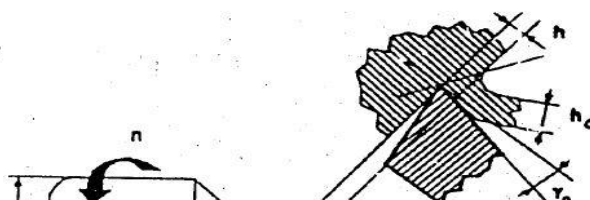
Gambar 1. Spesifikasi dimensi mesin bubut.

#### B. Elemen – Elemen Dasar Pemotongan Pada Proses Bubut

Elemen – elemen pada dasar pemotongan pada proses bubut dapat diketahui dengan rumus yang dapat diturunkan dengan memperhatikan gambar teknik, di mana di dalam gambar teknik dinyatakan spesifikasi geometrik suatu produk komponen mesin yang di gambar. Setelah itu harus dipilih suatu proses atau urutan proses yang digunakan untuk membuatnya. Salah satu cara atau prosesnya adalah dengan bubut, pengerjaan produk, komponen mesin, dan alat – alat menggunakan mesin bubut akan ditemui dalam setiap perencanaan proses permesinan. Untuk itu perlu kita pahami lima elemen dasar permesinan bubut, yaitu :

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| a. kecepatan potong ( <i>cutting speed</i> )                    | : $v$ (m/min)                |
| b. gerak makan ( <i>feed rate</i> )                             | : $f$ (mm/rev)               |
| c. kedalaman pemakanan ( <i>depth of cut</i> )                  | : $a$ (mm)                   |
| d. waktu pemotongan ( <i>cutting time</i> )                     | : $t_c$ (min)                |
| e. kecepatan penghasiian geram ( <i>rate of metal removal</i> ) | : $z$ (cm <sup>3</sup> /min) |

Elemen dasar dari proses bubut dapat diketahui atau dihitung dengan menggunakan rumus yang dapat diturunkan dengan memperhatikan gambar 2.4 berikut :



Gambar 2. Proses bubut

Benda kerja : d : diameter mula – mula (mm) o  
dm : diameter akhir,(mm)  
tl : panjang permesinan,(mm)  
Pahat : k : sudut potong utama,( o) r  
oy : sudut geram, ( ) o  
Mesin bubut : a : kedalaman potong/ pemakanan,(mm)  
f : gerak makan : (mm/rev)  
n : putaran poros utama/ benda kerja, (rad/min)

### C. Kecepatan Spindel

Kecepatan spindel harus disesuaikan dengan kekerasan dari benda kerja yang akan dibubut. Yaitu, makin keras benda kerja atau makin besar diameternya, kecepatan spindle makin rendah. Dan makin lunak benda kerja atau makin kecil diameternya, kecepatan spindle makin tinggi.

Untuk menghitung kecepatan spindel dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N = \frac{1000 \times s}{\pi \cdot D}$$

Dimana :

N = kecepatan spindle dalam rpm  
s = kecepatan potong  
D = diameter benda kerja

### D. Kecepatan Potong (cutting speed)

Kecepatan potong adalah panjang ukuran lilitan pahat terhadap benda kerja atau dapat juga disamakan dengan panjang tatal yang terpotong dalam ukuran meter yang 14 diperkirakan apabila benda kerja berputar selama satu menit.

Kecepatan potong ditentukan dengan rumus :  $V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$

Di mana :

V : adalah kecepatan potong ,(m/min)

$\pi$  : adalah konstanta,seharga 3,14

d : diameter rata – rata

Di mana d = ( d0 + d) m

n : kecepatan putar poros utama,(rpm)

Daftar kecepatan potong untuk masing-masing bahan, dapat dilihat di bawah ini :

Tabel 1. Kecepatan Potong Untuk Masing-Masing Bahan

Bahan	H S S		Karbida	
	m/men	Ft/min	M/men	Ft/min
Baja lunak (Mild Steel)	18 – 21	60 – 70	30 – 250	100 – 800
Besi Tuang (Cast Iron)	14 – 17	45 – 55	45 - 150	150 – 500
Perunggu	21 – 24	70 – 80	90 – 200	300 – 700
Tembaga	45 – 90	150 – 300	150 – 450	500 – 1500
Kuningan	30 – 120	100 – 400	120 – 300	400 – 1000
Aluminium	90 - 150	300 - 500	90 - 180	300 – 600

Sumber: <http://hjt007.files.wordpress.com/2011/02/untitled-2-copy>.

#### E. Waktu Pemotongan

Waktu pemotongan bisa diartikan dengan panjang permesinan tiap kecepatan gerak pemakanan. Waktu pemotongan dirumuskan dengan :

$$t_c = \frac{\lambda t}{v_f}$$

Dimana :

$t_c$  : waktu pemotongan, (min)

$\lambda_t$  : panjang permesinan, (mm)

$v_f$  : Kecepatan pemakanan, (mm/min)

## IV. HASIL

### 1. Material logam ST 37

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Kekerasan Material logam ST 37 Tanpa Pendingin

No	Material Logam	Variabel Kecepatan (RPM)	Feeding (rev/menit)	Penetrator	Waktu (detik)	Mayor Load (Kg)	Pengujian HRA			Rata-rata
							I	II	III	
1	ST 37 Tanpa pendingin	Tanpa Proses	***	120°	30	60	68	69	68,5	68,50
2		425 RPM	0,2	120°	30	60	80,5	79	79,5	79,67
3		425 RPM	0,2	120°	30	60	79,8	80	80,2	80,00
4		425 RPM	0,2	120°	30	60	80	81	79	80,00
5		625 RPM	0,1	120°	30	60	86	86,5	85,8	86,10
6		625 RPM	0,1	120°	30	60	85,2	86	84,8	85,33
7		625 RPM	0,1	120°	30	60	86	84,8	85,8	85,53
8		1150 RPM	0,062	120°	30	60	89	86	86,5	87,17
9		1150 RPM	0,062	120°	30	60	88	87,8	88,5	88,10
10		1150 RPM	0,062	120°	30	60	89,5	87,5	88	88,33

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kekerasan Material logam ST 37 Dengan Pendingin

No	Material Logam	Variabel Kecepatan (RPM)	Feeding (rev/menit)	Penetrator	Waktu (detik)	Mayor Load (Kg)	Pengujian HRA			Rata-rata
							I	II	III	
1	ST 37 Dengan pendingin	Tanpa Proses	***	120°	30	60	68	69	68,5	68,50
2		425 RPM	0,2	120°	30	60	66	68	68,5	67,50
3		425 RPM	0,2	120°	30	60	69,5	67	68,5	68,33
4		425 RPM	0,2	120°	30	60	68,5	68,8	69	68,77
5		625 RPM	0,1	120°	30	60	67,5	68	68,8	68,10
6		625 RPM	0,1	120°	30	60	67,8	68,5	69	68,43
7		625 RPM	0,1	120°	30	60	68	67,5	67	67,50
8		1150 RPM	0,062	120°	30	60	67	69	68	68,00
9		1150 RPM	0,062	120°	30	60	68,8	67,8	67,5	68,03
10		1150 RPM	0,062	120°	30	60	69	68,5	68	68,50

2. Material logam ST 60

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Kekerasan Material logam ST 60 Tanpa Pendingin

No	Material Logam	Variabel Kecepatan (RPM)	Feeding (rev/menit)	Penetrator	Waktu (detik)	Mayor Load (Kg)	Pengujian HRA			Rata-rata
							I	II	III	
1	ST 60 Tanpa pendingin	Tanpa Proses	***	120°	30	60	71,5	70	72	71,17
2		340 RPM	0,2	120°	30	60	75	75,5	75,8	75,43
3		340 RPM	0,2	120°	30	60	74,5	76,5	75	75,33
4		340 RPM	0,2	120°	30	60	75	76	76	75,67
5		625 RPM	0,1	120°	30	60	76	76,5	77	76,50
6		625 RPM	0,1	120°	30	60	76,5	76	76	76,17
7		625 RPM	0,1	120°	30	60	75	76	75,5	75,50
8		1150 RPM	0,062	120°	30	60	77	76	77	76,67
9		1150 RPM	0,062	120°	30	60	76,5	77	76,8	76,77
10		1150 RPM	0,062	120°	30	60	77	76,5	77	76,83

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Kekerasan Material logam ST 60 Dengan Pendingin

No	Material Logam	Variabel Kecepatan (RPM)	Feeding (rev/menit)	Penetrator	Waktu (detik)	Mayor Load (Kg)	Pengujian HRA			Rata-rata
							I	II	III	
1	ST 60 Dengan pendingin	Tanpa Proses	***	120°	30	60	71,5	70	72	71,17
2		340 RPM	0,2	120°	30	60	69	70	70,5	69,83
3		340 RPM	0,2	120°	30	60	70	71	72	71,00
4		340 RPM	0,2	120°	30	60	71	70	71	70,67
5		625 RPM	0,1	120°	30	60	71	70,5	72	71,17
6		625 RPM	0,1	120°	30	60	71	71	72	71,33

7		625 RPM	0,1	120°	30	60	70	71	72	71,00
8		1150 RPM	0,062	120°	30	60	70	69	72	70,33
9		1150 RPM	0,062	120°	30	60	71	69	72	70,67
10		1150 RPM	0,062	120°	30	60	72	72	70	71,33

### 3. Materi Logam Stainless Steel

Tabel 6. Data Hasil Pengujian Kekerasan Material logam Stainless Steel Tanpa Pendingin

No	Material Logam	Variabel Kecepatan (RPM)	Feeding (rev/menit)	Penetrator	Waktu (detik)	Mayor Load (Kg)	Pengujian HRA			Rata-rata
							I	II	III	
1	Stainless Steel Tanpa pendingin	Tanpa Proses	***	120°	30	60	85,8	86	85	85,60
2		185 RPM	0,2	120°	30	60	84	86,5	85,8	85,43
3		185 RPM	0,2	120°	30	60	84,5	84	84	84,17
4		185 RPM	0,2	120°	30	60	84,5	84,2	84	84,23
5		425 RPM	0,1	120°	30	60	86,5	85	86	85,83
6		425 RPM	0,1	120°	30	60	86	85	86,5	85,83
7		425 RPM	0,1	120°	30	60	84,5	86	86,5	85,67
8		625 RPM	0,062	120°	30	60	83,5	84,5	85	84,33
9		625 RPM	0,062	120°	30	60	84	83,5	83,5	83,67
10		625 RPM	0,062	120°	30	60	84	85	83,5	84,17

Tabel 7. Data Hasil Pengujian Kekerasan Material logam Stainless Steel Dengan Pendingin

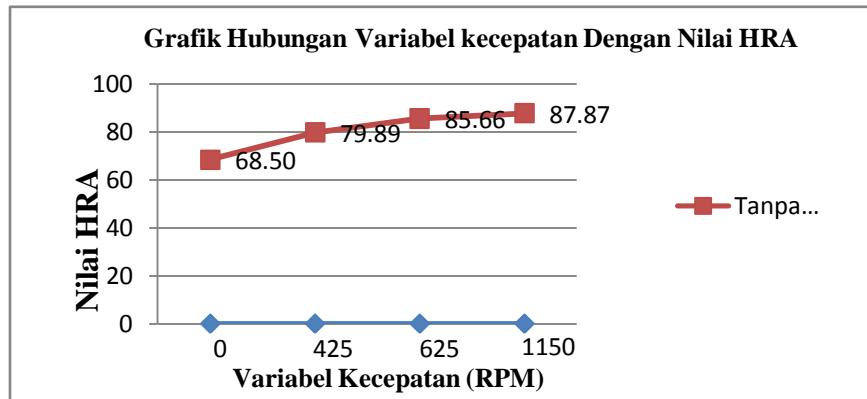
No	Material Logam	Variabel Kecepatan (RPM)	Feeding (rev/menit)	Penetrator	Waktu (detik)	Mayor Load (Kg)	Pengujian HRA			Rata-rata
							I	II	III	
1	Stainless Steel Dengan pendingin	Tanpa Proses	***	120°	30	60	85,8	86	85	85,60
2		185 RPM	0,2	120°	30	60	86	87,5	87	86,83
3		185 RPM	0,2	120°	30	60	87,5	86	87,8	87,10
4		185 RPM	0,2	120°	30	60	87,5	86	88	87,17
5		425 RPM	0,1	120°	30	60	90	92	90,8	90,93
6		425 RPM	0,1	120°	30	60	90,5	91	90,8	90,77
7		425 RPM	0,1	120°	30	60	90,8	91	90,8	90,87
8		625 RPM	0,062	120°	30	60	89,5	89	89,5	89,33
9		625 RPM	0,062	120°	30	60	90	91	89	90,00
10		625 RPM	0,062	120°	30	60	91	89,5	90	90,17

## V. PEMBAHASAN

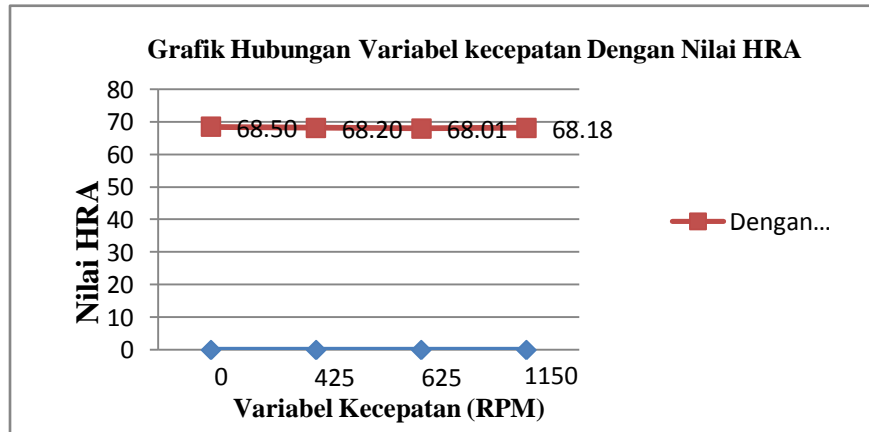
### 1. Nilai rata-rata material logam ST 37

Tabel 8. Nilai rata-rata material logam ST 37

No	Material Logam	Variabel Kecepatan (RPM)	Feeding (rev/menit)	Penetrator	Waktu (detik)	Mayor Load (Kg)	Pengujian HRA		
							Rata-rata hasil pengujian	Tanpa Pendingin	Dengan Pendingin
1	ST 37	Tanpa Proses	***	120°	30	60	Rata-rata	68,5	68,5
2		425 RPM	0,2	120°	30	60	Rata-rata	79,8889	67,8667
3		625 RPM	0,1	120°	30	60	Rata-rata	85,6556	66,9
4		1150 RPM	0,062	120°	30	60	Rata-rata	87,8667	65,3667



Gambar 3. Grafik Hubungan antara RPM dengan HRA pada material logam ST 37 Tanpa pendingin.



Gambar 4. Grafik Hubungan antara RPM dengan HRA pada material logam ST 37 Dengan pendingin.

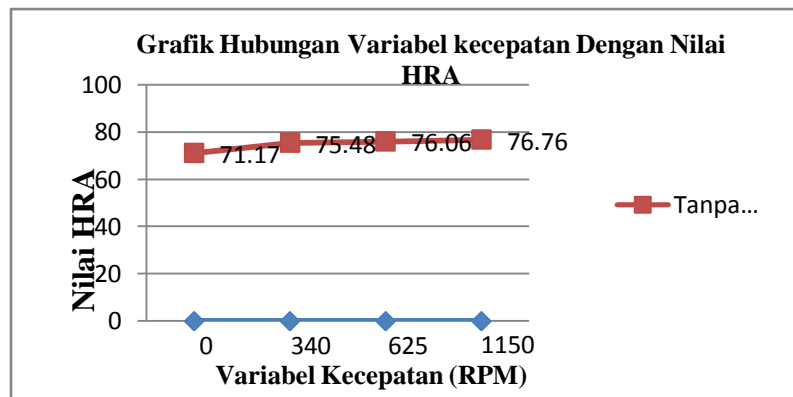
Pembahasan dari hasil data analisa diatas adalah yang mana bahan ST 37 tanpa colling semakin tinggi rpm yang di gunakan maka semakin tinggi juga tingkat perubahan kekerasan pada material bahan tersebut dan jika menggunakan cooling tingkat perubahan kekerasannya stabil dengan tingkat kekerasan awal

material bahan tersebut, maka pada proses pengerjaan pada material logam ST 37 lebih baik menggunakan bahan pendingin karena perubahan pada struktur material stabil pada material ST 37 terjadi kekerasan permukaan pada putaran rendah dan mata pahat yang haus pada putaran tinggi yang tanpa menggunakan bahan pendingin.

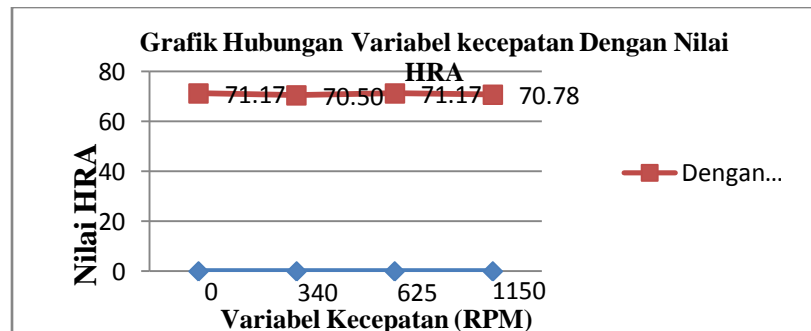
**2. Nilai rata-rata material logam ST 60**

Tabel 9. Nilai rata-rata material logam ST 60

No	Material Logam	Variabel Kecepatan (RPM)	Feeding (rev/menit)	Penetrator	Waktu (detik)	Mayor Load (Kg)	Pengujian HRA	Tanpa Pendingin	Dengan Pendingin
							Rata-rata hasil pengujian		
1	ST 60	Tanpa Proses	***	120°	30	60	Rata-rata	71,1667	71,1667
2		340 RPM	0,2	120°	30	60	Rata-rata	75,4778	70,5
3		625 RPM	0,1	120°	30	60	Rata-rata	76,0556	71,1667
4		1150 RPM	0,062	120°	30	60	Rata-rata	76,7556	70,7778



Gambar 5. Grafik Hubungan antara RPM dengan HRA pada material logam ST 60 Tanpa pendingin.



Gambar 6. Grafik hubungan antara RPM dengan HRA pada material logam ST 60 dengan pendingin

Pembahasan dari hasil data analisa diatas adalah yang mana bahan ST 60 tanpa colling semakin tinggi rpm yang di gunakan maka semakin tinggi juga tingkat perubahan kekerasan pada material bahan tersebut dan jika menggunakan cooling tingkat perubahan kekerasannya stabil dengan tingkat kekerasan awal

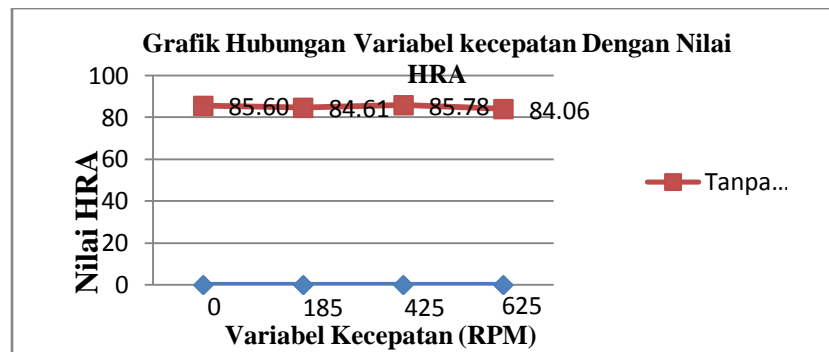


material bahan tersebut, maka pada proses pengerjaan pada material logam ST 60 lebih baik menggunakan bahan pendingin karena perubahan pada struktur material stabil pada material ST 60 terjadi kehausan mata pahat yang cepat pada putaran tinggi yang tidak menggunakan bahan pendingin dan terjadi kekasaran permukaan pada variabel putaran mesin yang rendah.

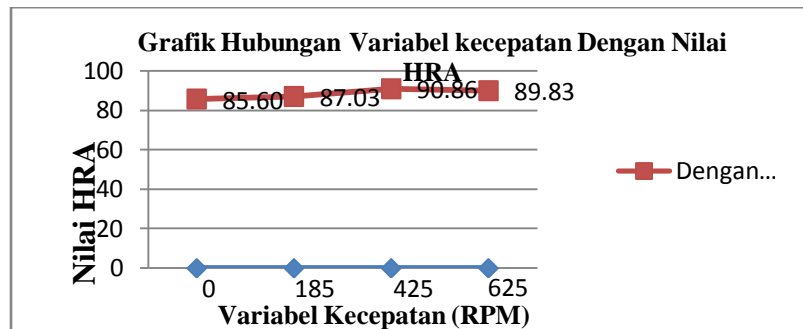
### 3. Nilai rata-rata material logam Stainless Steel

Tabel 10. Nilai rata-rata material logam Stainless Steel

No	Material Logam	Variabel Kecepatan (RPM)	Feeding (rev/menit)	Penetrator	Waktu (detik)	Mayor Load (Kg)	Pengujian HRA	Tanpa Pendingin	Dengan Pendingin
							Rata-rata hasil pengujian		
1	Stainless Steel	Tanpa Proses	***	120°	30	60	Rata-rata	85,6	85,6
2		185 RPM	0,2	120°	30	60	Rata-rata	84,6111	87,0333
3		425 RPM	0,1	120°	30	60	Rata-rata	85,7778	90,8556
4		625 RPM	0,062	120°	30	60	Rata-rata	84,0556	89,8333



Gambar 7. Grafik hubungan antara RPM dengan HRA pada material logam Stainless Steel Tanpa pendingin.



Gambar 8. Grafik hubungan antara RPM dengan HRA pada material logam Stainless Steel Dengan pendingin

Pembahasan dari hasil data analisa diatas adalah yang mana bahan Stainless steel tanpa colling dari rpm rendah hingga rpm yang tinggi di gunakan perubahan strukturnya stabil itu di sebabkan material logam stainless steel yang liut sedangkan jika menggunakan cooling maka tingkat struktur material logam

stainless steel yang semakin mengeras dikarenakan material logam yang liut terkena bahan pendingin berupa dromus maka material tersebut menjadi getas dan keras dikarenakan gesekan putaran antara mata pahat dan material menyebabkan struktur berubah akibat dari panas terkena bahan pendingin jenis dromus yang menyebabkan material yang liut menjadi getas sehingga kekerasannya meningkat dan akibat meningkatnya kekerasan bahan menyebabkan mata pahat tumpul dan patah pada saat proses pemakanan material logam, maka untuk material steanlis steel lebih baik menggunakan oli untuk bahan pendinginnya karena bahan yang liut tidak langsung dingin terkena oli sehingga tidak menjadi getas.

## **VI. PENUTUP**

### **6.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan pada proses permesinan, dapatlah diambil suatu analisa yang disimpulkan sebagai berikut :

Untuk mengetahui perubahan kekerasan bahan akibat permesinan.

Untuk memperoleh proses hasil yang baik dalam proses pengerjaan material dengan menggunakan permesinan sebaiknya kita menggunakan *cooling system* pada proses pengerjaan, karena tidak akan mempengaruhi tingkat kekerasan pada bahan saat pengerjaan menggunakan permesinan.

Menggunakan *cooling system* sangat menguntungkan dalam produktifitas pengerjaan, karena selain tidak merubah struktur logam material mesin akan lebih awet karena tidak terjadi pembebanan yang berat pada gear dan puli mesin maupun motor saat proses pemakanan material bahan selain itu pada saat pengambilan bahan juga lebih mudah karena tidak panas akibat proses pemakanan dan *cooling system* juga membantu agar bahan tidak mudah terkorosi.

Dari hasil pengujian yang di lakukan material logam ST 37 dan ST 60 menggunakan media pendingin sangatlah berperan penting karena tidak merubah struktur logam namun sebaliknya pada Stainless Steel malah mengalami kekerasan dan hasil nilai kekerasan pada ketiga jenis ini dapat di lihat pada tabel di bawah ini :

Material Logam	Variabel Kecepatan (RPM)	Feeding (rev/menit)	Pengujian HRA	Tanpa Pendingin	Dengan Pendingin
			Rata-rata hasil pengujian		
ST 37	Tanpa Proses	***	Rata-rata	68,50	68,50
	425 RPM	0,2	Rata-rata	79,89	68,20
	625 RPM	0,1	Rata-rata	85,66	68,01
	1150 RPM	0,062	Rata-rata	87,87	68,18
ST 60	Tanpa Proses	***	Rata-rata	71,17	71,17
	340 RPM	0,2	Rata-rata	75,48	70,50
	625 RPM	0,1	Rata-rata	76,06	71,17
	1150 RPM	0,062	Rata-rata	76,76	70,78
Stainless Steel	Tanpa Proses	***	Rata-rata	85,60	85,60
	185 RPM	0,2	Rata-rata	84,61	87,03
	425 RPM	0,1	Rata-rata	85,78	90,86
	625 RPM	0,062	Rata-rata	84,06	89,83

### **6.2. Saran**

Berdasarkan hasil analisa dan pengujian yang telah dilakukan oleh penulis, maka ada beberapa saran dari penulis yang harus diperhatikan, antara lain :

Pada proses pengerjaan dengan permesinan hindarilah bekerja tanpa menggunakan media pendingin (*cooling system*).

Perhatikan urutan langkah kerja sebelum bekerja pada permesinan dan jangan lupa selalu memperhatikan keselamatan kerja, agar terhindar dari kecelakaan kerja.

Untuk pengerjaan material logam jenis stainless steel lebih baik menggunakan media pendingin jenis oli karena jenis material stainless steel yang liut apabila menggunakan media pendingin dromus maka material tersebut semakin keras dan getas.

## **VII. DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. A.Shev,Jhon, 1998 **“Introductin To Manufacturing Process”** Second Edition, McGraw-Hill Book Company.New York.
- [2]. E.Diter, George, Srijati Djaprie, 1987 **“Metalurgi Mekanik”** Edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta.
- [3]. E.Diter, George, Srijati Djaprie, 1990 **“Metalurgi Mekanik”** Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [4]. E.M Trent.PhD, Dmet,FIM, 1991 **“Metal Cutting”** Third Edition, Butterworth- Heinemann L.td. Los Angeles.
- [5]. Marsyahyo, Eko, 2003 **“Mesin Perkakas Pemotongan Logam”** Toga Mas, Malang.
- [6]. Rochim, Taufik, 1997 **“teori dan Teknologi Proses-proses Permesinan”** Higher Education Development Support Project. Jakarta.
- [7]. V.B. Jhon, 1994 **“Engineering Materials”** Macmillan Press LTD, London.