

# Analisa Deformasi Material 100MnCrW4 (Amutit S) Pada Dimensi Dan Media Quenching Yang Berbeda

Muhammad Subhan

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat, 33211  
E-mail: msubhan00@yahoo.co.id

## ABSTRAK

Dari analisa awal, terjadinya gejala deformasi material 100MnCrW4 (Amutit S) akibat perlakuan panas dapat disebabkan beberapa faktor antara lain ; pengaruh temperatur pemanasan, posisi penempatan material dalam kotak pengepakan (packaging box), posisi pencelupan benda kerja ke dalam media quenching dan jenis media quenching. Pada pengujian ini pengamatan difokuskan pada jenis media quenching yang digunakan dengan menganggap faktor-faktor lainnya sebagai penyebab deformasi diminimalkan sedemikian rupa dengan cara melaksanakan pengujian sesuai dengan prosedurnya. Menurut data spesifikasi bahan, material ini diquenching dalam media oli dan air garam ( $200^0$ - $250^0$ C untuk  $\square < 20$ mm). Pada percobaan ini akan dilakukan pengujian terhadap bahan uji yang memiliki dimensi yang berbeda-beda ( $\square$  12,  $\square$  17,  $\square$  22,  $\square$  27,  $\square$  32 dengan panjang masing-masing 250 mm) dengan media quenching udara dan oli. Dari kedua jenis media quenching ini akan terlihat berapa besar tingkat deformasi yang terjadi pada setiap bahan uji dengan melakukan pengujian kelurusan. Hasil dari penelitian ini didapatkan untuk meminimalisir tingkat deformasi dan mendapatkan harga kekerasan di atas 60 HRC maka bahan uji dengan dimensi  $\square$  12 x 250 dan  $\square$  17 x 250 sebaiknya diquenching dengan media udara sembur sementara bahan uji dengan dimensi  $\square$  22 x 250,  $\square$  27 x 250 dan  $\square$  32 x 250 diquenching dengan media oli.

## Kata Kunci

Deformasi, perlakuan panas, media quenching

## 1. PENDAHULUAN

Material dengan nomor standar DIN 1.2510 100MnCrW4 adalah jenis baja paduan rendah yang dalam pemakaiannya antara lain digunakan untuk *cutting tools, trimming dies, forming dies, punching tools*, yang dipergunakan dalam temperatur rendah (temperatur ruang). Pada saat dilakukan perlakuan panas, material ini sering mengalami problem deformasi (*bending*) setelah diquenching yang akan mempengaruhi kelurusan dari material tersebut. Penelitian ini akan melihat berapa besar perbedaan tingkat kekerasan dan penyimpangan kelurusan yang terjadi pada setiap benda uji menggunakan 2 media quenching yang berbeda yaitu oli dan udara. Pengujian bahan uji yang dilakukan adalah pengujian kelurusan, pengujian kekerasan dan pengujian mikro struktur.

Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat penyimpangan yang terjadi dan harga kekerasan pada masing-masing bahan uji dengan perbedaan dimensi dan media quenching. Dari data-data tingkat penyimpangan dan harga kekerasan tersebut dapat ditentukan perlakuan yang cocok (jenis media quenchingnya) sesuai dengan dimensi bahan uji yang bertujuan meminimalisir tingkat deformasi yang terjadi dengan kekerasan minimal 60 HRC.

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1 Bahan

Material yang diuji dalam penelitian ini adalah jenis 100MnCrW4, produk dari Bohler dengan nama dagang K460 (Amutit S), dengan dimensi awal benda uji :

1.  $\square$  16,5 x 300 (2pcs)
2.  $\square$  20,5 x 300 (2pcs)
3.  $\square$  25,5 x 300 (2pcs)
4.  $\square$  33,5 x 300 (2pcs)
5.  $\square$  35,5 x 300 (2pcs)

Kekerasan awal material ini adalah 185 HB. Adapun komposisi dari material ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 1: Komposisi unsur yang terkandung dalam bahan uji

UNSUR	KOMPOSISI (%)
Fe	96
C	0,95
Si	0,25
Mn	1,10
Cr	0,55
V	0,10
W	0,55
Ni	0,20
Mo	0,06

**2.2 Proses Machining dan Pengukuran Dimensi Bahan Uji**

Proses *machining* yang dilakukan terhadap bahan uji dilakukan untuk mendapatkan dimensi bahan uji yang diinginkan pada proses pengujian. Proses *machining* ini dilakukan dimensi bubut dengan pencekaman *between center* untuk mendapatkan penyimpangan kelurusan awal yang sekecil mungkin. Dari proses *machining* ini diinginkan dimensi bahan uji sebagai berikut :



Gambar 2: Pengukuran kelurusan bahan uji

- □ □ □ 12 ±0,1 x 250 (2pcs)
- □ □ □ 17 ±0,1 x 250 (2pcs)
- □ □ □ 22 ±0,1 x 250 (2pcs)
- □ □ □ 27 ±0,1 x 250 (2pcs)
- □ □ □ 32 ±0,1 x 250 (2pcs)

5. Lakukan pengukuran penyimpangan kelurusan bahan uji pada 9 posisi yaitu dimulai dari jarak 5 mm dari ujung kemudian dilanjutkan pada jarak 30 mm berikutnya.

**2.3 Pengujian Kelurusan**

Pengujian kelurusan dilakukan untuk mengetahui berapa besar tingkat deformasi dari bahan uji. Pengamatan dilakukan dengan membandingkan tingkat deformasi dari 2 pcs bahan uji yang memiliki dimensi yang sama yang kemudian *diquenching* dengan media *quenching* yang berbeda yaitu oli dan udara.

**2.4 Proses Hardening**

Referensi [1] menyatakan pengerasan baja (*hardening*) berarti baja pada temperatur austenisasi didinginkan secara mendadak (*diquenching*) dengan kecepatan pendinginan di atas kecepatan pendinginan kritis agar diperoleh kekerasan yang tinggi melalui pembentukan martensit.

Pengujian kelurusan ini dilakukan pada saat sebelum dan sesudah proses perlakuan panas. Pengujian sebelum perlakuan panas penting dilakukan untuk mengetahui tingkat penyimpangan awal dari bahan uji yang dilaksanakan setelah proses *machining*.

Sebelum melakukan proses *hardening*, harus ditentukan dulu parameter-parameter yang harus digunakan dalam pengujian [2]. Dalam pengujian ini menggunakan material 100MnCrW4, jenis material baja paduan rendah dengan komposisi paduan seperti pada tabel 1. Dari data komposisi unsur paduan yang ada pada tabel 1 bila dimasukkan dalam grafik pengaruh unsur paduan terhadap pergeseran titik transformasi bawah (gambar 3), diperoleh data seperti pada tabel 2.

Proses pengujian kelurusan ini menggunakan dial indikator dengan tingkat kecermatan 0,01 mm. Langkah-langkah proses pengujian kelurusan ini adalah sebagai berikut :

1. Bahan uji dicekam di mesin bubut menggunakan pencekaman *between center*.
2. Tempatkan posisi jarum dial indikator pada pertengahan posisi horizontal dan vertikal pada bahan uji.

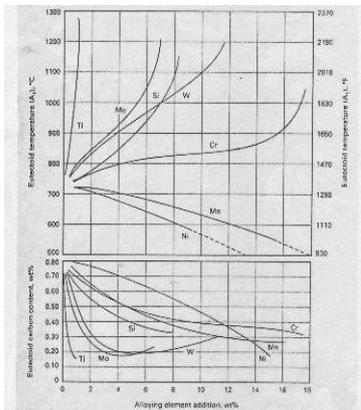
Tabel 2: Pengaruh unsur paduan terhadap perubahan temperatur transformasi  $\gamma-\alpha$  pada material 100MnCrW4



Gambar 1: Posisi jarum dial indikator pada pertengahan arah horisontal dan vertikal bahan uji

UNSUR	KOMPOSIS I (%)	TEMPERATUR UBAH $\gamma-\alpha$ ( $^{\circ}$ F)	PERUBAHAN TEMPERATUR ( $^{\circ}$ F)
		1340	0
Si	0,25	1355	15
Mn	1,10	1335	-5
Cr	0,55	1365	25
W	0,55	1395	55
Ni	0,20	1338	-2
Mo	0,06	1365	25
		JUMLAH	113

3. Putar bahan uji hingga jarum dial indikator menunjukkan posisi yang paling besar penyimpangannya
4. Gerakkan dial indikator sepanjang bahan uji menggunakan *carriage* mesin.



Gambar 3: Diagram pengaruh unsur paduan terhadap titik transformasi eutektoid [4]

Dari data di atas, temperatur titik ubah  $\gamma$ - $\alpha$  bergeser ke atas sebesar  $113^{\circ}\text{F}$  atau  $45^{\circ}\text{C}$ . Sehingga temperatur titik ubah bawah yang diambil sebesar  $45^{\circ}\text{C}$  di atas titik ubah baja tanpa paduan. Temperatur pengerasan terletak  $30^{\circ}\text{C}$  sampai  $50^{\circ}\text{C}$  di atas titik kritis bawah. Jadi temperatur pengerasan yang diambil antara  $(727 + 45 + 30)^{\circ}\text{C}$  sampai  $(727 + 45 + 50)^{\circ}\text{C}$  atau  $802^{\circ}\text{C}$  sampai  $822^{\circ}\text{C}$ . Temperatur *preheating*-nya diambil  $625^{\circ}\text{C}$ .

Proses perlakuan panas menggunakan tungku tahanan listrik. Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses *hardening* ini adalah sebagai berikut:

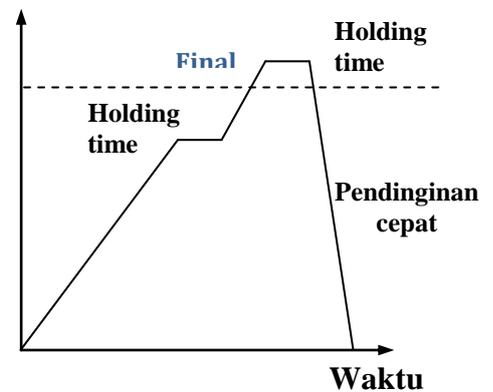
1. Persiapkan dapur pemanas dan bahan uji.  
Bahan uji disiapkan dengan mengikatnya terlebih dahulu dengan kawat baja. Tujuan pengikatan adalah memudahkan proses penanganan bahan uji sesaat akan diquenching.
2. Masukkan bahan uji ke dalam kotak yang diredam dengan arang kayu.  
Posisi penempatan bahan uji ke dalam kotak ini agak dimiringkan dengan tujuan mengurangi deformasi yang lebih besar pada bahan uji.



Gambar 4: Posisi penempatan bahan uji di dalam kotak

3. Hidupkan dan setting dapur pemanas. Adapun parameter setting dapur pemanas yang dimasukkan adalah:

- a. Temperatur awal diambil dari temperatur kamar yang ditunjukkan dalam layar monitor.
- b. Temperatur *preheating* disetting pada posisi  $625^{\circ}\text{C}$ .
- c. Waktu yang dibutuhkan dari temperatur awal ke temperatur *preheating* sekitar 1,5 jam sesuai dengan kemampuan dan kapasitas oven.
- d. Waktu penahanan *preheating* 1 jam.
- e. Temperatur akhir (*hardening*) diambil  $820^{\circ}\text{C}$ .
- f. Waktu yang dibutuhkan dari temperatur *preheating* ke temperatur akhir diambil 1 jam.
- g. Waktu penahanan pemanasan 2 jam.

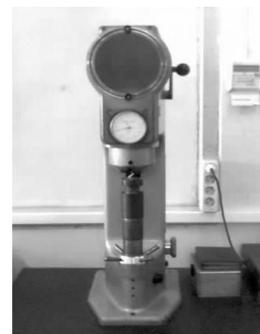


Gambar 5: Diagram proses pengerasan

4. Persiapkan media pendingin.
5. Setelah waktu penahanan pemanasan berjalan 2 jam, bahan uji dimasukkan ke dalam media *quenching* oli dengan cepat. Untuk bahan uji dengan media *quenching* udara menggunakan udara sembur.
6. Ambil bahan uji kemudian dan persiapkan untuk pengujian kelurusan, kekerasan dan mikro struktur.

### 2.5 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan yang dilakukan dalam penelitian ini ada dua metode pengujian kekerasan yang dilakukan yaitu metode uji kekerasan menurut Brinell dan metode uji kekerasan menurut Rockwell-C.



Gambar 6: Universal hardness tester

**2.6 Pengujian Mikro Struktur**

Pengujian mikro struktur atau metallographi dilakukan untuk melihat struktur mikro dan distribusi fasa-fasa dalam baja. Pengujian mikro ini dilakukan dengan alat metallurgical microscope up right.



Gambar 7: Metallurgical microscope up right

Pengambilan gambar struktur mikro harus dipilih sehingga mewakili bagian-bagian yang perlu untuk diteliti, sehingga mendapatkan informasi yang diperlukan untuk penyelidikan yang diperlukan. Langkah-langkah yang dilakukan sebelum pengujian adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan spesimen yang akan diuji.
2. Spesimen-spesimen tadi digerinda kemudian diampelas dengan urutan nomor ampelas dari yang paling kasar, yaitu no. 180, 240, 600, 800, 1000. Proses pengamplasan dilakukan di mesin amplas rotary.
3. Memoles spesimen hingga mengkilap, halus dan rata.
4. Mengetsa spesimen dengan cairan HNO<sub>3</sub> 3% selama ± 3-5 detik, lalu mencuci dengan air mengalir dan alkohol kemudian dikeringkan.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Data Awal Sebelum Pengujian**

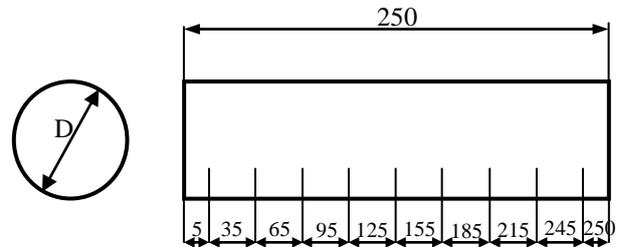
Data awal ini yaitu pengujian kelurusan bahan uji sebelum dilakukan proses hardening. Dari 10 pcs bahan uji terlebih dahulu dipisahkan dan ditandai bahan yang akan diuji dengan media *quenching* udara dan oli.

Dimensi bahan uji pada masing-masing media *quenching* udara dan oli tersebut adalah :

- □ □ □ 12 x 250 (1pcs)
- □ □ □ 17 x 250 (1pcs)
- □ □ □ 22 x 250 (1pcs)
- □ □ □ 27 x 250 (1pcs)
- □ □ □ 32 x 250 (1pcs)

Dimensi bahan uji ini diharapkan dapat mewaliki variasi ukuran yang sangat beragam sesuai dengan keperluan dan penggunaan material tersebut.

Pengujian kelurusan ini dilihat dari 9 posisi pengukuran yaitu dimulai dari jarak 5 mm dari ujung bahan uji kemudian dilanjutkan pada jarak 30 mm berikutnya. Sehingga posisi pengukuran yaitu pada jarak 5 mm, 35 mm, 65 mm, 95 mm, 125 mm, 155 mm, 185 mm, 215 mm dan 245 mm.



Gambar 8: Posisi pengukuran kelurusan bahan uji

Hasil pengukuran kelurusan awal ini dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 3: Penyimpangan kelurusan awal untuk media *quenching* udara

Dimensi	Jarak Pengukuran dari Ujung Bahan Uji (mm)								
	5	35	65	95	125	155	185	215	245
□ 12	0	0,04	0,08	0,11	0,14	0,16	0,13	0,10	0,07
□ 17	0	0,04	0,08	0,12	0,15	0,13	0,11	0,09	0,06
□ 22	0	0,04	0,08	0,12	0,15	0,14	0,12	0,10	0,08
□ 27	0	0,04	0,08	0,11	0,14	0,13	0,11	0,09	0,07
□ 32	0	0,03	0,06	0,09	0,12	0,10	0,08	0,06	0,04

Tabel 4: Penyimpangan kelurusan awal untuk media *quenching* oli

Dimensi	Jarak Pengukuran dari Ujung Bahan Uji (mm)								
	5	35	65	95	125	155	185	215	245
□ 12	0	0,06	0,11	0,16	0,20	0,17	0,14	0,10	0,05
□ 17	0	0,05	0,10	0,14	0,18	0,16	0,14	0,10	0,06
□ 22	0	0,05	0,09	0,13	0,17	0,15	0,13	0,10	0,06
□ 27	0	0,04	0,08	0,12	0,15	0,14	0,12	0,09	0,05
□ 32	0	0,04	0,08	0,12	0,15	0,13	0,10	0,07	0,04

**3.2 Data Kelurusan Setelah Proses *Hardening***

Setelah dilakukan proses *hardening* kemudian dilanjutkan dengan proses *quenching* dengan media *quenching* udara sembur dan oli. Dari pengukuran uji kelurusan setelah proses *hardening* didapat data-data penyimpangan kelurusan sebagai berikut :

Tabel 5: Penyimpangan kelurusan setelah proses *hardening* dengan media *quenching* udara

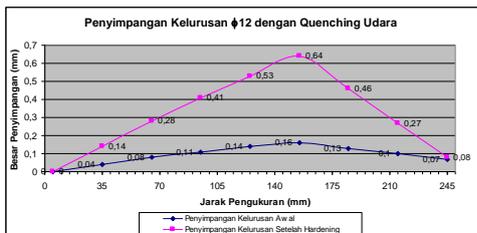
Dimensi	Jarak Pengukuran dari Ujung Bahan Uji (mm)								
	5	35	65	95	125	155	185	215	245
□ 12	0	0,14	0,28	0,41	0,53	0,64	0,46	0,27	0,08
□ 17	0	0,14	0,26	0,36	0,46	0,53	0,41	0,27	0,08
□ 22	0	0,12	0,24	0,34	0,42	0,46	0,35	0,22	0,07
□ 27	0	0,11	0,21	0,30	0,39	0,31	0,23	0,15	0,07

□ 32	0	0,09	0,18	0,25	0,31	0,25	0,19	0,12	0,04
------	---	------	------	------	------	------	------	------	------

Tabel 6: Penyimpangan kelurusan setelah proses hardening dengan media quenching oli

Dimensi	Jarak Pengukuran dari Ujung Bahan Uji (mm)								
	5	35	65	95	125	155	185	215	245
□ 12	0	0,56	1,08	1,56	1,86	1,98	1,44	0,80	0,08
□ 17	0	0,44	0,86	1,16	1,42	1,52	1,14	0,64	0,08
□ 22	0	0,38	0,65	0,85	1,03	1,11	0,86	0,54	0,10
□ 27	0	0,23	0,44	0,63	0,77	0,82	0,62	0,35	0,05
□ 32	0	0,20	0,39	0,55	0,69	0,58	0,43	0,25	0,03

Untuk mempermudah menganalisa data-data penyimpangan kelurusan tersebut, berikut ini akan ditampilkan dalam bentuk grafik. Pada grafik ini akan ditampilkan penyimpangan kelurusan awal dan penyimpangan kelurusan setelah proses hardening untuk masing-masing bahan uji.



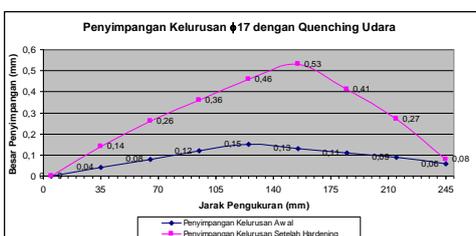
Gambar 9: Grafik penyimpangan kelurusan □ 12 x 250 dengan quenching udara

Dari grafik terlihat bahwa untuk bahan uji □ 12 x 250 dengan quenching udara penyimpangan kelurusan terbesarnya adalah  $0,64 - 0,16 = 0,48$  mm.



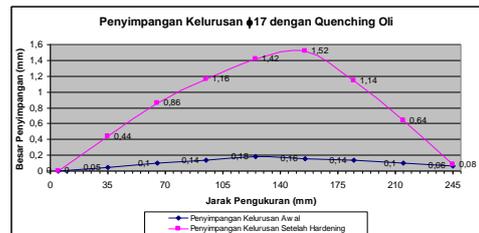
Gambar 10: Grafik penyimpangan kelurusan □ 12 x 250 dengan quenching oli

Dari grafik terlihat bahwa untuk bahan uji □ 12 x 250 dengan quenching oli penyimpangan kelurusan terbesarnya adalah  $1,98 - 0,17 = 1,81$  mm.



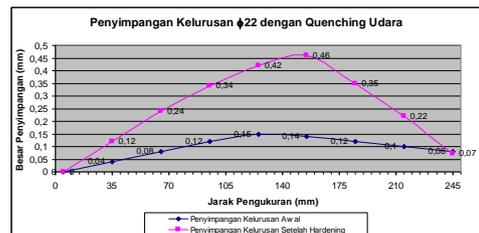
Gambar 11: Grafik penyimpangan kelurusan □ 17 x 250 dengan quenching udara

Dari grafik terlihat bahwa untuk bahan uji □ 17 x 250 dengan quenching udara penyimpangan kelurusan terbesarnya adalah  $0,53 - 0,13 = 0,4$  mm.



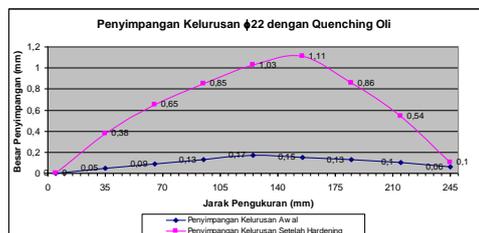
Gambar 12: Grafik penyimpangan kelurusan □ 17 x 250 dengan quenching oli

Dari grafik terlihat bahwa untuk bahan uji □ 17 x 250 dengan quenching oli penyimpangan kelurusan terbesarnya adalah  $1,52 - 0,10 = 1,42$  mm.



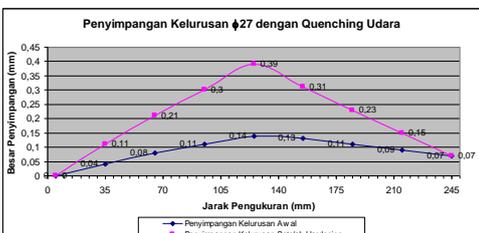
Gambar 13: Grafik penyimpangan kelurusan □ 22 x 250 dengan quenching udara

Dari grafik terlihat bahwa untuk bahan uji □ 22 x 250 dengan quenching udara penyimpangan kelurusan terbesarnya adalah  $0,46 - 0,14 = 0,32$  mm.



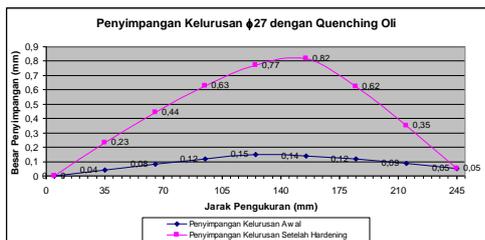
Gambar 14: Grafik penyimpangan kelurusan □ 22 x 250 dengan quenching oli

Dari grafik terlihat bahwa untuk bahan uji □ 22 x 250 dengan quenching oli penyimpangan kelurusan terbesarnya adalah  $1,11 - 0,15 = 0,96$  mm.



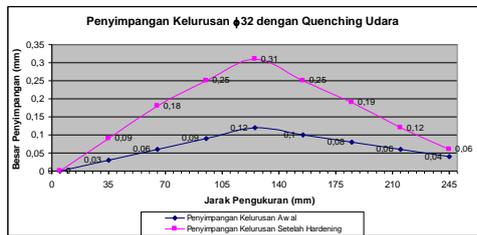
Gambar 15: Grafik penyimpangan kelurusan □ 27 x 250 dengan quenching udara

Dari grafik terlihat bahwa untuk bahan uji □ 27 x 250 dengan quenching udara penyimpangan kelurusan terbesarnya adalah  $0,39 - 0,14 = 0,25$  mm.



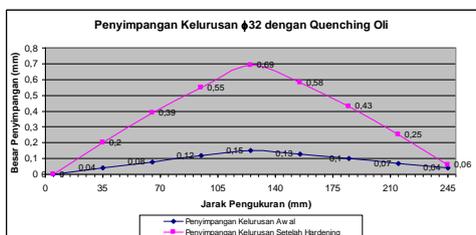
Gambar 16: Grafik penyimpangan kelurusan □ 27 x 250 dengan quenching oli

Dari grafik terlihat bahwa untuk bahan uji □ 27 x 250 dengan quenching oli penyimpangan kelurusan terbesarnya adalah  $0,82 - 0,14 = 0,68$  mm.



Gambar 17: Grafik penyimpangan kelurusan □ 32 x 250 dengan quenching udara

Dari grafik terlihat bahwa untuk bahan uji □ 32 x 250 dengan quenching udara penyimpangan kelurusan terbesarnya adalah  $0,31 - 0,12 = 0,19$  mm.

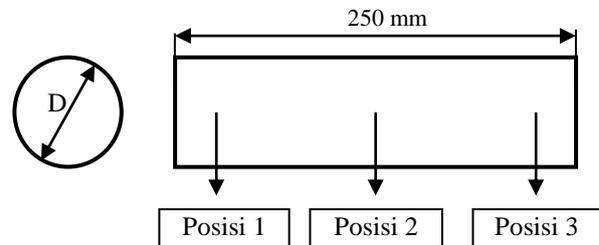


Gambar 18: Grafik penyimpangan kelurusan □ 32 x 250 dengan quenching oli

Dari grafik terlihat bahwa untuk bahan uji □ 32 x 250 dengan quenching oli penyimpangan kelurusan terbesarnya adalah  $0,69 - 0,15 = 0,54$  mm.

### 3.3. Data Harga Kekerasan Setelah Proses Hardening

Pengujian kekerasan ini diambil dari 3 posisi pengukuran yaitu 25 mm dari masing-masing ujung dan ditengah-tengah bahan uji.



Gambar 19: Posisi pengukuran kekerasan bahan uji

Data hasil pengujian kekerasan setelah proses hardening ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7: Harga kekerasan (HRC) proses hardening dengan quenching udara

No	Diameter Bahan Uji (D)	Posisi Pengukuran		
		Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3
1	□ 12	62	62	61
2	□ □ □ □	60,5	61	60
3	□ □ □ □	52	52	50
4	□ □ □ □	49	49	47
5	□ □ □ □	47	47	46,5

Tabel 8: Harga kekerasan (HRC) proses hardening dengan quenching oli

No	Diameter Bahan Uji (D)	Posisi Pengukuran		
		Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3
1	□ 12	67	67,5	66
2	□ □ □ □	66	66	65
3	□ □ □ □	66	65	64
4	□ □ □ □	69	69	68
5	□ □ □ □	66	66	64

### 3.4. Data Harga Kekerasan Setelah Tempering

Tempering dilakukan untuk menghindari tegangan dalam akibat pemanasan yang akan mengakibatkan specimen terdeformasi lebih lanjut atau menjadi retak. Oleh karena itu sesaat setelah proses hardening maka dilanjutkan dengan proses tempering.

Proses tempering pada bahan uji ini dilakukan pada temperatur 150°C dengan penahanan 1 jam. Harga kekerasan setelah proses tempering ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9: Harga kekerasan (HRC) proses

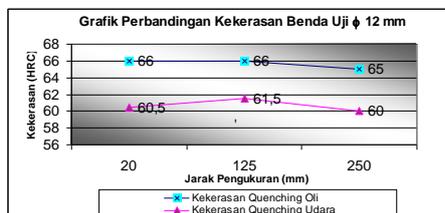
tempering 150°C dengan quenching udara

No	Diameter Bahan Uji (D)	Posisi Pengukuran		
		Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3
1	□ 12	60,5	61,5	60
2	□ □ □ □	59	60	59
3	□ □ □ □	50	50	49
4	□ □ □ □	48	48	46
5	□ □ □ □	46	46	45

Tabel 10: Harga kekerasan (HRC) proses tempering 150°C dengan quenching oli

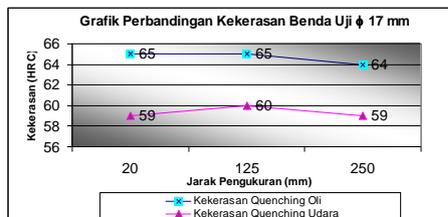
No	Diameter Bahan Uji (D)	Posisi Pengukuran		
		Posisi 1	Posisi 2	Posisi 3
1	□ 12	66	66	65
2	□ □ □ □	65	65	64
3	□ □ □ □	64,5	64,5	63
4	□ □ □ □	68	68	67
5	□ □ □ □	64	65	63

Untuk mempermudah menganalisa data-data perbandingan kekerasan bahan uji dengan media quenching udara dan oli, berikut ini akan ditampilkan dalam bentuk grafik. Pada grafik ini akan ditampilkan perbandingan kekerasan masing-masing bahan uji dengan media quenching udara dan oli setelah proses tempering.



Gambar 20: Grafik perbandingan kekerasan bahan uji □ 12 x 250 dengan quenching udara dan oli

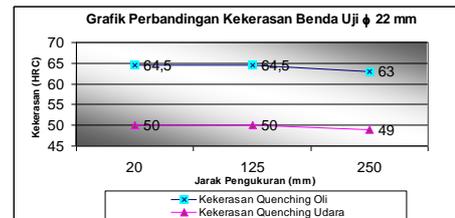
Dari grafik terlihat untuk bahan uji □ 12 x 250 harga kekerasannya relatif tinggi yaitu di atas 60 HRC baik untuk bahan uji yang diquenching dengan media oli ataupun udara.



Gambar 21: Grafik perbandingan kekerasan bahan uji □ 17 x 250 dengan quenching udara dan oli

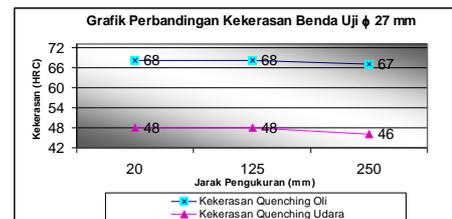
Dari grafik terlihat untuk bahan uji □ 17 x 250 harga kekerasannya masih relatif tinggi yaitu berkisar di atas 60 HRC. Pada media quenching udara harga kekerasannya

masih cukup tinggi yaitu 60 HRC sementara untuk media quenching oli harga kekerasannya masih stabil yaitu di atas 64 HRC.



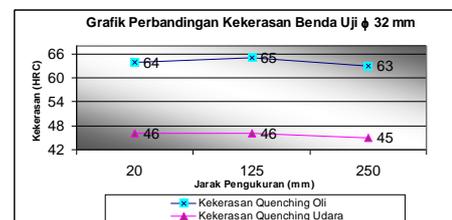
Gambar 22: Grafik perbandingan kekerasan bahan uji □ 22 x 250 dengan quenching udara dan oli

Dari grafik terlihat untuk bahan uji □ 22 x 250 harga kekerasan untuk media quenching oli relatif masih tinggi yaitu 64 HRC. Sementara pada media quenching udara harga kekerasannya turun cukup drastis yaitu sekitar 50 HRC.



Gambar 23: Grafik perbandingan kekerasan bahan uji □ 27 x 250 dengan quenching udara dan oli

Dari grafik terlihat untuk bahan uji □ 27 x 250 harga kekerasan untuk media quenching oli relatif masih tinggi. Sementara pada media quenching udara harga kekerasannya makin turun yaitu sekitar 48 HRC.



Gambar 24: Grafik perbandingan kekerasan bahan uji □ □ 2 x 250 dengan quenching udara dan oli

Dari grafik terlihat untuk bahan uji □ 32 x 250 harga kekerasan untuk media quenching oli relatif masih tinggi dan stabil. Sementara pada media quenching udara harga kekerasannya semakin turun yaitu sekitar 46 HRC.

### 3.6 Analisa Penyelesaian Masalah

Dari grafik penyimpangan kelurusan dan grafik perbandingan harga kekerasan di atas maka dapat diambil analisa akhir tentang karakteristik material menurut dimensi dan media *quenching* (perlakuan panasnya).

Bila ditinjau dari penyimpangan kelurusan bahan uji  $\square \square \square \square \times 250$  dan  $\square 17 \times 250$  yang *quenching* dengan media oli mempunyai penyimpangan kelurusan yang cukup besar yaitu di atas 1 mm. Sementara bila *quenching* dengan media udara penyimpangan kelurusannya kurang dari 0,5 mm.

Harga kekerasan untuk bahan uji  $\square 12 \times 250$  dan  $\square 17 \times 250$  relatif tinggi yaitu di atas 60 HRC baik untuk bahan uji yang *quenching* dengan media oli ataupun udara.

Untuk bahan uji  $\square 22 \times 250$ ,  $\square \square \square 27 \times 250$  dan  $\square \square 32 \times 250$  penyimpangan kelurusannya tidak terlalu signifikan baik yang *quenching* dengan media udara maupun oli yaitu kurang dari 1 mm. Sementara harga kekerasannya mengalami penurunan secara drastis mulai dari  $\square 22 \times 250$  bila *quenching* dengan media udara yaitu kurang dari 50 HRC.

Dari analisa di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk meminimalisir tingkat deformasi dan mendapatkan harga kekerasan di atas 60 HRC maka bahan uji dengan dimensi  $\square 12 \times 250$  dan  $\square 17 \times 250$  sebaiknya *quenching* dengan media udara sembur sementara bahan uji dengan dimensi  $\square 22 \times 250$ ,  $\square \square 27 \times 250$  dan  $\square 32 \times 250$  *quenching* dengan media oli.

#### 4. KESIMPULAN

1. Media *quenching* udara dapat meminimalisir tingkat deformasi material uji (100MnCrW4) tetapi harga kekerasan yang dicapai semakin turun dengan bertambahnya besarnya dimensi bahan uji.
2. Media *quenching* oli dapat menghasilkan harga kekerasan yang relatif stabil (di atas 60 HRC) pada material uji (100MnCrW4) tetapi tingkat deformasinya semakin besar jika dimensi bahan uji semakin kecil.
3. *Hardenability* material 100MnCrW4 cukup baik, hal ini terlihat pada media *quenching* udara dapat menghasilkan kekerasan di atas 60 HRC ( pada bahan uji  $\square 12 \times 250$  mm dan  $\square 17 \times 250$  mm ).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brooks, C.R, "Principle of the Heat Treatment of Plain Carbon and Low Alloy Steels," ASM International, 1996
- [2] Vlack, L.H.V, "Elements of Materials Science and Engineering," Addison-Wesley Publishing Company, 1980.
- [3] Neely, J, "Practical Metallurgy and Materials of Industry," Machine Technology Lane Community

- College, John Willey and Son.
- [4] ASM HandBook Vol 4, "Heat Treating," ASM International, 1991.
  - [5] Krämer, H and Scharnagl, J, "Pengetahuan Bahan untuk Industri," Katalis, 1994.
  - [6] Surdia T, Saito S, Pengetahuan Bahan Teknik, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 1992.