

PENGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP KEKERASAN BAJA (St. 42) DENGAN TEMPERATUR PEMANASAN 800°C, METODE BRINELL, DI LABORATORIUM UJI BAHAN POLITEKNIK NEGERI BALI

I Ketut Rimpung

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali
Bukit Jimbaran, PO Box 1064 Tuban Badung - Bali
Telp. (0361) 701981, Fax. (0361) 701128

Abstrak: Bahan teknik baja dihasilkan dari pengolahan bijih besi berturut-turut melalui: proses pendahuluan, proses peleburan di dalam dapur tinggi dan proses lanjutan pada *converter*. Baja sebagai bahan teknik konstruksi, ketahanannya terhadap beban luar sangat perlu untuk diketahui sebelum dipergunakan sebagai komponen mesin. Beban luar yang sering terjadi pada komponen mesin adalah beban: puntir, gesek, tarik, bengkok, dan beban tumbuk. Penelitian ini menganalisis kekerasan baja (St.42 standar) dibandingkan dengan baja jenis yang sama setelah mendapat perlakuan panas untuk dikeraskan maupun baja yang dilunakkan. Penelitian ini dilakukan di laboratorium uji bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali. Hasilnya menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara teori dibandingkan dengan fakta hasil pengujian yaitu; baja yang dikeraskan melalui pemanasan 800°C dan didinginkan cepat menggunakan air tawar, ternyata menjadi lebih ulet/lunak dibandingkan dengan baja (St.42standar), sedangkan baja yang dilunakkan hasil pengujiannya sesuai dengan teori.

Kata kunci : Bahan teknik, baja, perlakuan panas dan kekerasan.

EFFECT OF HEAT TREATMENT TO STEEL HARDNES DURABILITY (St. 42) WITH HEATING TEMPERATURE 800°C, BRINELL METHOD AT MATERIAL TESTING LABORATORY BALI STATE POLYTECHNIC

Abstract: *Steel is produced from the processes of iron ore. The process included initiation, melting, and advanced process. Melting process took place in Blasfurnice and the advanced process took place in a converter. As a construction material, its resistance to external loads shall be recognized prior to its usage as an engine component. External load frequently reveals on an engine are torsion, friction, tensile, bending and impact load. This research analyzed steel hardnes (St.42 standard) being compared to the same type of steel upon heat treatment to be hardened or softened. The research was done in the material testing laboratory, Mechanical Engineering Department, Politeknik Negeri Bali. The result showed that there was a discrepancy between theory and the fact of testing result. The steel hardened through heating until 800°C and cooled quickly with raw water became softer than steel (St 42 standard), and the steel softened fostered the same testing result as the theory.*

Keywords: *engineering materials, steel, heat treatment and hardness.*

1. PENDAHULUAN

Mesin/peralatan yang handal adalah sistem mesin/alat yang dapat menghasilkan proses kerja yang aman bagi operator dan lingkungannya pada waktu dioperasikan, terjamin keberlanjutannya dalam perawatan dan perbaikannya, serta menghasilkan produk yang kompetitif di pasaran, [7].

Untuk memenuhi kriteria di atas maka pemilihan bahan untuk komponen mesin/alat harus tepat sesuai dengan peruntukan dan ketahanannya terhadap beban berdasarkan sifat-sifat mekanisnya. Sifat-sifat mekanis bahan/baja dapat diketahui melalui beberapa proses pengujian di laboratorium pengujian bahan, [3]. Pengujian bahan/baja yang umum dan demonstratif adalah pengujian kekerasan yang dapat memberikan informasi mengenai sifat mekanis baja tentang ketahanan gesek yang dapat diterimanya, [4]. Pengujian kekerasan memberikan informasi tentang kekerasan permukaan baja maksimum (*the ultimate shearing stress*), [2].

Proses pengujian kekerasan dilakukan pada mesin yang dirancang khusus yang dapat melakukan pengujian kekerasan dengan metode; Brinell, Vickers dan Rockwell pada benda uji, [4]. Ketiga jenis metode pengujian kekerasan ini menggunakan penetrator yang berbeda. Demikian juga, besarnya beban yang diberikan setiap metode pengujian ini harus sesuai dengan tabel pembebanannya masing-masing. Namun, lamanya waktu penekanan untuk ketiga jenis metode pengujian ini sama yaitu ditetapkan selama limabelas detik, walaupun proses pemberian bebannya berbeda-beda satu sama lainnya.

Penelitian ini bertujuan menganalisis kekerasan baja St.42 standar dibandingkan baja St.42 yang di-*heat treatment*. atau yang mendapat perlakuan panas. Kekerasan adalah kemampuan suatu bahan untuk tahan terhadap suatu penetrasi atau daya tembus dari benda lain yang lebih keras. Kekerasan dari suatu bahan sebagian besar dipengaruhi oleh unsur-unsur paduannya. Karbon dalam besi secara pasti mempengaruhi kualitas baja dan kekerasan baja yang dibutuhkan dapat dicapai dengan perlakuan panas.[4].

Penelitian ini menggunakan pengujian kekerasan dengan rumus pada metode Brinell dan berdasarkan teori-teori teknologi bahan, [6]. Pengujian dengan metode Brinell terdiri dari pemberian beban dari suatu bola baja yang berdiameter D , dengan beban F terhadap benda kerja. Dengan mengukur diameter rata-rata dari indentasi pada permukaan benda uji setelah beban dilepaskan atau dihilangkan. Kekerasan Brinell atau hardness Brinell (HB) merupakan hasil bagi yang didapatkan dari pembagian beban F (Kg) dengan kurva luas permukaan indentasi (mm^2) di mana kurva permukaan tersebut dianggap sebagai bagian dari bola baja yang berdiameter D (mm) tadi.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Proses Penelitian

Penelitian ini dilakukan bekerja sama dengan mahasiswa yang melakukan kegiatan praktikum uji bahan pada semester empat di Laboratorium Uji Bahan dan Metrologi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali. Mahasiswa dibagi menjadi empat kelompok dan setiap kelompoknya terdiri dari enam sampai tujuh mahasiswa. Setiap kelompok diberikan ketiga jenis benda uji yaitu benda uji standar, hardening dan anaeling, masing-masing satu buah. Setiap kelompok menguji setiap benda uji sebanyak lima kali. Jadi, setiap benda uji mendapat pengujian sebanyak duapuluh kali.

Proses penelitian ini dilakukan melalui dua tahap yaitu: tahap pertama persiapan benda uji termasuk memperlakukan panas terhadap benda uji dan tahap kedua yaitu pengambilan data pada mesin uji kekerasan. Pekerjaan persiapan dimaksudkan untuk mendapatkan permukaan benda uji yang halus dan rata. Sedangkan perlakuan panas terhadap benda uji di dalam dapur pemanas dimaksudkan untuk memperkeras dan atau memperlunak benda uji dibandingkan dengan benda uji yang standar.

Penelitian ini menguji tiga jenis benda uji yaitu; standar, keras, dan lunak masing-masing sebanyak duapuluh kali pada masing-masing benda uji. Pengujian kekerasan ini dilakukan dengan metode Brinell, menggunakan mesin uji kekerasan *Precision Hardness Tester-GNEM OM-150* dan perlengkapannya. Penelitian ini menguji dengan merusak benda uji melalui penekanan permukaan benda uji menggunakan penetrator bola baja khusus. Jadi, pengujian benda uji menggunakan penetrator yang dipasang pada rumahnya ditekankan secara langsung terhadap benda uji standar maupun yang dikeraskan dan yang dilunakkan, [11]. Benda uji diuji sebanyak masing-masing duapuluh kali pada mesin uji kekerasan.

Proses pengujian mulai dari memasang penetrator bola baja khusus diameter 2,5 mm dan mengatur pembebanan pada 187,5 Kgf. *Input* beban diberikan dengan memutar *handwheel*, sesuai standar pengoperasian baku. Pembebanan tersebut dilakukan selama 15 detik, kemudian handel dikembalikan ke posisi awal. Akibat penekanan pada benda uji terjadi indentasi yang berbentuk bulat. Bayangan indentasi dapat dilihat pada monitor. Diameter bayangan indentasi pada monitor diukur menggunakan penggaris yang sesuai dengan lensa pemantul cahaya yaitu lensa dan penggaris pengukur dengan pembesaran limapuluh kali. Dari pengukuran ini didapat besaran $d1$ dan $d2$, kemudian dirata-ratakan untuk mendapatkan besaran d . Demikian proses pengujian dilakukan masing-masing lima kali terhadap setiap benda uji secara

teliti sampai selesai, [5]. Input beban diberikan melalui *handel* pemberi beban pada mesin dalam waktu 15 detik. Demikian, proses pengujian dilakukan secara teliti dan berulang masing-masing sebanyak duapuluh kali pada setiap benda uji sampai selesai.



Gambar 1. Tim Pengambilan Data

2.2 Parameter yang diamati

Pengujian menggunakan *Precision Hardness Tester-GNEM OM-150* mendapatkan data primer berupa besarnya diameter indentasi yang terjadi pada permukaan benda uji sesuai dengan metode Brinell tentunya sesuai dengan keperluan penelitian. Metode pengujian Brinell, data yang didapatkan adalah besaran diameter indentasi baik diameter pada bidang horizontal maupun diameter pada bidang vertikal. Dimensi diameter horizontal dan vertikal dirata-ratakan untuk menghitung besarnya nilai kekerasan Brinell. Data lain yang diperlukan dihitung dengan menggunakan rumus-rumus yang relevan seperti di bawah ini, [5]. Kekerasan Brinell (HB) dihitung dengan rumus:

$$HB = \frac{\text{Beban pengujian}}{\text{Luas permukaan indentasi}}$$

$$= \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Dimana:

- HB= Kekerasan Brinell (Kgf/mm²)
- F = Beban yang diberikan (Kgf)
- D = Diameter penetrator (mm)
- d = Diameter indentasi (mm)

Selanjutnya, dari hasil perhitungan dibuatkan tabel masing-masing bahann benda uji,[8].

Ketebalan minimum benda uji adalah 8 x h. Dimana

h dihitung dengan rumus; $h = \frac{F}{d.HB}$

Dimana:

- h = kedalaman indentasi (mm)
- F = Beban yang diberikan (Kgf)
- d = diameter indentasi minimum (mm)
- Hb= Kekerasan Brinell minimum(Kgf/mm²)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan secara teliti dan sistimatis mulai dari pengujian benda uji St.42 standar, St.42 perkersan dan St.42 pelunakan. Hasil pengujian yang dilakukan masing-masing jenis benda uji sebanyak duapuluh kali, dicatat dan diolah dengan rumus yang sesuai kemudian dimasukkan ke dalam tabel-tabel seperti di bawah ini.

- Benda uji I : St.42(Standard)
- Diameter x Tebal : 6.29 mm X 31.27 mm
- Beban Pengujian :187,5 Kgf
- Penetrator : Baja diameter 2,5mm
- Waktu pembebanan :15 detik
- Percobaan Kekerasan : Brinell

Tabel 1. Kekerasan Baja St.42 Standard

No	Bahan St.42	Indentasi (mm)			HB (Kg/mm ²)
		d1	d2	d	
I.	Standar				
	Percobaan 1.	1,45	1,45	1,45	103,0220
	Percobaan 2.	1,47	1,47	1,47	99,9200
	Percobaan 3.	1,47	1,47	1,47	99,9200
	Percobaan 4.	1,45	1,45	1,45	103,0220
	Percobaan 5.	1,47	1,47	1,47	99,9200
	Percobaan 6.	1,45	1,45	1,45	103,0220
	Percobaan 7.	1,47	1,47	1,47	99,9200
	Percobaan 8.	1,47	1,47	1,47	99,9200
	Percobaan 9.	1,45	1,45	1,45	103,0220
	Percobaan 10.	1,47	1,47	1,47	99,9200
	Percobaan 11.	1,45	1,45	1,45	103,0220
	Percobaan 12.	1,47	1,47	1,47	99,9200
	Percobaan 13.	1,47	1,47	1,47	99,9200
	Percobaan 14.	1,45	1,45	1,45	103,0220
	Percobaan 15.	1,47	1,47	1,47	99,9200
	Percobaan 16.	1,45	1,45	1,45	103,0220
	Percobaan 17.	1,47	1,47	1,47	99,9200

	Percobaan 18.	1,47	1,47	1,47	99,9200
	Percobaan 19.	1,45	1,45	1,45	103,0220
	Percobaan 20	1,47	1,47	1,47	99,9200

Sumber: Data pengujian Standar yang diolah.

Benda uji II : St.42(Hardening)
 Diameter x Tebal : 6.29 mm X 31.27 mm
 Beban Pengujian :187,5 Kgf
 Penetrator : Baja diameter 2,5mm
 Waktu pembebanan :15 detik
 Percobaan Kekerasan : Brinell

Tabel 2. Kekerasan Baja St.42 Herdening

No	Bahan St.42	Indentasi (mm)			HB (Kg/mm ²)
		d1	d2	d	
II.	Hardening				
	Percobaan 1.	1,56	1,56	1,56	87,3841
	Percobaan 2.	1,55	1,55	1,55	88,6657
	Percobaan 3.	1,55	1,55	1,55	88,6657
	Percobaan 4.	1,58	1,58	1,58	84,8704
	Percobaan 5.	1,55	1,55	1,55	88,6657
	Percobaan 6.	1,56	1,56	1,56	87,3841
	Percobaan 8.	1,55	1,55	1,55	88,6657
	Percobaan 9.	1,55	1,55	1,55	88,6657
	Percobaan 10.	1,58	1,58	1,58	84,8704
	Percobaan 11.	1,55	1,55	1,55	88,6657
	Percobaan 12.	1,56	1,56	1,56	87,3841
	Percobaan 13.	1,55	1,55	1,55	88,6657
	Percobaan 14.	1,55	1,55	1,55	88,6657
	Percobaan 15.	1,58	1,58	1,58	84,8704
	Percobaan 16.	1,55	1,55	1,55	88,6657
	Percobaan 17.	1,56	1,56	1,56	87,3841
	Percobaan 18.	1,55	1,55	1,55	88,6657
	Percobaan 19.	1,55	1,55	1,55	88,6657
	Percobaan 20.	1,58	1,58	1,58	84,8704

Sumber: Data pengujian Standar yang diolah.

Benda uji III : St.42(Anaeling)
 Diameter x Tebal : 6.29 mm X 31.27 mm
 Beban Pengujian :187,5 Kgf
 Penetrator : Baja diameter 2,5mm
 Waktu pembebanan :15 detik
 Percobaan Kekerasan : Brinell

Tabel 3. Kekerasan Baja St.42 Anaeling,

No	Bahan St.42	Indentasi (mm)			HB (Kg/mm ²)
		d1	d2	d	
III.	Anaeling				
	Percobaan 1.	1,65	1,65	1,65	76,7826
	Percobaan 2.	1,60	1,60	1,60	82,4594
	Percobaan 3.	1,62	1,62	1,62	79,0767
	Percobaan 4.	1,60	1,60	1,60	82,4594
	Percobaan 5.	1,62	1,62	1,62	79,0767
	Percobaan 6.	1,65	1,65	1,65	76,7826
	Percobaan 7.	1,60	1,60	1,60	82,4594
	Percobaan 8.	1,62	1,62	1,62	79,0767
	Percobaan 9.	1,60	1,60	1,60	82,4594
	Percobaan 10.	1,62	1,62	1,62	79,0767
	Percobaan 11.	1,65	1,65	1,65	76,7826
	Percobaan 12.	1,60	1,60	1,60	82,4594
	Percobaan 13.	1,62	1,62	1,62	79,0767
	Percobaan 14.	1,60	1,60	1,60	82,4594
	Percobaan 15.	1,62	1,62	1,62	79,0767
	Percobaan 16.	1,65	1,65	1,65	76,7826
	Percobaan 17.	1,60	1,60	1,60	82,4594
	Percobaan 18.	1,62	1,62	1,62	79,0767
	Percobaan 19.	1,60	1,60	1,60	82,4594
	Percobaan 20	1,62	1,62	1,62	79,0767

Sumber: Data pengujian Standar yang diolah.

3.2 Pembahasan

Selanjutnya dari masing-masing data pada tabel-tabel ketiga pengujian di atas, dihitung kekerasan rata-rata masing-masing benda uji. Sehingga, didapat: Kekerasan St.42Standar =101,1608 Kg/mm² Kekerasan St.42 Hardening = 87,65032 Kg/mm², dan Kekerasan St.42 Anaeling =79,97096 Kg/mm².

Ketebalan minimum benda uji dihitung dengan

$$\text{rumus } h = \frac{F}{d.HB} = 1,617 \text{ mm.}$$

Jadi ketebalan benda uji sudah memenuhi, Karena ketebalan benda uji= 31,27 mm.

Data hasil perhitungan dengan menggunakan rumus yang relevan ketiga jenis benda uji di atas, terjadi perbedaan dan perubahan sifat-sifat mekanis yaitu kekerasan masing-masing benda uji. Ternyata benda uji yang mendapat perlakuan panas baik yang dikeraskan maupun yang dilunakkan kekerasannya

menurun dibandingkan dengan kekerasan benda uji standard.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data dapat disimpulkan bahwa:

1. Baja St.42 Hardening yang dikeraskan dengan pemanasan sampai 800°C dan didinginkan cepat menggunakan air tawar ternyata menjadi lebih ulet/lunak dibandingkan dengan baja St.42 Standar. Terbukti dari angka kekerasan St.42 Hardening = 87,65032 Kg/mm², sedangkan kekerasan St.42 Standar = 101,1608 kg/mm². Hal ini menunjukkan perbedaan dengan teori perkerasan logam, dimana logam yang dikeraskan semestinya menjadi lebih keras dari logam yang standar.
2. Baja St.42 Annaeling yang dilunakkan dengan pemanasan sampai 800°C dan didinginkan lambat di dalam dapur, menjadi lebih ulet/lunak dibandingkan dengan baja St.42 Standar maupun dengan baja St.42 Hardening. Hal ini terbukti dari hasil penelitian St.42 Annaeling = 79,97096 Kg/mm², jauh lebih lunak dari St.42 Standar, maupun St.42 Hardening. Hal ini menunjukkan adanya kesesuaian dengan teori pelunakkan logam.

4.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan penelitian terhadap benda uji yang sama pada jenis pengujian kekerasan dengan metode lainnya, yaitu metode Vickers maupun Rockwell.
2. Perlu dilakukan pengujian benda uji yang dipanaskan lebih tinggi secara bertahap pada pengujian kekerasan yang sama.
3. Perlu dilakukan pengujian dengan metode yang ada dengan lamanya waktu penekanan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad, Zainun. 1999. *Elemen Mesin 1*, Bandung : PT. Refika Aditama.
- [2] Daniel A Brant. 1985. *Metallurgy Fundamentals*, Industrial Technology Division western Wisconsin Technical Institute. South Holland Illinois.
- [3] Daryanto. 1997. *Fisika Teknik*, Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- [4] Tim Laboratorium Uji Bahan dan Metrologi 2015. *Jobsheet Uji Kekerasan*, Badung, Bali, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali
- [5] John E Neely. 1984. *Practical Metallurgy and Material of Industry*. Second Edition.
- [6] Khurmi, R.S dan J.K. Gupta. 1982. *A Text Book of Machine Design*, New Delhi : Eurasia Publishing House Ltd.
- [7] Moh. Pambudu Tika, 2006. *Metode Riset Bisnis*. PT Bumi Aksara, Jakarta. 13220.
- [8] Setiawan, F.D. 2008. *Perawatan Mekanikal Meain Produksi*, Yogyakarta. Maximus.
- [9] Sularso, Kiyokaysu Suga. 1990. *Dasar Perencanaan Mesin dan Perencanaan Elemen Mesin*. Jakarta. PT. Pradnya Paramita.
- [10] Universitas Udayana Denpasar, 2008. *Pedoman Penulisan Usulan Penelitian, Tesis, dan Disertasi*. Penerbit Program Pascasarjana.