

## PENGARUH DEFORMASI BERTAHAP ROLLING TERHADAP KEKERASAN BAJA TAHAN KARAT AUSTENITIK 304 UNTUK KEPERLUAN KONSTRUKSI

*Juwarin, MOS Aritonang, Dadang Suyadi S*

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data secara empirik tentang pengaruh deformasi bertahap rolling terhadap nilai kekerasan baja tahan karat Austenitik 304 untuk keperluan konstruksi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental. Kelompok eksperimen adalah 3 perlakuan, yakni: deformasi rolling 12%, 25% dan 50%.

Instrumen penelitian adalah mesin uji kekerasan Brinell, mesin rolling untuk proses deformasi dan mikroskop elektron untuk pengujian metalografi. Uji persyaratan analisis yang digunakan adalah uji Chi Kuadrat untuk data normalitas dan homogenitas. Pengujian metalografi menunjukkan adanya perbedaan yang spesifik antara struktur logam pada masing-masing spesimen yang mengalami deformasi rolling setelah pengujian kekerasan bahan.

Hasil penelitian adalah terdapat pengaruh deformasi bertahap rolling terhadap nilai kekerasan bahan bagi keperluan konstruksi.

**Kata Kunci:** *baja tahan karat*

### PENDAHULUAN

Baja adalah suatu bahan dengan sama besar, terdiri atas Ferrum Fe dalam bentuk hublur dan 0,04-1,6% zat Carbon yang didapat dengan jalan membersihkan bahan pada temperatur sangat tinggi dengan menggunakan beberapa proses dari sebagian besar besi kasar, di hasilkan oleh dapur tanur tinggi. [Potma,A.P. dan De Vries,J.E.,1991, h.21]

Secara umum terdapat 3 jenis baja tahan karat, yaitu: baja tahan karat feritik, baja tahan karat martensitik, baja tahan karat Austenitik dan baja tahan karat *precipitation hardening* PH paduannya. Diantara keempat jenis baja tahan karat tersebut, yang sering di gunakan adalah tiga tipe yang pertama.

*Juwarin*  
Alumni Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Jakarta, 13220

*MOS Aritonang, Drs*  
Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Jakarta, 13220

*Dadang Suyadi S. Drs. MPd*  
Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Negeri Jakarta, 13220

Pada penelitian ini spesimen yang dipakai adalah baja tahan karat Austenitik 304. Baja tipe ini lebih baik karena sifat mampu las (*weldability*) yang lebih baik dan ketahanan korosi yang lebih baik dari baja anti karat jenis feritik dan martensitik.

Baja tahan karat Austenitik lebih tahan karat dibanding dengan baja tahan karat martensitik dan feritik. Hal ini disebabkan baja tahan karat Austenitik memiliki kadar khrom yang lebih besar. Unsur khrom ini membentuk lapisan lindung khrom Oksida Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pada permukaan sehingga tahan karat.

Pada penelitian ini spesimen yang dipakai adalah baja tahan karat Austenitik 304. Baja tipe ini lebih baik karena sifat mampu las (*weldability*) yang lebih baik dan ketahanan korosi yang lebih baik dari baja anti karat jenis feritik dan martensitik.

Baja tahan karat Austenitik lebih tahan karat dibanding dengan baja tahan karat martensitik dan feritik. Hal ini disebabkan baja tahan karat Austenitik memiliki kadar khrom yang lebih besar. Unsur khrom ini membentuk lapisan lindung khrom Oksida Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pada permukaan sehingga tahan karat.

Fasa adalah bagian dari sistem yang homogen secara fisis. Pada baja apabila mendapat perlakuan keras menyebabkan perubahan struktur. Baja Tahan Karat Austenitik mempunyai kekuatan statik dan dinamik, ulet, mudah diolah, tahan korosi dan mempunyai sifat elektromagnet agar dapat dipakai sebagai bahan untuk konstruksi.

Kekerasan *hardness* didefinisikan sebagai ketahanan bahan terhadap penetrasi pada permukaannya. Prinsip percobaan pada uji kekerasan adalah ketahanan material tersebut terhadap gaya penekanan dari material lain yang lebih keras. Penekanan tersebut dapat berupa mekanisme penggesekan *stretching*, pantulan ataupun indentasi penekanan dengan bola baja keras dari material keras terhadap suatu permukaan benda uji. Metode indentasi yang banyak digunakan pada percobaan sampel yang kecil, dan umumnya berupa metode Brinell, Vickers dan Rockwell.

Pada baja tahan karat Austenitik 304 mempunyai karakteristik terhadap kekuatan tarik *tensile strenght*, kekuatan luluh *yield strenght* dan pertambahan panjang *elongation strenght*. [ASM International, 1996, h.46.]

Tabel 1 : Karakteristik baja tahan karat Austenitik 304

<i>Hardness</i>	Rockwell Hard	81 HRB
<i>Tensile Strength</i>	Mpa	586
<i>Yield Strength</i>	0,2%	241Mpa, 35 Ksi
<i>Reductin of Area</i>	%	70,0
<i>Elongation</i>	In 50,8 mm %	60

Karena nilai kekerasan pada HRB, maka dikonversikan ke dalam daftar *Brinell* sesuai dengan *Brinell Hardness Number and Conversion Table Ha nd Book of Metalurgi*, h.29

Tabel 2. Nilai Kekerasan pada HRB

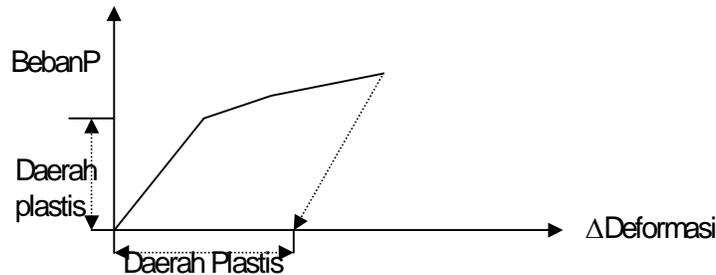
HRB	HBN	PKg	D(mm)	dmm
81	146	3000	10	4,95
81	146	750	5	2,475
81	146	187,5	2,5	1,236

Jika sebuah Gaya dikerjakan pada sebuah batang menyebabkan batang tersebut berubah bentuk mengalami deformasi. Deformasi yang dialami oleh sampel besi baja tahan karat Austenitik 304 adalah deformasi plastis, karena prinsip dasar pengerjaan logam adalah melakukan perubahan bentuk pada benda kerja dengan cara memberikan gaya luar.

Menurut hukum Hooke: [Lawrenceh,& Van Vlack 1995, h.8]

$$= E \cdot \epsilon$$

Ini adalah hukum dasar Elastisitas. E disebut modulus eelastisitas dan merupakan sifat tiap-tiap bahan. Jika bahannya berbeda, maka akan didapatkan sebuah perilaku elastis dengan modulus elastisitas E yang berbeda pula.



Gambar 1. Diagram Deformasi.

Sumber: Drs. Daryanto, Mekanika Bangunan, Jakarta: Bumi Aksara, 1994, h.3.

Pada deformasi yang akan dilakukan terhadap benda uji, menggunakan penempaan rol. Batang besi yang pendek dikecilkan penampangnya dengan mesin rolling. Akibat dari deformasi yang bertahap menyebabkan perubahan bentuk serta mengalami perubahan ketebalan dan nilai kekerasan dari benda uji.

Konstruksi berasal dari bahasa belanda *constructie* yang artinya struktur dan dari bahasa Inggris *construction* yang artinya pembangunan.

Proses konstruksi suatu bangunan pada hakekatnya merupakan rangkaian kegiatan-kegiatan yang berdasarkan pada sistem rekayasa *engineering system* konstruksi, yang bersifat unik atau khas untuk setiap proyek.

Baja konstruksi mencakup 90 % dari seluruh pembuatan baja. Baja konstruksi digunakan untuk pembuatan batang baja, baja profil untuk segala jenis konstruksi jembatan, menara, bangunan tinggi, baja beton, lembar-lembar, pipa, kawat dan bagian mesin yang terbuat dari baja dituang, ditempa, dikempa.

Atas dasar itulah, maka perlu dilakukan suatu penelitian yang mampu menjelaskan secara konseptual dan operasional terhadap kekerasan apabila mendapat perlakuan berupa deformasi bertahap.

Berdasarkan kajian teori dan kerangka berpikir yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut: Terdapat pengaruh yang signifikan deformasi bertahap rolling terhadap kekerasan pada baja tahan karat Austenitik 304 untuk keperluan konstruksi.

## METODA

Metoda yang akan dipergunakan dalam penelitian ini adalah metoda eksperimental. Metoda eksperimental adalah metode yang bertujuan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab-akibat serta berapa besar hubungan sebab-akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimen dan menyediakan kontrol untuk perbandingan. [Nazir,Moh., 1988,h.75]. Pengujian yang dilakukan meliputi uji keras bertujuan untuk mengetahui derajat kekerasan dari suatu logam.

Pengertian umum kekerasan ialah penolakan suatu badan bahan melawan desakan suatu badan lainnya. Derajat kekerasan diungkapkan dalam angka kekerasan yang berlainan untuk setiap cara. Pengujian kekerasan memiliki keunggulan berupa kenyataan bahwa disini benda yang diuji tidak dihancurkan. Percobaan uji kekerasan brinell sesuai dengan standar SNI-19-0405-1989-Ed 1-3.

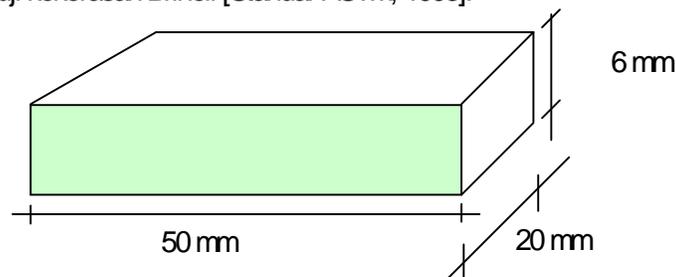
Pengujian metalografi bertujuan untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada setiap sampel setelah mendapat beberapa perlakuan, seperti pemanasan dan pendinginan serta deformasi rolling. Dalam pengujian ini sesuai dengan standar SNI 07-1333-1989 Ed 1-3.

Standar spesimen uji yang digunakan adalah normalisasi Belanda N 713,yaitu :

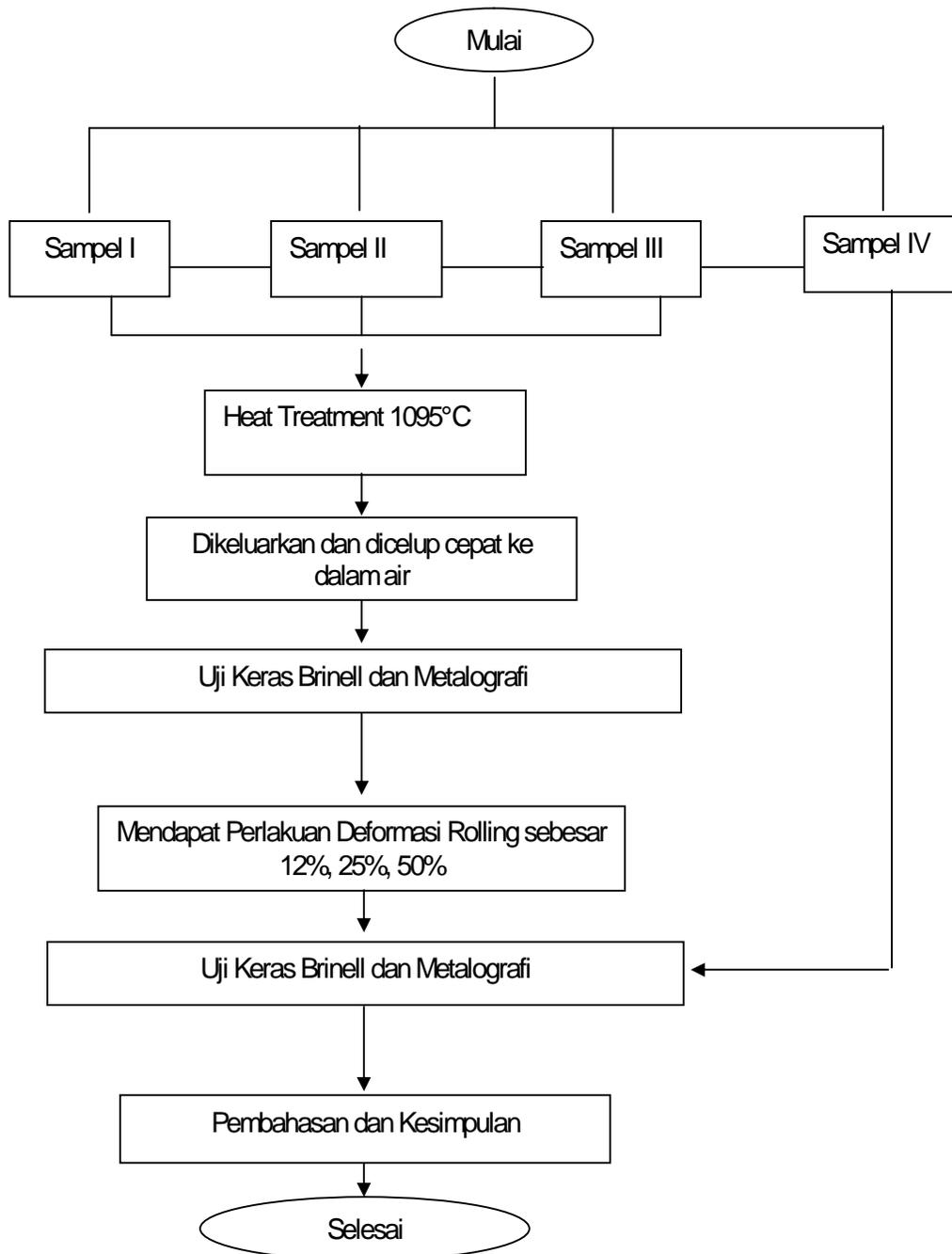
Tabel 1. Tebal baja pada pengujian kekerasan Brinell.

Tebal Benda Percobaan	Diatas 6 mm	6-3 mm	Dibawah 3 mm
Garis Tengah Peluru	10 mm	5 mm	2,5 mm
Beban dari Peluru	3000 kg	750 kg	187,5 kg

Bentuk spesimen yang digunakan dalam percobaan ini tidak ada bentuk standar atau ukuran pada uji kekerasan Brinell [Standar ASTM, 1993].



Gambar 2. Sampel untuk Uji Kekerasan Brinell



Gambar 3. Skema Langkah percobaan penelitian

Persyaratan yang harus dipenuhi sebelum sampai pada analisis data antara lain adalah uji normalitas dan uji homogenitas.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

1. Hasil nilai rata-rata kekerasan Brinell Baja Tahan Karat Austenitik 304 pada sampel IV, sebanyak 3 spesimen adalah :148,863 Kg/mm<sup>2</sup>.
2. Hasil rata-rata nilai kekerasan Brinell pada sampel I,II III, setelah mendapat perlakuan *Heat Treatment* dan *Quenching*,sebanyak 9 spesimen adalah 146,115 kg/mm<sup>2</sup>.
3. Hasil rata-rata nilai kekerasan Brinell pada sampel I setelah mendapat perlakuan deformasi rolling sebesar 12%, sebanyak 3 spesimen adalah 154,765 kg/mm<sup>2</sup>.
4. Hasil rata-rata nilai kekerasan Brinell pada sampel II setelah mendapat perlakuan deformasi rolling sebesar 25%, sebanyak 3 spesimen adalah 161,399 kg/mm<sup>2</sup>.
5. Hasil rata-rata nilai kekerasan Brinell pada sampel III setelah mendapat perlakuan deformasi rolling sebesar 50%, sebanyak 3 spesimen adalah 165,301 kg/mm<sup>2</sup>.

Dalam pengujian eksperimen murni ini digunakan uji normalitas Chi Kuadrat  $X^2_{hitung} = 4,7$ . Dari daftar distribusi Chi Kuadrat dengan derajat kebebasan  $dk=1$  dengan taraf nyata  $\alpha = 0.01$  diperoleh nilai  $X^2_{0,991}=6,63$  sehingga  $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$ . Hipotesis nol diterima dan populasi berdistribusi normal.

Dalam penelitian eksperimen murni ini digunakan uji homogenitas bartlett didapat nilai  $X^2_{hitung} = 3,4217$ .

Berdasarkan daftar distribusi chi kuadrat dengan  $dk = 2$  dan taraf nyata adalah 0,01 maka didapat:  $X^2_{0,992}= 9,21$ . Jadi,  $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$  atau  $X^2_{hitung} < X^2_{0,992}$ .

Sehingga hipotesis  $H_0 : r_1^2 = r_2^2 = r_3^2$  diterima dalam taraf nyata 0,01 dan varians bersifat homogen.

Pengujian hipotesis digunakan uji Anava, maka dibuatlah daftar data sampel dari 9 buah spesimen yang telah diuji kekerasan bahannya yang telah melalui deformasi rolling.

$$F_{hitung} = \frac{85,125}{1,4266} = 59,67. \text{ Dengan taraf signifikan } 0,01, \text{ dk pembilang } 2 \text{ dan}$$

penyebut adalah 6 maka nilai untuk  $F_{0,992}$  adalah 10,92. Sehingga didapatkan  $F_{hitung} > F_{tabel}$  berarti  $H_0$  ditolak dan menerima  $H_1$ .

Dengan demikian hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga perubahan deformasi rolling tersebut memberikan pengaruh terhadap uji kekerasan bahan.

Jadi, hipotesis  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$  diterima dengan taraf nyata 0,01. Ketiga macam deformasi bertahap tersebut menyebabkan nilai kekerasan menjadi bertambah besar. Dengan kata lain, ketiga perlakuan deformasi rolling tersebut sama efektifnya dan akan memberikan hasil yang secara nyata tidak berbeda bagi keperluan konstruksi.

## Pembahasan

Secara umum, proses deformasi bertahap rolling memberikan pengaruh terhadap nilai kekerasan baja. Oleh karena itu pengaturan metode, suhu pemanasan dan pendinginan yang tepat akan menentukan karakteristik sifat dan struktur bahan yang dihasilkan.

Karakteristik dan struktur bahan yang dihasilkan dapat menentukan terjadinya ketangguhan, maupun keuletan bahan. Hasil tersebut dapat dilihat berdasarkan semakin tinggi deformasi rolling, semakin rapat butiran fasa yang dihasilkan. Sebaliknya, bila butiran fasa menjauh maka akan dihasilkan suatu kekerasan dan kekuatan tarik yang semakin rendah.

Pengaturan metode bertujuan untuk mempermudah percobaan tersebut. Suhu pemanasan dan pendinginan cepat akan menentukan terjadinya peretakan ulet pada bahan.

Sedangkan upaya untuk mengatasi agar proses deformasi bertahap rolling tepat terhadap sifat keuletan dan ketangguhan bahan, maka digunakan suhu pemanasan dalam dapur pemanas pada suhu  $1095^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam untuk menghomogenkan struktur bahan, sedangkan untuk pendinginan cepat, digunakan air dengan suhu  $4 - 9^{\circ}\text{C}$ .

## KESIMPULAN

Proses deformasi bertahap rolling ini dapat menghasilkan suatu nilai kekerasan yang semakin meningkat. Sedangkan kuat tarik juga semakin tinggi berdasarkan kerapatan pada photo pengujian metallugrafi dan *brinell hardness number and conversion table*, dengan ketentuan pendinginan cepat ke dalam air *quenching*.

Berdasarkan kepada hasil penelitian, maka dapat disajikan saran sebagai berikut:

1. Dalam proses perlakuan panas bahan perlu diperhatikan segi karakteristik sifat bahan yang akan dipanaskan, pemilihan metode, suhu pemanasan dan pendinginan yang tepat.
2. Dalam menentukan nilai kekerasan bahan diperlukan kecermatan dan ketelitian dalam pengamatan pada jarum penunjuk beban penekan yang dihasilkan.
3. Perlu diadakan penelitian lanjutan mengenai pengaruh deformasi bertahap rolling terhadap nilai kekerasan bagi keperluan konstruksi plambing pada bahan yang berlainan dan sampel dengan jumlah yang lebih banyak.
4. Perlu diupayakan suatu alternatif bahwa baja tahan karat Austenitik 304 sebagai bahan yang bagus dan sangat penting bagi keperluan konstruksi plambing, terutama pada pemakaian di dalam tanah dan tempat yang sering menimbulkan sifat korosif.

## DAFTAR PUSTAKA

American Standar for Testing Material ASTM .1993.

ASM Speciality. *Hand Book of Stainless Steels*. ASM International Hand Book-Commite, Januari, 1996

Daryanto, Drs. *Mekanika Bangunan*, Jakarta: Bumi Aksara, 1994

Nasir, Moh. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia, 1988.

Potma, A.P., & De Vries, J.E. *Konstruksi Baja: Teori, Perhitungan dan Pelaksanaan*, terjemahan Hendarji Jakarta: Pradnya Paramita, 1991.

Vlack, Van, & H., Lawrence. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. terjemahan Sriati Djaprie, Jakarta: Aertangga, 1995

Standar ASTM, 1993, *Metals Test Methods and Analytical Procedures. Annual Book of ASTM Standard*