

PENELITIAN SIFAT MEKANIK BAJA KARBON ST41 HASIL REDUKSI PADA MESIN ROLL DATAR

Supriyono¹, Tri Mulyanto², M.Desta Ardiyan³

^{1,2}Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma,
Jl. Margonda Raya 100 Depok

³Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma,
Jl. Margonda Raya 100 Depok

Abstrak

Pengerolan merupakan salah satu cara untuk mereduksi ketebalan plat logam yaitu mengubah penampang benda kerja. Dalam penelitian ini digunakan mesin roll datar untuk mereduksi plat datar baja karbon St 41. Material yang diroll mempunyai ukuran panjang 150 mm, lebar 25 mm dan tebal 9 mm dan direduksi ketebalannya menjadi 7 mm. Penelitian dilakukan sebelum dan sesudah pengerolan dan dilakukan beberapa pengujian terhadap specimen uji yang meliputi uji kekerasan, ujitarik dan uji metalografi. Dari hasil uji kekerasan didapatkan nilai kekerasan sebelum dilakukan pengerolan yaitu 62.2HRc dan sesudah pengerolan meningkat menjadi 64.5HRc. Dari hasil pengujian tarik sebelum pengerolan didapatkan nilai rata-rata tensile stress sebesar 554.03 MPa dan sesudah di roll meningkat menjadi 718.87Mpa. Nilai rata-rata dari yield stressnya juga meningkat, dimana sebelum di roll 450.94 MPa dan sesudah di roll 705.19Mpa. Namun elongationnya menurun, dimana sebelum di roll didapatkan 14% dan sesudah di roll menjadi 2.6%. Sedangkan dari pengujian metalografi diperoleh bahwa strukturmikro specimen baja karbon St 41 secara umum terdiri ferit dan perlit, dimana sebelum diroll perlit cenderung bulat dan setelah diroll perlit cenderung menjadi panjang ke arah pengerolan.

Kata kunci: roll plat datar, sifat mekanik, baja karbon St 41.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam industri dan manufaktur, material besi dan baja banyak digunakan sebagai material pembuatan komponen mesin, otomotif dan industri lainnya karena mempunyai sifat fisik yang baik dan sifat mekanik yang kuat. Besi dan baja dalam proses pengolahan, pemrosesan dan pemakaian dapat mengalami perubahan sifat baik fisik maupun mekanik. Sebagai contoh proses pembentukan plat untuk mereduksi ketebalan dengan proses pengerolan. Pengerolan dapat dilakukan dengan beberapa cara tergantung bahan yang akan diroll dan hasil yang diinginkan. Jenis-jenis pengerolan yang sering dilakukan antara lain: pengerolan datar (*flat rolling*), pengerolan bentuk (*rolling milling*), dan *ring rolling*.

Contohnya dalam proses pengerolan plat, maka dapat mempengaruhi bentuk butiran atau struktur mikromaterial yang diroll. Perubahan bentuk butiran pada proses pengerolan akan mempengaruhi sifat mekanik material plat yang diroll. Perubahan sifat mekanis pada plat yang diroll dapat diketahui dengan melakukan beberapa pengujian. Pengujian

tarik dilakukan untuk mengetahui bagaimana sifat kekuatan, keuletannya maupun elastisitasnya. Sedangkan dengan pengujian kekerasan adalah untuk mengetahui sifat kekerasan material tersebut. Pada proses uji metalografi adalah untuk mengetahui strukturmikro material yang diroll.

Karenanya penelitian ini perlu dilakukan dan terfokus pada hasil proses pengerolan plat datar baja karbon St41, dan selanjutnya akan dilakukan uji metalografi, uji kekerasan *rockwell*, dan uji tarik.

Batasan Masalah

Batasan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Material uji adalah baja karbon St 41.
2. Mesin uji merupakan skala laboratorium,
3. Pengujian yang dilakukan adalah uji metalografi, uji tarik, dan uji kekerasan.
4. Proses pengerolan ini menggunakan proses pengerolan dingin.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh reduksi terhadap struktur material.

- Mengetahui sifat mekanik pada benda uji material baja karbon St 41 setelah mengalami proses pengerollan.

TINJAUAN PUSTAKA

Spesifikasi Baja Karbon

Baja adalah logam paduan dimana logam besi sebagai unsur dasar dengan beberapa elemen lainnya, termasuk karbon. Kandungan unsur karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai gradenya. Unsur lain yang ada dalam baja adalah: karbon, mangan, fosfor, sulfur, silikon, dan sebagian kecil oksigen, nitrogen dan aluminium. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) serta kekuatan tariknya (*tensile strength*), namun disisi lain membuatnya menjadi getas (*brittle*) serta menurunkan keuletan (*ductility*). Kebanyakan dari produk baja ini berbentuk pelat hasil pembentukan rol dingin dan proses annil. Kandungan karbonnya yang rendah dan mikrostrukturnya yang terdiri dari fasa ferit dan pearlit menjadikan baja karbon rendah bersifat lunak dan kekuatannya lemah namun keuletan dan ketangguhannya sangat baik. Baja karbon rendah kurang responsif terhadap perlakuan panas untuk mendapatkan mikro-struktur martensit maka dari itu untuk meningkatkan kekuatan dari baja karbon rendah dapat dilakukan dengan proses roll dingin maupun karburisasi. Karena kadar karbon yang sangat rendah maka baja ini lunak dan tentu saja tidak dapat dikeraskan, dapat ditempa, dituang, mudah dilas dan dapat dikeraskan permukaannya (*case hardening*) Baja dengan prosentase karbon dibawah 0.15 % memiliki sifat machine ability yang rendah dan biasanya digunakan untuk konstruksi jembatan, bangunan, dan lainnya.

Adapun spesifikasi dari baja karbon rendah dapat dilihat dalam tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Spesifikasi baja karbon rendah

Spesifikasi	Nilai / satuan
Kekerasan	64 HRc
Tegangan tarik	600 MPa
Tegangan luluh	500 MPa
Elongation	26 %
Modulus elastisitas	207 GPa

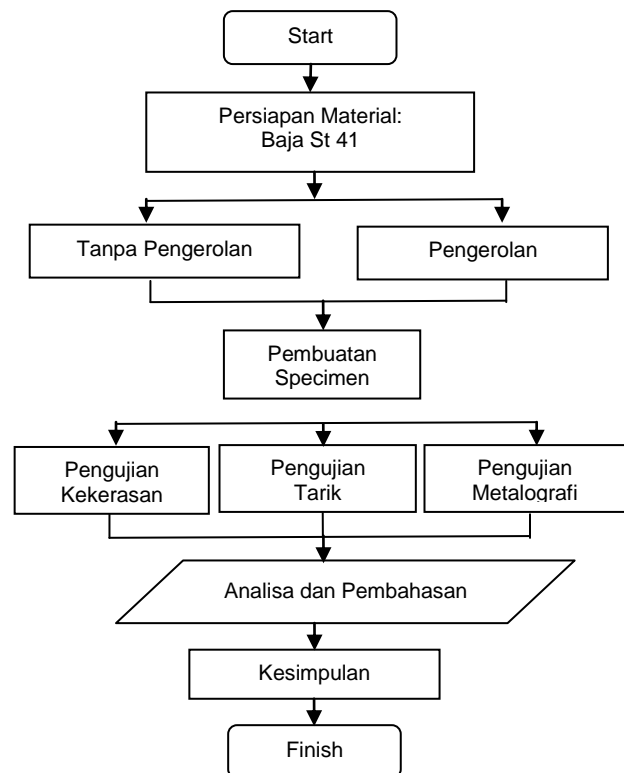
Tegangan dan Regangan

Pengujian tarik adalah dasar dari pengujian mekanik yang dipergunakan pada material. Dimana spesimen uji yang telah dibentuk dengan standarisasi tertentu, akan dilakukan pembebanan *uniaxial* sehingga spesimen uji mengalami peregangan dan bertambah panjang hingga akhirnya patah. Pengujian tarik relatif sederhana, murah dan sangat terstandarisasi dibanding pengujian lain. Hal-hal yang perlu diperhatikan agar pengujian menghasilkan nilai yang valid adalah : bentuk dan dimensi spesimen uji, pemilihan grips dan lain-lain. Uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dari material. Dengan demikian akan dapat diketahui kekuatan atau beban maksimum dari material yang selanjutnya dapat diketahui kekuatan atau beban luluhnya.

METODOLOGI PENELITIAN

Alur Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan yang disusun dalam sebuah diagram alir sbb:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

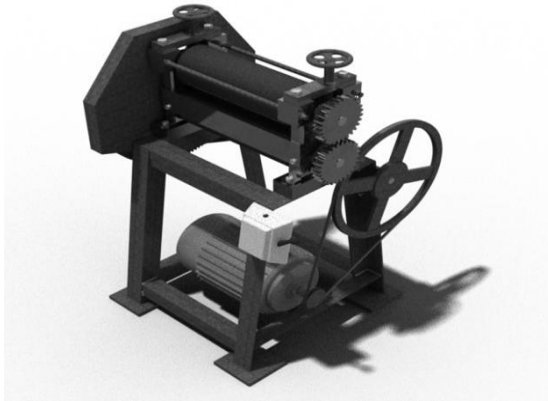
Persiapan Material

Baja karbon rendah mengandung kurang dari 0,5 % karbon. Kebanyakan dari produk baja

ini berbentuk pelat yang merupakan hasil pembentukan rol dingin dan proses anneal. Oleh karena dalam penelitian ini digunakan material plat baja karbon St41 dengan ketebalan 9 mm, ukuran panjang dan lebar disesuaikan dengan ukuran mesin rollnya.

Pengerolan

Dalam proses pengerolan plat baja karbon St 41, hanya mereduksi benda kerja 1 kali saja. Dengan ukuran benda kerja sebagai berikut: panjang 150 mm, lebar 25 mm, tebal 9 mm.



Gambar 2. Mesin roll untuk mereduksi plat

Setelah dilakukan proses pengerolan benda kerja akan mengalami perubahan ukuran atau deformasi panjang, lebar dan tebal.

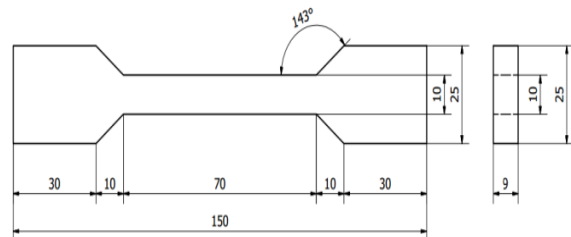
Pengujian Material

Bagaimanapun baiknya suatu material yang telah dibuat, pasti memiliki kekurangan atau cacat yang akan mempengaruhi sifat-sifat yang berkaitan dengan struktur material tersebut. Dengan melakukan pengujian mekanik logam, maka akan diperoleh informasi tentang sifat mekanik material. Pada beberapa cabang industri, pengujian mekanik yang biasa dilakukan seperti uji metalografi, uji kekerasan, uji tarik dimana kegunaan pengujian tersebut bukan untuk mempelajari keadaan cacatnya, tetapi untuk memeriksa kualitas produk yang dihasilkan. Dalam penelitian ini hanya melakukan beberapa pengujian, yaitu: uji kekerasan, uji tarik, dan uji metalografi.

Pengujian kekerasan dalam penelitian ini menggunakan metode rockwell yang diatur berdasarkan standar DIN 50103. Tingkat kekerasan menurut metode *Rockwell* adalah berdasarkan pada jenis indentor yang digunakan pada masing-masing skala. Dalam metode rockwell ini jenis indentor yang digunakan itu adalah kerucut intan dengan

besar sudut 120° , dikenal pula dengan *rockwell cone*. Untuk cara pemakaian skala ini, lebih dahulu ditentukan dan dipilih ketentuan angka kekerasan maksimum yang bisa digunakan oleh skala tertentu. Jika pada skala tertentu tidak tercapai angka kekerasan yang akurat, maka kita tentukan skala lain yang dapat menunjukkan angka kekerasan yang jelas.

Pengujian tarik dilakukan untuk menguji kekuatan suatu material dengan cara memberikan beban gaya yang satu sumbu. Dalam uji tarik ini digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat. Standarisasi pengujian tarik ini menggunakan ASTM E8. Hal-hal yang perlu diperhatikan agar pengujian menghasilkan nilai yang valid adalah; bentuk dan dimensi spesimen uji, pemilihan *grips* dan lain-lain. Spesimen uji harus memenuhi standar dan spesifikasi dari ASTM E8. Bentuk dari spesimen penting karena untuk menghindari terjadinya patah atau retak pada daerah grip atau yang lainnya. Jadi standarisasi dari bentuk specimen uji dimaksudkan agar retak dan patahan terjadi di daerah *gage length*. *Face* dan *grip* adalah faktor penting. Dengan pemilihan *setting* yang tidak tepat, spesimen uji akan terjadi slip atau bahkan pecah dalam daerah *grip* (*jaw break*). Ini akan menghasilkan hasil yang tidak valid. *Face* harus selalu tertutupi di seluruh permukaan yang kontak dengan *grip*. Agar spesimen uji tidak bergesekan langsung dengan *face*. Adapun pembuatan specimen uji tarik material plat sesuai standard ASTM E8, mempunyai ukuran sebagai berikut:



Gambar 3. Spesifikasi uji tarik ASTM E8

Adapun pengujian metalografi bertujuan untuk mengetahui struktur logam, fasa material dan cacat secara mekanis, yang terbagi dalam pengujian makroskopi dan pengujian mikroskopi. Bila pengujian makroskopis dilakukan dengan mata telanjang atau memakai kaca pembesar, maka pada pengujian mikroskopi menggunakan suatu

alat yaitu mikroskop optik atau mikroskop elektron. Dalam pengujian metalografi perlu diperhatikan beberapa langkah penting, diantaranya adalah pengamplasan (*grinding*), pemolesan (*polishing*), dan pengetsaan (*etching*).

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pengerolan Baja St 41

Pengerolan merupakan proses pembentukan material untuk mereduksi ketebalan suatu material dengan cara memberikan gaya dengan bantuan rol. Umumnya material yang dilakukan dengan proses pengerolan adalah berupa plat datar dan lembaran. Pada pengujian ini menggunakan proses pengerolan dingin dan yang digunakan yaitu berupa material baja karbon st 41 dengan bentuk plat dan dengan ukuran sebagai berikut: panjang 150mm, lebar 25mm, dan tebal 9mm dan di-harapkan ketebalan direduksi menjadi 7mm. Material plat yang diuji disiapkan 3 specimen dengan ukuran yang sama sesuai Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Ukuran plat uji sebelum diroll

Specimen	Sebelum Pengerolan		
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
1	150	25	9
2	150	25	9
3	150	25	9
Rata-rata	150	25	9

Selanjutnya ketiga material plat uji tersebut di roll satu persatu masing-masing di roll satu kali.

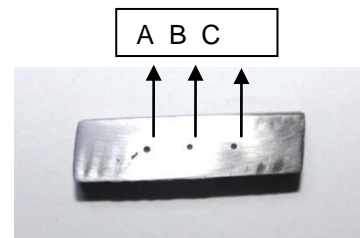
Ketiga specimen mengalami deformasi, dimana ukuran panjang dan lebar menjadi bertambah, sedangkan tebalnya berkurang. Secara umum perubahan ukuran hampir sama dari ketiga specimen tersebut, karena memang jenis materialnya sama dan reduksi ketebalannya juga sama. Jika dirata-rata ukuran panjangnya menjadi 170.02 mm, lebarnya 27.01 mm dan tebalnya 7.02 mm. Secara lebih lengkap hasil pengerolan ukuran plat uji dapat dilihat di Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Ukuran plat uji sebelum diroll

Specimen	Sesudah Pengerolan		
	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
1	170.03	27.03	7.02
2	170.02	27.01	7.03
3	170.03	27.01	7.02
Rata-rata	170.02	27.01	7.02

Hasil Pengujian Kekerasan

Pengujian ini dilakukan terhadap 3 sampel uji dengan standard DIN 50103. Pengujian ini menggunakan Indentor berupa kerucut intan dengan besar sudut 120° dan *load pressure* 150 Kp (kilopon). Dalam pengujian ini digunakan 3 titik uji, yang masing-masing letaknya di sisi kiri, tengah, dan sisi kanan sehingga kekerasan yang di dapatkan diharapkan lebih akurat.



Gambar 4. Lokasi uji kekerasan

Tabel 4. Hasil uji kekerasan sebelum diroll

Titik Pengujian	Nilai Kekerasan (HRc)		
	Sebelum diroll		
	Specimen1	Specimen2	Specimen3
A	63	63	62
B	63	62	62
C	62	61	62
Rata-rata	62.6	62	62
Rata-rata	62.2		

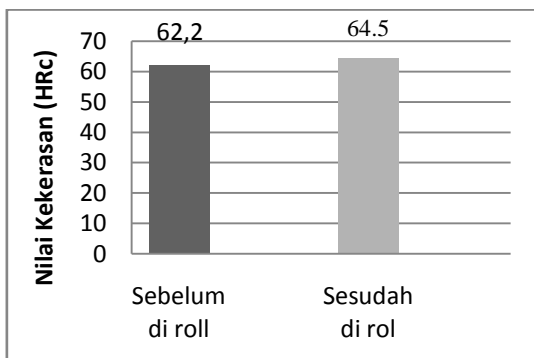
Dari Tabel 4 di atas terlihat jelas bahwa hasil pengujian kekerasan ketiga specimen uji plat baja karbon st 41 sebelum dilakukan pengerolan memiliki nilai kekerasan yang tidak jauh berbeda. Jika dirata-rata nilai kekerasan specimen 1 yaitu 62.6 HRc, specimen 2 yaitu 62 HRc, dan specimen 3 yaitu 62 HRc. Sehingga kekerasan rata-rata ketiga specimen tersebut yaitu 62.2 HRc dan jika dibandingkan dengan kekerasan standard baja karbon rendah sesuai tabel 1 yaitu 64 HRc, maka baja karbon st 41 yang digunakan dalam penelitian ini sedikit lebih lunak di bandingkan dengan nilai baja karbon rendah standard.

Selanjutnya juga dilakukan uji kekerasan terhadap material uji yang telah diroll. Pengujian kekerasanyugadilakukanterhadap 3 specimen uji, dimana masing-masing specimen diambil 3 lokasi uji yaitu: A, B dan C. Hasil uji kekerasan selanjutnya disusun dalam Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5 Hasil uji kekerasan sesudah diroll

Titik Pengujian	Nilai Kekerasan (HRc) Sesudah diroll		
	Specimen1	Specimen2	Specimen3
A	65	65	62
B	65	65	65
C	66	64	64
Rata-rata	65.3	64.6	63.6
Rata-rata	64.5		

Dari Tabel 5 di atas dapat dilihat secara lengkap hasil pengujian kekerasan baja karbon st 41 pada specimen yang sudah diroll. Nilai kekerasan dari ketiga specimen uji tersebut secara umum hampir sama. Kekerasan rata-rata specimen 1 adalah 65.3 HRc, specimen 2 adalah 64.6HRc, sedangkan specimen3 sebesar 63.6HRc. Jika dirata-ratakan nilai kekerasan ketiga specimen tersebut adalah sebesar 64.5 HRc. Sehingga jika dibandingkan nilai kekerasan rata-rata sebelum dan sesudah diroll dapat disusun dalam grafik berikut.



Gambar 5. Grafik perbandingan kekerasan sebelum dan sesudah diroll

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa perbandingan nilai kekerasan sesudah diroll 64.5 HRc mengalami peningkatan jika dibandingkan sebelum diroll 62.2 HRc. Peningkatan kekerasan setelah diroll sebesar 2.3HRc, hal ini dikarenakan pada saat proses pengerolan material uji mendapatkan tekanan yang mengakibatkan deformasi sehingga kekerasan meningkat.

Hasil Pengujian Tarik

Sebelum di uji benda kerja dibentuk sesuai menjadi specimen uji sesuai standard ASTM E8 agar didapatkan ukuran standard untuk pengujian tarik. Pengujian tarik dilakukan pada 3 specimen uji sebelum diroll dan 3 specimen uji setelah diroll, agar diperoleh data yang valid. Lokasi patahan hasil uji tarik hampir sama yaitu di lokasi tengah specimen, secara lebih jelas dapat dilihat dalam Gambar 6 berikut ini



Gambar6. Hasil specimen uji tarik

Lokasi patahan terletak di bagian tengah specimen yaitu pada daerah pengecilan ukuran, dimana pada daerah tersebut luas area untuk menahan beban lebih kecil sehingga merupakan titik lemah dari kekuatan material. Sebelum patah maka akan terjadi penambahan panjang, pengecilan luasan dan disusul patah. Patahan specimen 1 di tengah material, patahan specimen 2 lebih ke kiri dari tengah material, dan patahan specimen 3 juga di tengah material. Lokasi patahan dari masing-masing specimen adalah merupakan titik kritis dari material tersebut. Selanjutnya hasil dari uji tarik sebelum diroll dapat disusun dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji tarik sebelum di roll

Spesifikasi	Specimen sebelum diroll		
	1	2	3
Lebar, w (mm)	10	10	10
Tebal, t (mm)	9	9	9
Panjang awal, Lo (mm)	70	70	70
Panjang akhir, L1 (mm)	85	83	84
Beban maksimum, F (kgf)	5100	5120	5030

Dari hasil uji tarik sebelum diroll seperti pada Tabel 6, ketiga specimen uji mengalami au deformasi akibat beban tarik. Masing-masing

specimen terjadi penambahan panjang, dimana pada specimen 1 sebesar 15 mm, specimen 2 sebesar 13 mm, dan specimen 3 sebesar 14 mm. Pertambahan panjang terbesar pada specimen 1 yaitu 15 mm, namun beban maksimum pada specimen 2 sebesar 5120 kgf. Sedangkan hasil ukuran specimen uji tarik setelah diroll dapat dilihat seperti dalam Tabel 7. Masing-masing specimen juga terjadi per-tambahan panjang, dimana pada specimen 1 dan 2 sama sebesar 3 mm (73-70), dan pada specimen 3 hanya 2 mm (72-70). Sedangkan beban maksimum terjadi pada specimen 2 yaitu sebesar 5420 kgf. Secara umum penambahan panjang sebelum diroll lebih besar dibandingkan setelah diroll, namun beban maksimum terbesar pada specimen setelah diroll. Hal ini disebabkan material yang telah diroll mengalami deformasi yang akan meningkatkan ketahanan dalam menerima beban.

Tabel 7. Hasil uji tarik sesudah di roll

Spesifikasi	Specimensesudah diroll		
	1	2	3
Lebar, w (mm)	10	10	10
Tebal, t (mm)	7	7	7
Panjang awal, Lo (mm)	70	70	70
Panjang akhir, L1 (mm)	73	73	72
Beban maksimum, F (kgf)	4970	5420	5000

Selanjutnya dari hasil uji tarik tersebut, pada specimen sebelum dan sesudah di roll maka dilakukan perhitungan atau pengolahan data uji untuk mendapatkan nilai-nilai berikut: *section area* (A_o), *tensile stress* (σ_t), *yield point* (γ), dan *elongation* (ϵ). Hasil dari perhitungan specimen sebelum dan sesudah diroll selanjutnya disusun dalam Tabel 8 dan 9.

Tabel 8. Hasil perhitungan uji tarik specimen sebelum di roll

Spesifikasi	Specimen sebelum diroll			Nilai Rata-rata
	1	2	3	
<i>Sectional area</i> , A_o (mm ²)	90	90	90	90
<i>Tensile stress</i> , σ_t (MPa)	555.83	558.09	548.18	554.03
<i>Yield point</i> , γ (N)	38485.32	40568.07	42701.75	40585.04
<i>Yield stress</i> , σ_y (MPa)	427.61	450.75	474.46	450.94
<i>Elongation</i> , ϵ (%)	15%	13%	14%	14%

Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa nilai *yield stress* specimen 1 sebesar 427.61 MPa,

specimen 2 sebesar 451 MPa dan specimen 3 sebesar 475 MPa. Walaupun materialnya sama ternyata keuletan dari masing-masing lokasi atau specimen berbeda. Setelah nilai *yield stress* di rata-rata didapatkan hasil 450.94 Mpa, jika dibandingkan dengan nilai *yield stress* standard baja karbon rendah yaitu 500 MPa (Tabel 1), dan nilai *yield stress* ini menunjukkan keuletan material. Sedangkan nilai *elongation* dari specimen 1 paling besar 15%, specimen 2 sebesar 13%, sedangkan specimen 3 sebesar 14%. Setelah dirata-rata nilai *elongation* specimen uji sebelum diroll (14%) juga lebih rendah dari pada standard baja karbon rendah (26%). Nilai *elongation* ini juga menunjukkan tingkat keuletan bahan.

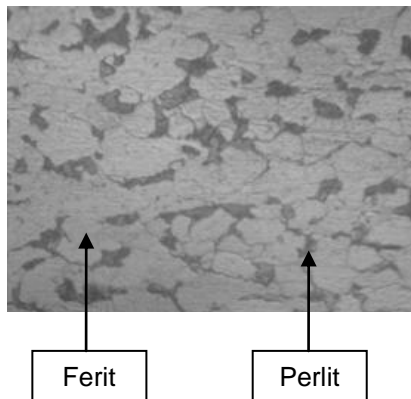
Tabel 9. Hasil perhitungan uji tarik specimen sesudah di roll

Spesifikasi	Specimen sebelum diroll			Nilai Rata-rata
	1	2	3	
<i>Sectional area</i> , A_o (mm ²)	70	70	70	70
<i>Tensile stress</i> , σ_t (Mpa)	696.51	759.49	700.63	718.87
<i>Yield point</i> , γ (N)	47799.61	52203.42	48088.22	49365.75
<i>Yield stress</i> , σ_y (Mpa)	682.85	745.76	686.97	705.19
<i>Elongation</i> , ϵ (%)	3%	3%	2%	2.6%

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa nilai *yield stress* specimen 1 sebesar 682.85 MPa, specimen 2 sebesar 745.76 MPa dan specimen 3 sebesar 686.97 MPa. Sehingga nilai keuletan dari masing-masing lokasi atau specimen uji setelah diroll juga berbeda. Setelah nilai *yield stress* di rata-rata didapatkan hasil 705.19 MPa, jika dibandingkan dengan nilai *yield stress* standard baja karbon rendah yaitu 500 Mpa. Peningkatan nilai *yield stress* terjadi karena baja karbon St 41 mengalami tekanan pada saat proses pengerolan dan deformasi sehingga menjadi lebih keras. Sedangkan nilai *elongation* dari specimen 1 dan 2 sebesar 3%, sedangkan specimen 3 sebesar 2%. Setelah dirata-rata nilai *elongation* specimen uji setelah diroll (2.6%), jadi *elongation*nya menurun dan jika dibandingkan dengan *elongation* sebelum diroll (14%), sehingga bisa dikatakan keuletan specimen uji setelah diroll menurun. Hal ini dikarenakan specimen uji menjadi lebih keras sehingga tingkat pemanjangan material menjadi lebih rendah daripada sebelum di roll.

Hasil Pengujian Metalografi

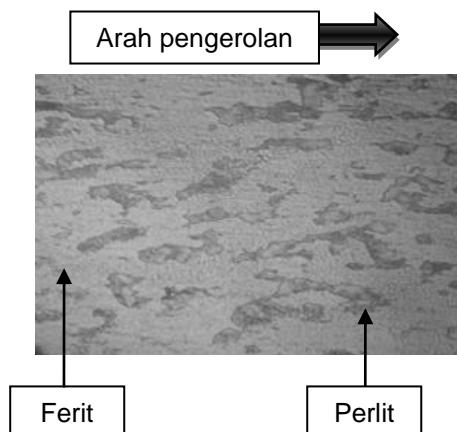
Struktur mikro pada baja karbon St 41 sangat ditentukan oleh kandungan karbonnya, kandungan karbon yang dimiliki baja karbon rendah yaitu 0,1 - 0,3%C. Pada baja karbon rendah, struktur mikro terdiri ferit dan perlit. Pengujian pertama dilakukan terhadap 1 specimen uji sebelum diroll, hal ini dimaksudkan untuk mengetahui struktur mikro material sebelum mengalami deformasi.



Gambar 8 Struktur mikro sebelum di roll

Struktur mikro material uji sebelum diroll secara umum terdiri dari ferit dan perlit. Ferit berwarna terang sedangkan perlit berwarna gelap dan terlihat cenderung bulat atau pendek. Sifat ferit cenderung lunak sedangkan sifat perlit cenderung keras. Dari gambar terlihat bahwa komposisi ferit lebih banyak dibandingkan perlit, sehingga material agak lunak.

Setelah dilakukan pengerolan pada baja karbon st 41, maka diambil gambar struktur mikro material uji untuk dibandingkan dengan struktur mikro sebelum diroll. Hasil struktur mikro material setelah diroll dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar9 Struktur mikro sebelum di roll

Arah pengerolan adalah ke kanan sesuai dengan arah tanda. Struktur mikro masih sama terdiri dari ferit yang berwarna terang dan perlit yang berwarna gelap. Bentuk struktur perlit berubah lebih memanjang ke arah pengerolan karena mengalami deformasi efek dari proses pengerolan. Sehingga jika dibandingkan dengan gambar struktur mikro sebelum diroll, area perlit menjadi lebih luas. Hal inilah yang menyebabkan material uji setelah diroll menjadi lebih keras dan kuat sebelumnya.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan tentang pengaruh reduksi mesin roll datar pada baja karbon St 41 dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil uji kekerasan bahwa baja karbon St 41 sebelum di roll nilai kekerasannya 62.2HRc dan setelah diroll nilai kekerasannya menjadi 64.5HRc. Maka ada peningkatan kekerasan sebesar 2.3HRc yang diakibatkan tekanan pada saat pengerolan sehingga terjadi deformasi yang mengakibatkan peningkatan kekerasan.
2. Pengujian tarik sebelum dilakukan pengerolan didapatkan nilai *tensile stress* sebesar 554.03 MPa dan sesudah di roll sebesar 718.87 MPa. Nilai *yield point* sebelum di roll 40585.04N dan yang sesudah di roll 49365.75N. Nilai *yield stress* sebelum di roll 450.94 MPa dan sesudah di roll 705.19 MPa. Sedangkan *elongation* sebelum di roll 14% dan sesudah di roll 2.6%. Baja karbon St 41 sesudah di roll menjadi lebih kuat dengan adanya peningkatan *tensile stress*, *yield stress*, namun keuletanya menurun dengan berkurangnya *elongation* akibat deformasi dari pengerolan.
3. Dari hasil uji metalografi struktur mikro baja karbon St 41 sesudah di roll mengalami perubahan bentuk akibat efek deformasi. Struktur mikro perlit sebelum pengerolan cenderung berbentuk bulat dan setelah pengerolan cenderung bertambah panjang ke arah pengerolan akibat mendapatkan efek deformasi. Sehingga setelah diroll menjadi lebih keras dan kuat.

Saran

1. Karena jenis material sangat banyak, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada material lain yang mengalami pengerolan untuk mengetahui perubahan sifat material tersebut.
2. Dalam pengujian metalografi perlu ditambah pembesaran yang lebih besar lagi agar diperoleh hasil gambar struktur mikro yang lebih baik.

DAFTAR RUJUKAN

1. Kalpakjian, Serope and Steven R. Schamid, 2009, *Manufacturing Engineering and Technology*, Sixth Edition, Prentice Hall, Singapore.
2. Singer, L., Ferdinand and Andrew Pytel, 1995, *Ilmu Kekuatan Bahan*. Edisi Ketiga. Erlangga. Jakarta.
3. Tata Surdia dan Shinroku Saito, 2005, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cetakan Kelima, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
4. LIPI – Pusat Penelitian Metalurgi, Divisi Pengujian Bahan, 1993, *Panduan Uji Kekerasan (Hardness Test)*, Jakarta.
5. Budinski G. Kenneth. Budinski K. Michael, 2002, *Engineering Materials Properties and Selection*, prentice Hall, New Jersey.
6. Anggara, Deni, 2014, *Perancangan Mesin Rol Datar Untuk Mereduksi Plat Ketebalan 10 mm*, Tugas Akhir, Universitas Gunadarma, Depok.