

PENGARUH PROSES PEMBENTUKAN *ROLL BENDING* PADA PIPA ST 40 DENGAN PERUBAHAN SUDUT 45⁰ DAN 90⁰ TERHADAP NILAI KEKERASAN

Mardjuki*

Abstrak

Semakin berkembangnya teknologi pengolahan bahan khususnya besi dan baja terhadap proses pembentukan logam telah mengalami kemajuan yang pesat, hal ini disebabkan bahan ini memegang peranan penting dalam menunjang perkembangan teknologi terutama dalam bidang konstruksi dan industri.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bahwa pipa baja yang telah mengalami proses roll bending akan meningkat nilai kekerasannya dibandingkan pipa sebelum mengalami proses pengerolan.

Pengerolan terhadap pipa baja ST40 dengan sudut roll bending 45⁰ dan 90⁰ menunjukkan bahwa logam akan mengalami pengerasan setelah proses roll bending dilakukan dan didapatkan harga kekerasan minimum rata-rata 17,4 HRC yaitu pada sudut roll 45⁰ bagian luar, pada bagian dalam meningkat 19,6 HRC dan yang dilakukan pada sudut 90⁰ didapat nilai kekerasan bagian luar 17,7 HRC dan bagian dalam mempunyai nilai kekerasan 21 HRC.

Kata Kunci : Proses pembentukan logam, *roll bending*, kekerasan.

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya teknologi pengolahan bahan khususnya besi dan baja telah mengalami kemajuan yang pesat, hal ini disebabkan bahan ini memegang peranan penting dalam menunjang perkembangan teknologi terutama dalam bidang konstruksi dan industri. Salah satu metode pengolahan bahan adalah dengan proses pembentukan.

Salah satu metode proses pembentukan logam (*metal forming*) yaitu dengan menggunakan teknik pengerolan. Proses pengerolan banyak diaplikasikan pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin, hal ini disebabkan proses pengerolan mempunyai keuntungan jika dibandingkan dengan proses pembentukan yang lain, antara lain proses pengerolan dapat dilakukan dengan mudah, cepat dan tidak diperlukan keahlian khusus untuk proses pengerjaannya serta dapat menekan biaya produksi karena prosesnya yang cukup sederhana. Tetapi untuk mendapatkan produk dari proses pengerolan yang unggul tidaklah muda karena bahan yang telah mengalami proses roll akan terdeformasi secara plastis sehingga akan mempengaruhi sifat mekanis dari bahan.

Arah permasalahan dan membatasi penelitian ini adalah bagaimana pengaruh sudut *roll bending* terhadap sifat kekerasan pada pipa baja.

KAJIAN PUSTAKA

Umumnya proses *roll bending* yang digunakan untuk pipa diaplikasikan sebagai saluran zat cair atau gas. Digunakan pada saluran hidrolis, saluran bahan bakar, saluran gas buang, penggunaan lain sebagai kerangka sepeda, mebel dan untuk industri otomotif, pesawat, peralatan pertanian, *boiler*, mesin pendingin, kapal laut dan lain-lain.

* Dosen Jurusan Mesin Fak. Teknik Univ. Merdeka Malang

Proses *roll bending* pada pipa dapat dikerjakan dengan bantuan beberapa perlengkapan pembengkok, yang dipasang pada mesin roll, diantaranya cetakan pembengkok (*bend die*), penjepit (*clamp die*), dan penekan (*pressure die*). Cetakan pembengkok digunakan untuk membuat bengkokan pada radius 45° hingga 90° , sehingga didapatkan bengkokan yang sesuai. Penjepit (*clamp die*), dipakai untuk menjepit pipa pada cetakan pembengkok yang dapat keluar masuk untuk membentuk pipa. Penekan (*pressure die*) berfungsi untuk menekan pipa ke dalam cetakan pembengkok dan memberi gaya reaksi selama proses pembengkokan berlangsung. Silinder pendorong pada *pressure die* akan membantu pipa melalui bengkokan untuk mencegah terjadinya patah pada pipa yang terjadi penipisan dinding, serta perubahan dimensi pipa. Akan tetapi persyaratan penekukan pipa seringkali tidak sesederhana ini, begitu pipa menjadi semakin tipis dan radius bengkokan mengecil, akan menghasilkan bengkokan pipa yang pipih, hal ini terjadi karena dinding bagian luar bengkokan tidak cukup tebal untuk menopang bentuk pipa. Untuk mencegah hal ini terjadi, diperlukan mandril. Mandril terbuat dari baja karbon untuk menahan gaya *bending* tanpa mengalami kerusakan. Biasanya mandril ditempatkan di dalam pipa dan menopangnya selama pembengkokan. Mandril bisa berbentuk pasak sederhana atau jenis selindris. Batangan selindris memasuki bagian pipa yang akan dibengkokkan dan ikut membengkok selama proses berjalan.

Mekanisme Deformasi

Deformasi dapat dipandang sebagai perubahan bentuk dan ukuran. Perubahan bentuk yang terjadi secara material logam yang terdeformasi dapat dibedakan atas deformasi elastis dan deformasi plastis. Deformasi elastis adalah perubahan bentuk yang terjadi bila ada gaya yang bekerja serta akan hilang bila bebannya dihilangkan. Sedangkan deformasi plastis merupakan perubahan bentuk yang permanen, dimana bentuknya tidak berubah meskipun bebannya dihilangkan.....(Surdia Tata, 1995).

Secara mikro perubahan bentuk baik deformasi elastis maupun deformasi plastis disebabkan oleh bergesernya kedudukan atom-atom dari tempatnya yang semula. Pada deformasi elastis adanya tegangan akan menggeser atom-atom ke tempat kedudukannya yang baru dan atom-atom tersebut akan kembali ke tempatnya semula bila tegangan tersebut dihilangkan.

Pada deformasi plastis atom-atom yang bergeser menempati kedudukannya yang baru dan stabil, artinya meskipun beban dihilangkan maka atom-atom tersebut tetap pada kedudukannya yang baru. Secara mikroskopis hal ini berarti pula bahwa perubahan bentuknya adalah permanen. Kedudukan atom yang baru tersebut adalah posisi atom pada sel satuannya. Model pergeseran atom-atom tersebut disebut slip. Bentuk sel satuan logam yang mengalami slip adalah tetap baik bentuk maupun ukuran isinya. Dengan kata lain deformasi dengan mekanisme slip tidak mengubah sel satuan.

Mekanisme Slip

Atom-atom logam tersusun secara teratur mengikuti pola geometris tertentu. Pola geometris yang terkecil dan berulang disebut sel satuan. Bila ada tegangan geser yang cukup besar, sederetan atom akan bergeser dan menempati posisinya yang baru. Pergeseran atom berarti ada pemutusan ikatan atom. Ini dapat diartikan bidang-bidang atom yang mudah bergeser adalah yang jaraknya satu sama lain berjauhan. Bidang-bidang atom yang jaraknya berjauhan adalah yang kerapatan atomnya tinggi. Dari sini dapat dinyatakan bidang slip adalah bidang yang rapat atomnya tinggi. Adanya deslokasi akan mempermudah terjadinya slip. Dislokasi yang mencapai permukaan luar akan menimbulkan suatu deformasi meskipun dalam skala mikroskopis. Bila hal ini terjadi pada banyak tempat serta dengan jarak pergeseran bidang atom yang besar maka perubahan bentuk tersebut akan dapat dilihat secara makro. Selama diformasi plastis dari logam, dislokasi bergerak sepanjang suatu bidang slip tertentu dan tidak dapat secara langsung dari satu butir ke butir yang lain pada satu garis lurus. Arah garis berubah pada batas butir kemudian masing-masing butir mempunyai kelompok dislokasi sendiri pada bidang slip yang dikehendaki yang merupakan perbedaan orientasi dari butir-butir tetangganya.....(Sugiarto, 1996).

Gambar: 1. Peralatan Dasar Untuk Pembengkokan Pipa

Sumber : Chiyoda Kogyo Co. Ltd.

Gambar : 2. Pembengkokan pipa dengan sudut pembengkokkan 45⁰

Sumber : Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan

Gambar : 3. Pembengkokan pipa dengan sudut pembengkokkan 90⁰

Sumber : Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan

Pengaruh Proses Roll Bending Terhadap Sifat Logam

Proses *roll bending* merupakan salah satu proses pembentukan dengan cara pengerjaan dingin, dimana temperatur pengerjaannya dibawah temperatur rekristalasi sehingga logam akan mengalami deformasi plastis pada daerah bending akibat gaya pengerolan. Dengan semakin besarnya prosentase produksi pengerollan, oleh Karena itu proses *roll bending* akan mengakibatkan pengerasan regangan pada daerah roll, sehingga nilai kekerasannya akan meningkat sesuai dengan prosentase produksi pengerollannya.

METODE PENELITIAN

Pengerollan

Metode penelitian yang digunakan digunakan adalah Metode Eksperimen Nyata. Gambaran singkat tentang penelitian ini adalah sebagai berikut:

Material benda kerja yang berupa pipa baja ST40 dengan diameter 50 mm dan ketebalan pipa 3,5 mm diroll bending. Pengerollan dilakukan dengan cara pengerjaan dingin dimana temperturnya sama dengan temperatur ruangan. Selanjutnya benda kerja dipotong sesuai dengan kebutuhan untuk dianalisa. Analisa dilakukan pada logam dasar yang tidak mengalami proses pengerollan dan logam yang telah mengalami proses *roll bending* dengan variasi sudut 45⁰ dan 90⁰ untuk mengetahui perbedaan sifat kekerasan akibat pengaruh *roll bending*

Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan pada logam dasar sebelum dan sesudah dilakukan pengerolan: pengujian logam induk, sudut 45⁰ pada bagian luar dan bagian dalam, sudut 90⁰ pada bagian luar dan bagian dalam guna mengetahui perbedaan kekerasannya.

PEMBAHASAN

Tabel: 1. Hasil Pengaruh Roll Bending Terhadap Nilai Ketebalan Dan Regangan Pada Pipa

No	Sudut Roll (°)	Tebal Nominal (mm)	Tebal Bending (mm)	e (%)
1.	45	3.5	2.9	19.4
2.	90		2.6	27.7

Tabel: 2. Hasil Pengujian Kekerasan Pada Logam Induk

No	Nilai Pengujian Kekerasan (Rock well)	Beban Mayor (Kg)	Kekerasan Ratarata (HRC)
1	8.5		
2	8.5		
3	6.5	150	7
4	6		
5.	5.5		

Tabel: 3. Hasil Pengujian Kekerasan Pada Sudut Luar Pipa Dengan Perubahan Sudut 45⁰

No	Nilai Pengujian Kekerasan (Rockwell)	Beban Mayor (kg)	Kekerasan Ratarata (HRC)
1	17		
2	17.5		
3	17.5	150	17.4
4	17.5		
5	17.5		

Tabel: 4. Hasil Pengujian Kekerasan Pada Dalam Pipa Dengan Perubahan Sudut 45⁰

No	Nilai Pengujian Kekerasan (Rock well)	Beban Mayor (kg)	Kekerasan Rata-rata (HRC)
1	20		
2	19		
3	19	150	19.6
4	20		
5	20		

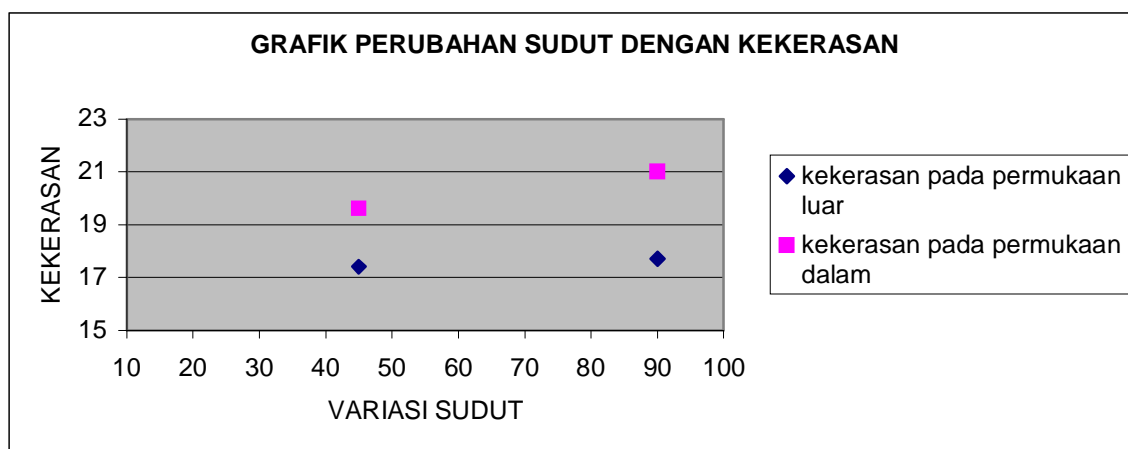
Tabel: 5. Hasil Pengujian Kekerasan Pada Sudut Luar Dengan Perubahan Sudut 90⁰

No	Nilai Pengujian Kekerasan (Rock well)	Beban Mayor (kg)	Kekerasan Rata- Rata (HRC)
1	18		
2	19		
3	17	150	17.7
4	17		
5	17.5		

Tabel: 6. Hasil Pengujian Kekerasan Pada Sudut Dalam Pipa Dengan Perubahan Sudut 90⁰

No	Nilai Pengujian Kekerasan (Rock well)	Beban Mayor (kg)	Kekerasan Rata- rata (HRC)
1	20	150	21
2	20		
3	22		
4	21		
5	22		

Kekerasan yang dihasilkan dari bagian luar dan bagian dalam pipa dengan variasi sudut 45⁰ dan 90⁰ akan terjadi perubahan yang semakin tinggi seperti terlihat pada gambar grafik di bawah ini:



Grafik: 1. Perubahan sudut dengan kekerasan

Pada pengujian kekerasan Rockwell yang dilakukan diperoleh data, bahwa pipa baja yang telah mengalami proses *roll bending* akan meningkat nilai kekerasannya dibandingkan pipa sebelum mengalami proses pengerollan, hal ini dapat dilihat pada tabel 2, tabel 3, tabel 4, tabel 5 dan tabel 6. grafik 1 Hubungan antara kekerasan dengan besar sudut luar dan dalam dimana, logam akan mengalami kekerasan setelah roll bending dilakukan didapatkan harga kekerasan minimum rata-ratanya sebesar 17,4 HRC yaitu pada sudut roll 45⁰ bagian luar, pada bagian dalam meningkat 19,6 HRC dan yang dilakukan pembengkokan sudut 90⁰ didapatkan nilai kekerasan bagian luar 17,7 dan bagian dalam mempunyai nilai kekerasn 21 HRC. Hal ini disebabkan karena logam yang telah mengalami proses roll bending akan terdeformasi secara plastis, dimana atom-atom logam bergeser dari tempatnya yang semula menempati kedudukannya yang baru meskipun gaya pengerollannya dihilangkan. Dengan naiknya kerapatan atom pada daerah pengerolan, maka gerakan dislokasi akan semakin sulit. Akibat sukarnya gerakan dislokasi maka kekerasannya akan meningkat.

SIMPULAN

1. Pada sudut roll 90^0 didapatkan harga ketebalan yang paling rendah yaitu 2,6 mm tetapi harga kekerasannya semakin tinggi yaitu 17,7 HRC pada sudut luar pipa dan 21 HRC pada sudut dalam pipa sehingga harga kekerasan dengan ketebalan roll berbanding terbalik.
2. Pipa yang telah mengalami roll bending akan terdeformasi secara plastis, dimana pada daerah bending terjadi kenaikan kekerasan sehingga akan menggeser kedudukan atom dan akan menempati kedudukan yang baru. Akibat naiknya kerapatan atom pada daerah bending, maka gerakan dislokasi akan lebih sulit. Dengan sulitnya gerakan dislokasi, kekerasan logam akan semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Dieter, G.E.1990. *Metalurgi Mekanik.Jilid I.Terjemahan Djaprie Sriati Erlangga*, Jakarta.
- Djaprie Sriati, B.H. Amstead Philip F. Ost Wald Myron I. Begemen, 1993, *Teknologi Mekanik* Erlangga, Jakarta.
- Raswari, 1986. *Teknologi dan Perencana Sistem Perpipaan*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Surdia Tata, Shinroku Saito, 1995, *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Wilson, F.W. 1984. *American Society Of Tool And Manufacturing Engineering*. New Delhi.
- Instruction Manual For Pipe Bending Machine*, Chiyoda Kogyo Co. Ltd. Osaka, Japan.

