

PROSES PERLAKUAN PANAS UNTUK MELURUSKAN MATERIAL H-BEAM DENGAN METODE *FIRING*

Heat Treatment Process to Straighten H-Beam Material with The Method Firing

Ferdinand Ompusunggu*, Angky Puspawan, Hendri Hestiawan

Program Studi Teknik Mesin Universitas Bengkulu

Jl. W.R. Supratman Kandang Limun, Bengkulu

*) Email : opsferdinand@gmail.com

Submitted: 16 Desember 2024

Revised: 26 Desember 2024

Accepted: 27 Desember 2024

ABSTRACT

Welded beam is a profile obtained by welding 3 sheets of plate consisting of 2 flange plates and 1 web plate formed into an I-Beam or H-Beam profile. The welding process is carried out with a special SAW welding machine and continued with a straightening process because the heat from the welding causes the welded beam profile to bend or twist. Due to the heat during welding, there is a minimum welded beam size and the minimum plate thickness cannot be straightened again during the straightening process because the melting point of the material exceeds the limit during the welding process. Firing is the process of burning material at a certain temperature with the intention of improving the dimensions of the material. The purpose of this study is to straighten H-Beam steel. In carrying out the firing process using tools and materials such as the Huawei CG1-30 machine, chalk stamps, square rulers, nitrogen and gas and K3 equipment, in carrying out the firing process, checks are carried out using a square ruler and determining the burning point on the H-Beam steel, chalk stamps are used to measure the temperature in the firing process. The firing process has The conclusion of this study is that the heat treatment process (firing) can straighten H-Beam steel using the Huawei machine which has a speed of 50-750 mm/minute.

Keywords : *Firing, H-Beam, Heat treatment, Huawei machine*

1. PENDAHULUAN

Welded beam adalah profil yang didapat dengan proses pengelasan 3 lembar plat yang terdiri dari 2 plat flange dan 1 plat web dibentuk menjadi profil I-Beam atau H-Beam. Proses pengelasan dilakukan dengan mesin las khusus SAW dan dilanjutkan proses pelurusan (*straightening*) karena akibat dari panas pengelasan tersebut menyebabkan profil welded beam akan bending atau twisted. Akibat panas saat pengelasan, maka ada minimal ukuran welded beam dan tebal minimum platnya tidak akan dapat di luruskan kembali saat proses straightening karena daya leleh material yang melewati batas saat proses pengelasan. Oleh karena itu pada area yang tidak dapat diluruskan kembali perlu dilakukan *firing* dengan menggunakan *flame Oxy-Acetylene* [1].

Kegiatan pengendalian kualitas dilakukan mulai dari penerimaan bahan baku, proses produksi sampai dengan produk akhir dan menekan terjadinya produk rusak dengan filosofi zero defect. Setiap tahunnya PT. IHI Power Service Indonesia ini mendapatkan job yang selalu berbeda, namun di dalam proses produksi masih terjadi cacat (defect) dan kerusakan produk header ini masih jauh dalam standar *American Society of Mechanical Engineer* (ASME) [2].

Proses perlakuan panas adalah tahap akhir dari suatu rangkaian proses pengerjaan logam sebelum dipergunakan sesuai dengan kebutuhannya. Pada proses perlakuan panas, hambatan yang sering dihadapi adalah timbulnya distorsi, perubahan bentuk dan ukuran (dimensi) oleh karena itu tujuan dari proses *firing* (pembakaran) terhadap baja H-Beam untuk mengetahui proses perlakuan panas yang terjadi pada baja H-Beam, penggunaan nozzle pada proses *firing*, pengaturan suhu agar baja H-Beam tidak berubah bentuk serta penggunaan mesin Huawei CG1-30 dalam proses pembakaran.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kegiatan pengendalian kualitas dilakukan mulai dari penerimaan bahan baku, proses produksi sampai dengan produk akhir dan menekan terjadinya produk rusak dengan filosofi *zero defect*.

Dalam proses produksi masih terjadi cacat (*defect*) dan kerusakan produk *header* ini masih jauh dalam standar ASME. Oleh karena itu perusahaan memerlukan pengendalian kualitas yang berguna untuk mengurangi atau menekan terjadinya cacat sehingga mencapai standar kualitas sesuai dengan yang diharapkan.

Dari data hasil catatan pencapaian target produksi *Header Boiler* di tahun 2020 dan tahun 2021 diatas, didapatkan hasil produksi yang kurang maksimal. Pada periode tahun 2020 jumlah total produksi yaitu sebesar 28.527 ton dan jumlah cacat sebesar 364 ton, pada periode tahun 2021 jumlah total produksi sebesar 22.803 ton dan jumlah cacat sebesar 301 ton. Setelah dilakukan penelitian mengenai hal ini, maka diperlukan analisa mengenai penyimpangan yang terjadi didalam produksi dan mencari penyebab cacat produk yang ditimbulkan serta memberikan usulan saran perbaikan sebagai upaya untuk meminimalkan cacat produk. Penulis menggunakan metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) dan metode *Failure Tree Analysis* (FTA) untuk mengupayakan pengendalian mutu (kualitas) dengan cara mengidentifikasi, menganalisis dan melakukan tindakan untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi dalam pekerjaan. Dengan menggunakan metode ini dapat membantu memahami dan mengembangkan proses perbaikan yang bertujuan untuk mengurangi atau meminimalisir cacat produk yang ada pada PT. IHI *Power Service* Indonesia. Selain itu, untuk mengetahui akar penyebab masalah, penulis juga akan menggunakan metode analisa membuat tabel 5W+1H untuk menentukan saran perbaikan terkait permasalahan yang diteliti. Dari hasil pengolahan data tersebut, dapat ditarik terhadap hasil pembahasan, kesimpulan, dan saran dari penelitian tersebut.

2.1 Firing

Proses pemanasan garis (*line heating*) merupakan suatu metode yang dilakukan untuk memperbaiki sifat keuletan dan ketangguhan suatu pelat setelah ditekuk dingin. Perbaikan sifat mekanis yang disebabkan oleh pemanasan pada garis desain diakibatkan oleh perbedaan antara elongasi (*penguluran*, pemanjangan, dan pemuaian) antara sisi yang dipanaskan dengan sisi yang belakangnya. Selain itu pada saat pendinginan, terdapat elongasi pada sisi belakang yang disebabkan oleh dampak pengerutan sisi yang dipanaskan. Proses pemanasan garis dilakukan pada temperatur sekitar 600°C [3]. Dalam konteks konstruksi dan teknik, tujuan utama dari *firing* atau perlakuan panas pada baja H-Beam meliputi:

1. Meningkatkan Kekuatan Baja: *Firing* dapat membantu mengubah struktur mikro baja sehingga menghasilkan baja yang lebih kuat dan tahan terhadap beban berat.
2. Mengurangi Ketegangan Dalam (*Residual Stress*): Selama proses fabrikasi atau pengelasan, baja dapat mengalami ketegangan dalam yang mengurangi ketahanan terhadap beban. *Firing* bisa membantu menghilangkan ketegangan tersebut
3. Meningkatkan Daya Tahan Terhadap Korosi: Perlakuan panas tertentu juga dapat meningkatkan ketahanan baja terhadap korosi, terutama jika baja akan dipakai di lingkungan yang korosif.
4. Mengubah Kekerasan dan Kekenyalan: Dengan *firing*, baja H-Beam dapat disesuaikan kekerasan dan kekenyalannya sesuai kebutuhan struktur, misalnya untuk mendapatkan baja yang lebih ulet atau lebih keras tergantung pada aplikasi strukturalnya.

Proses *firing* harus dilakukan oleh tenaga profesional, menggunakan peralatan yang sesuai, dan dengan pemantauan suhu yang ketat, karena perlakuan yang tidak tepat dapat merusak sifat mekanik baja [4].

2.2 Heat Treatment

Proses perlakuan panas (*Heat Treatment*) adalah suatu proses mengubah sifat logam dengan cara mengubah struktur mikro melalui proses pemanasan dan pengaturan kecepatan pendinginan dengan atau tanpa merubah komposisi kimia logam yang bersangkutan. Tujuan proses perlakuan panas untuk menghasilkan sifat-sifat logam yang diinginkan. Perubahan sifat logam akibat proses perlakuan panas dapat mencakup keseluruhan bagian dari logam atau sebagian dari logam [5].

2.3 Hardening

Hardening adalah perlakuan panas terhadap logam dengan sasaran meningkatkan kekerasan alami logam. Perlakuan panas menuntut pemanasan benda kerja menuju suhu pengerasan, jangka waktu penghentian yang memadai pada suhu pengerasan dan pendinginan (*pengejutan*) berikutnya secara cepat dengan kecepatan pendinginan kritis. Akibat pengejutan dingin dari daerah suhu pengerasan ini, dicapai suatu keadaan paksaan bagi struktur baja yang merangsang kekerasan, oleh karena itu maka proses pengerasan ini disebut pengerasan kejut. Karena logam menjadi keras melalui peralihan wujud struktur, maka perlakuan panas ini disebut juga pengerasan alih wujud. Kekerasan yang dicapai pada kecepatan pendinginan kritis (*martensit*) ini diringi kerapuhan yang besar dan tegangan pengejutan, karena itu pada umumnya dilakukan pemanasan kembali menuju suhu tertentu dengan pendinginan lambat. Kekerasan tertinggi (66-68 HRC) yang dapat dicapai

dengan pengerasan kejut suatu baja, pertama bergantung pada kandungan zat arang, kedua tebal benda kerja mempunyai pengaruh terhadap kekerasan karena dampak kejutan membutuhkan beberapa waktu untuk menembus ke sebelah dalam, dengan demikian maka kekerasan menurun kearah inti [6].

2.4 Tempering

Perlakuan untuk menghilangkan tegangan dalam dan menguatkan baja dari kerapuhan disebut dengan memudahkan (*tempering*). Tempering didefinisikan sebagai proses pemanasan logam setelah dikeraskan pada temperatur tempering (di bawah suhu kritis), yang dilanjutkan dengan proses pendinginan. Baja yang telah dikeraskan bersifat rapuh dan tidak cocok untuk digunakan, melalui proses tempering kekerasan dan kerapuhan dapat diturunkan sampai memenuhi persyaratan penggunaan. Kekerasan turun, kekuatan tarik akan turun pula sedang keuletan dan ketangguhan baja akan meningkat. Meskipun proses ini menghasilkan baja yang lebih lunak, proses ini berbeda dengan proses anil (*annealing*) karena sifat-sifat fisis dapat dikendalikan dengan cermat. Pada suhu 200°C sampai 300°C laju difusi lambat hanya sebagian kecil karbon dibebaskan, hasilnya sebagian struktur tetap keras tetapi mulai kehilangan kerapuhannya [6]. Di antara Suhu 500°C dan 600°C difusi berlangsung lebih cepat, dan atom karbon yang berdifusi di antara atom besi dapat membentuk sementit. Menurut tujuannya proses tempering dibedakan sebagai berikut.

- A. *Tempering* pada suhu rendah (150°C-300°C). Tempering ini hanya untuk mengurangi tegangan tegangan kerut dan kerapuhan dari baja, biasanya pada alat alat potong dan mata bor
- B. *Tempering* pada suhu menengah (300° - 550°C). *Tempering* pada suhu sedang bertujuan untuk menambah keuletan dan kekerasannya sedikit berkurang. Proses ini digunakan pada alat alat kerja yang mengalami beban berat misalnya palu, pahat, pegas. Suhu yang digunakan adalah 500°C pada proses tempering.
- C. *Tempering* pada suhu tinggi (550° - 650°C). Tempering suhu tinggi bertujuan memberikan daya keuletan yang besar dan sekaligus kekerasannya menjadi agak rendah misalnya pada roda gigi, poros batang penggerak dan sebagainya [7].

3. METODE PENELITIAN

Objek utama dari penelitian ini adalah Proses perlakuan panas terhadap baja H-Beam dengan metode *firing* ini merupakan pelurusan baja H-Beam akibat welding yang dilakukan terhadap baja H-Beam.



Gambar 1. Meluruskan Baja H-Beam

Pada saat proses *Firing* alat yang digunakan dalam proses ini seperti mesin Huawei CG1-30, *stemple chalk*, penggaris siku, sebelum melakukan proses *firing* baja H-Beam diperiksa dulu dimana mengalami pembengkokan dengan menggunakan penggaris siku dan diberi tanda dengan spidol.

Tabel 1 Spesifikasi Mesin Huawei CG1-30

Type	CG1-30
Seri	10239537
Kecepatan pembakaran	50-750 Mm/Menit
Ketebalan pembakaran	5-100 mm
Diameter	∅200- ∅2000mm
Kekuatan	AC ∅220V-50 HZ

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perhitungan

Hasil dari proses perlakuan panas dengan metode *firing* dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3. Perhitungan untuk menentukan derajat kemiringan terhadap baja H-Beam adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil pengujian menggunakan penggaris siku

Beam Depth (mm)	Flange width (mm)	Web Thickness (mm)	Flange Thicknes (mm)	Kemiringan Thicknes (mm)
H500	500	25	30	16
H700	250	10	16	10
H700	450	9	16	5
H800	250	20	20	8
H2000	500	25	40	9

$$1. \quad \tan \theta = \frac{30}{250} \times \frac{180}{3,14} = 6,878^\circ$$

$$2. \quad \tan \theta = \frac{16}{125} \times \frac{180}{3,14} = 7,33^\circ$$

$$3. \quad \tan \theta = \frac{16}{225} \times \frac{180}{3,14} = 4,07^\circ$$

$$4. \quad \tan \theta = \frac{20}{125} \times \frac{180}{3,14} = 9,17^\circ$$

$$5. \quad \tan \theta = \frac{40}{250} \times \frac{180}{3,14} = 9,17^\circ$$

Tabel 3. Hasil perhitungan kemiringan H-Beam dengan menggunakan trigonometri

Beam Depth (mm)	Flange width (mm)	Web Thickness (mm)	Flange Thicknes (mm)	Kemiringan Thicknes (°)
H500	500	25	30	7°
H700	250	10	16	7°
H700	450	9	16	4°
H800	250	20	20	9°
H2000	500	25	40	9°

4.2 Pembahasan

Proses *firing* pada baja H-Beam merupakan salah satu teknik perlakuan panas yang bertujuan untuk memperbaiki atau mengubah sifat mekanik dari baja tersebut. Baja H-Beam adalah salah satu jenis baja struktural yang sering digunakan dalam konstruksi bangunan, jembatan, dan struktur lain karena memiliki kekuatan yang tinggi dan stabilitas yang baik. Tahapan-tahapan pada proses *firing* pemanasan yang bertujuan untuk membakar molekul material yang ada di H-Beam sehingga molekul yang ada di dalam H-Beam menyebar mengakibatkan Baja H-Beam lurus. Penyebab dari Baja H-Beam bengkok dikarenakan adanya kekuatan Tarik, kekuatan tekan, kekerasan, elastisitas dan plastisitas yang diakibatkan dari proses pengelasan yang dilakukan pada H-Beam, oleh karena itu dilakukan perlakuan panas (*firing*) dengan cara pembakaran terhadap baja H-Beam. Pada proses *firing* dilakukan pemanasan hingga suhu tertentu yang tergantung pada komposisi karbonnya dan sifat-sifat yang ingin dicapai. Suhu biasanya berada di antara 500-600°C atau dapat disebut juga perlakuan tempering dan tergantung pada tujuan perlakuan panas. Pada suhu ini, baja karbon mengalami transformasi fase dari struktur ferit/perlit menjadi austenit. Fase austenit adalah fase yang lebih lunak dan lebih mudah dibentuk. Jika melebihi suhu 600°C dapat merubah bentuk/diameter dari baja H-Beam tersebut.

Pengecekan suhu dilakukan dengan menggunakan stemple chalk, jika *stemple chalk* meleleh maka suhu sudah melebihi 600°C. Proses *firing* menggunakan mesin Huawei CG1-30 yang mempunyai kecepatan 50-750 mm/Menit dengan menggunakan nozzle 1000 dan 1500 tergantung tebal dari baja H-Beam nya, pada penggunaan nozzle 1000 pada ketebalan kurang dari 65 mm, sedangkan penggunaan nozzle 1500 tebal lebih dari 65 mm. Lama proses *firing*, tergantung kemiringan yang dihasilkan dari proses pengelasan pada H-Beam,

semakin miring baja maka proses *firing* semakin lama. Setelah dilakukan proses *firing* baja H-Beam akan dilakukan pengecekan dengan menggunakan penggaris siku, jika belum presisi maka akan dilakukan pembakaran ulang/ proses *firing* kembali. Setelah perlakuan panas terhadap baja H-Beam selesai maka dilakukan pendinginan dengan udara atau disebut juga *normalizing*.

5. KESIMPULAN

Hasil kesimpulan dari penelitian ini adalah proses *firing* dapat meluruskan baja H-Beam dengan menggunakan mesin Huawei CG1-30 yang memiliki kecepatan 50-750 mm/menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anggraini L. **2018**. Analisa Struktur Mikro Pada Proses *Firing* Dalam Fabrikasi Welded Beam Dengan Bahan SM490YB. Prosiding Seminar Nasional Pakar: 363-367.
- [2]. Zakaria T, Juniarti AD, Budi BS. **2023**. Analisis pengendalian kualitas cacat dimensi pada header boiler menggunakan metode FMEA dan FTA. Jurnal InTent: 6(1): 24-36.
- [3]. Sulaiman S. **2010**. Pengaruh Proses Fairing Terhadap Sifat Mekanis Sambungan Pelat Pada Bagian Lambung Kapal. Journal of Gema: 1-9.
- [4]. Rizki RDR, Pranatal E, Imawan P. **2022**. Analisa Pengaruh Metode Fairing Terhadap Sifat Mekanis Di Area Pengelasan Pada Lambung Kapal. Prosiding Senastitan: 2: 192-199.
- [5]. Andreansyah M, Anjani RD, Naubnome V. **2024**. Pengaruh Proses Heat Treatment (Quenching dan Tempering) Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Karbon Menengah. Jurnal Serambi Mekkah: 9(1): 7864-7872.
- [6]. Rahmadani R, Hidayat A, Fadri MY, Syaputra AR, Haprabu EPS, Nugroho VA, Goin B, Arifin S, Djiwo S. **2020**. Pengaruh Hardening Terhadap Struktur Mikro Dan Sifat Mekanis Baja AISI 1045.. Jurnal Mesin Material Manufaktur dan Energi: 1(2): 14-18.
- [7]. Wiharja I, Haryadi GD, Umardani Y, Hardjuno AT. **2014**. Pengaruh proses heat treatment tempering terhadap struktur mikro dan nilai kekerasan pada sambungan las *thermite* UIC-54. Jurnal Teknik Mesin S-1: 2(4): 454-462.