

Analisa Proses Pembuatan Profil *Welded Beam* dan Perlakuan *Repair* Pada Deformasi Dengan Metode *Straightening* dan *Firing* di PT DHJ

Diva Hafidz Fernanda⁽¹⁾, Royan Hidayat⁽²⁾

⁽¹⁾⁽²⁾Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pancasakti Tegal

divahafidz2308@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis proses pembuatan profil *welded beam* serta metode perbaikan deformasi yang diterapkan di PT. DHJ. Dalam proses fabrikasi *welded beam*, deformasi sering kali terjadi akibat panas yang ditimbulkan selama proses pengelasan. Deformasi ini, apabila tidak ditangani dengan baik, dapat menurunkan kualitas produk serta menyebabkan ketidaksesuaian dimensi terhadap spesifikasi teknis. PT. DHJ menggunakan dua metode utama dalam menangani deformasi, yaitu metode *straightening* (pelurusan secara mekanis) dan *firing* (pemanasan lokal). Penelitian ini dilakukan melalui observasi langsung terhadap proses fabrikasi, pengukuran dimensi sebelum dan sesudah perlakuan *repair*, serta wawancara dengan teknisi lapangan. Hasil analisa menunjukkan bahwa kombinasi metode *straightening* dan *firing* mampu mengembalikan bentuk profil secara efektif, dengan tingkat kesalahan dimensi akhir berada dalam batas toleransi standar industri. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan metode perbaikan yang tepat dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas hasil produksi pada proses manufaktur struktur baja.

Kata Kunci: *welded beam*, deformasi, *straightening*, *firing*, PT. DHJ

Pendahuluan

Dalam dunia industri konstruksi dan manufaktur modern, baja merupakan salah satu material utama yang digunakan dalam pembangunan struktur karena kekuatan, keawetan, serta fleksibilitas dalam proses pembentukannya. Salah satu produk berbasis baja yang umum digunakan adalah *welded beam*, yaitu balok hasil pengelasan dari beberapa pelat baja yang disusun sesuai kebutuhan desain. Dibandingkan dengan *rolled beam* standar pabrik, *welded beam* memiliki keunggulan dalam fleksibilitas ukuran dan kemampuan untuk disesuaikan dengan kebutuhan proyek (Kalpakjian & Schmid, 2014).

Namun, dalam proses pembuatan *welded beam*, terutama pada tahap pengelasan, sering terjadi deformasi akibat distribusi panas yang tidak merata. Deformasi ini dapat menyebabkan penyimpangan bentuk dan dimensi, yang pada akhirnya berdampak pada ketidaksesuaian terhadap spesifikasi teknis serta menurunkan kualitas struktur. Oleh karena itu, diperlukan metode perbaikan (*repair*) yang tepat untuk mengembalikan bentuk geometri sesuai standar yang diinginkan (Masubuchi, 1980).

PT Duta Hita Jaya, sebagai salah satu perusahaan yang bergerak di bidang fabrikasi struktur baja, menghadapi tantangan serupa dalam proses produksi *welded beam*. Untuk mengatasi deformasi yang terjadi, perusahaan menerapkan dua metode utama, yaitu *straightening* (pelurusan secara mekanis) dan *firing* (pemanasan lokal pada area terdeformasi). Kedua metode ini terbukti efektif dalam praktik industri, namun efektivitas dan efisiensinya perlu dianalisis secara mendalam untuk memastikan kualitas hasil produksi tetap terjaga (Gould, 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses pembuatan *welded beam* di PT Duta Hita Jaya, mengidentifikasi jenis deformasi yang terjadi setelah proses pengelasan, serta mengevaluasi

penerapan metode *straightening* dan *firing* sebagai solusi perbaikan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi praktis dalam pengendalian deformasi pada proses fabrikasi struktur baja di lingkungan industri.

Landasan Teori

1. *Welded Beam*

Welded beam adalah balok struktural yang dibentuk dari beberapa pelat baja yang disambung melalui proses pengelasan. Jenis balok ini umum digunakan dalam konstruksi bangunan dan jembatan karena dapat disesuaikan dengan kebutuhan desain, baik dari segi dimensi maupun bentuk penampang. Keunggulan dari *welded beam* dibanding *rolled beam* adalah efisiensi material dan fleksibilitas produksi (Kalpakjian & Schmid, 2014).



Profil *Welded Beam*
(Sumber : PT. DHJ)

2. Pemotongan Pelat Baja

Pemotongan pelat baja adalah proses pemisahan material baja menjadi bentuk atau ukuran yang diinginkan menggunakan berbagai teknik, seperti pemotongan oksigen, pemotongan laser, dan pemotongan plasma. Proses ini mempengaruhi kualitas potongan, ketahanan material, dan tingkat deformasi yang terjadi pada material tersebut. Pemilihan metode pemotongan yang tepat sangat bergantung pada ketebalan pelat dan jenis baja yang digunakan (W. Zhang, 2018).

3. *Marking*

Marking dalam konteks fabrikasi dan teknik sering merujuk pada proses penandaan atau pemberian tanda pada bahan (seperti baja, logam, atau komponen lain) untuk menunjukkan area pemotongan, pengelasan, atau pengolahan lainnya. Proses marking ini bisa dilakukan dengan berbagai cara, misalnya menggunakan alat seperti pensil, spidol khusus, atau mesin marking otomatis. *Marking* ini akan digunakan oleh kontraktor sebagai panduan untuk memulai setiap pekerjaan. Dengan *marking*, kontraktor dapat membentuk desain, ukuran, penempatan ruang secara presisi (M. D. Lee, 2016).

4. *Assembly*

Proses assembly dalam dunia manufaktur merupakan kegiatan merangkai berbagai komponen atau bagian hingga menjadi sebuah produk yang utuh. Kegiatan ini bisa dilakukan secara manual, menggunakan bantuan mesin (semi-otomatis), maupun sepenuhnya otomatis, tergantung kebutuhan produksi dan tingkat kerumitan produk. Seiring berkembangnya teknologi otomasi, lini perakitan kini mampu bekerja lebih cepat dan efisien, sekaligus meningkatkan kualitas serta keseragaman hasil produksi. Dalam praktiknya, proses perakitan

menuntut pemahaman yang baik mengenai setiap komponen yang digunakan, karena masing-masing elemen memiliki fungsi tertentu agar produk akhir dapat bekerja sebagaimana mestinya. (M. T. Robinson, 2020).

5. Pengelasan

Pengelasan merupakan proses menghubungkan dua material atau lebih, umumnya logam, dengan cara memanaskannya hingga bagian yang akan disatukan mencair. Setelah mencapai kondisi cair, material tersebut kemudian menyatu sehingga membentuk sambungan yang kokoh.

6. Deformasi

Proses pengelasan menghasilkan suhu tinggi pada daerah las dan sekitarnya. Pemanasan dan pendinginan yang tidak merata selama proses ini menyebabkan ekspansi dan kontraksi termal yang mengakibatkan deformasi. Deformasi ini dapat berupa penyimpangan bentuk seperti lengkungan (*camber*), lengkungan samping (*sweep*), puntiran (*twist*), maupun penyimpangan dimensi lainnya (Masubuchi, 1980). Jika tidak diperbaiki, deformasi ini akan berdampak negatif terhadap presisi, kekuatan, dan kualitas sambungan struktur baja.

7. *Straightening*

Metode *straightening* merupakan proses pelurusan deformasi menggunakan gaya mekanis, seperti tekanan atau gaya tarik, yang diterapkan pada bagian struktur yang mengalami penyimpangan bentuk. Pelurusan dapat dilakukan secara manual maupun dengan bantuan alat hidrolik. Metode ini relatif cepat dan tidak membutuhkan panas, tetapi memerlukan kontrol tekanan yang tepat untuk menghindari kerusakan material (Gould, 2011).

8. *Firing*

Metode *firing* atau pemanasan lokal adalah teknik yang digunakan untuk mengoreksi deformasi dengan cara memanaskan area tertentu dari struktur baja menggunakan oxy-acetylene torch atau alat pemanas lainnya. Pemanasan menyebabkan ekspansi termal lokal, dan saat mendingin, area tersebut mengalami kontraksi yang menghasilkan tarikan pada bagian yang terdeformasi, sehingga struktur kembali mendekati bentuk semula (Lincoln Electric, 1994). Metode ini efektif namun memerlukan keterampilan tinggi agar distribusi panas tetap terkendali dan tidak menyebabkan kerusakan tambahan.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif kualitatif melalui pendekatan studi kasus di PT. DHJ, perusahaan yang berfokus pada produksi dan fabrikasi struktur baja. Penelitian ini diarahkan untuk mempelajari tahapan pembuatan welded beam, mengidentifikasi bentuk-bentuk deformasi yang terjadi akibat proses pengelasan, serta menilai efektivitas penggunaan metode straightening dan firing dalam memperbaiki deformasi tersebut.

1. Objek Penelitian

Objek yang diteliti berupa profil *welded beam* yang diproduksi dari pelat baja SS400 dengan ketebalan antara 10 mm sampai 20 mm. Proses pengelasan dilakukan menggunakan metode SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) sesuai prosedur pengelasan yang diterapkan oleh perusahaan.

2. Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui beberapa teknik, yaitu:

- a. Observasi langsung terhadap proses fabrikasi mulai dari pemotongan pelat, perakitan, pengelasan, hingga tahap perbaikan deformasi.
- b. Wawancara semi-terstruktur dengan teknisi pengelasan dan supervisor produksi untuk memperoleh informasi terkait metode dan pertimbangan teknis dalam pemilihan metode perbaikan.

3. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil pengukuran dimensi dianalisis untuk mengetahui sejauh mana deformasi terjadi dan seberapa efektif metode *straightening* dan *firing* dalam memperbaikinya. Perbandingan dilakukan antara nilai dimensi aktual dengan standar toleransi fabrikasi yang digunakan oleh perusahaan.

Hasil wawancara dan observasi dikategorikan dan disimpulkan untuk mengetahui praktik terbaik serta tantangan dalam penerapan kedua metode perbaikan. Hasil analisis ini kemudian digunakan untuk merumuskan rekomendasi teknis yang aplikatif bagi peningkatan kualitas proses produksi di PT Duta Hita Jaya.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Pemilihan Material Baja

Material pelat yang umumnya digunakan sebagai bahan pembuatan profil *welded beam* di PT. DHJ adalah pelat baja tipe SS400. SS400 sendiri merupakan singkatan dari *Steel Structure 400*, yang menandakan bahwa baja tersebut memiliki nilai kekuatan tarik minimum sebesar 400.



Pelat SS400
(Sumber : PT. DHJ)

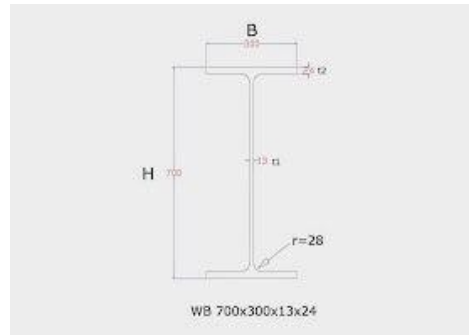
Ukuran plat SS400 dapat berbeda-beda sesuai kebutuhan dan spesifikasi masing-masing proyek. Pada umumnya, plat ini tersedia dengan lebar sekitar 600 mm hingga 2000 mm, serta panjang antara 1200 mm sampai 12000 mm. Ketebalan plat SS400 juga cukup beragam dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan struktur. Variasi ketebalannya biasanya mulai dari 1,2 mm hingga 200 mm, atau bahkan lebih, tergantung pada penggunaan dan tuntutan desain proyek.

2. CNC Cutting

CNC Cutting atau *plasma cutting* merupakan mesin yang berfungsi untuk memotong material baja maupun logam lainnya. Pada proses pemotongannya, udara yang telah dikompresi yang terdiri dari sekitar 78 persen nitrogen, 21 persen oksigen, dan 1 persen argon dialirkan keluar melalui nozzel dengan kecepatan sangat tinggi. Bersamaan dengan itu, terbentuk busur listrik yang mengalir melalui gas menuju permukaan logam, sehingga sebagian udara berubah menjadi plasma. Plasma tersebut memiliki temperatur yang sangat tinggi, cukup untuk mencairkan logam, dan mampu bergerak cepat mengikuti jalur pemotongan sehingga material dapat terbelah dengan rapi.

Tahapan awal dalam pembuatan *welded beam* dimulai dengan proses pemotongan plat mentah di workshop 1. Plat tersebut kemudian dibentuk menjadi bagian *web* dan *flange* menggunakan mesin

CNC Cutting sesuai dimensi yang dibutuhkan atau mengikuti spesifikasi pesanan. Sebagai contoh pembahasan, digunakan ukuran *welded beam* WB 700×300×13×24.



Bentuk dan Ukuran Profil *Welded Beam*
(Sumber : gentabaja.blogspot.com)

Profil melintang WB 700x300x13x24 terdiri dari tiga lembar plat yang akan dirakit melalui proses *welded beam*. Dua lembar pertama adalah plat *flange* berukuran tebal 24 mm dengan lebar 300 mm dan panjang 12.000 mm. Satu lembar lainnya merupakan plat *web* dengan tebal 13 mm, lebar 652 mm, dan panjang 12.000 mm. Pada bagian sambungan antara *web* dan *flange*, plat perlu dibentuk bevel, dan ketebalan pengelasan harus mengikuti ukuran radius sebesar 28 mm.

Mesin *CNC Cutting* bekerja dengan sistem pemotongan satu garis lurus. Sebelum proses dimulai, plat diukur terlebih dahulu sesuai kebutuhan, kemudian posisi torch diatur tepat pada bagian yang akan dipotong. Setelah itu, operator menyesuaikan setelan pembakaran dan kecepatan gerak mesin. Ketika semua parameter telah siap, pemotongan dimulai dari ujung plat hingga api berhasil menembus material. Setelah titik tembus tercapai, mesin akan bergerak otomatis mengikuti jalur potongan. Untuk memotong plat sepanjang 12 meter, mesin membutuhkan waktu sekitar 30 menit.



Pemotongan Plate Dengan *CNC Cutting* (Sumber : PT Duta Hita Jaya(Setu))

Pada PT. DHJ tahap cutting terdapat 2 mesin alat pemotong material yaitu *CNC Cutting* 1 dan 2. Tebal plate minimum yang biasa dipotong adalah 5 mm dan maksimum sampai dengan 150 mm.



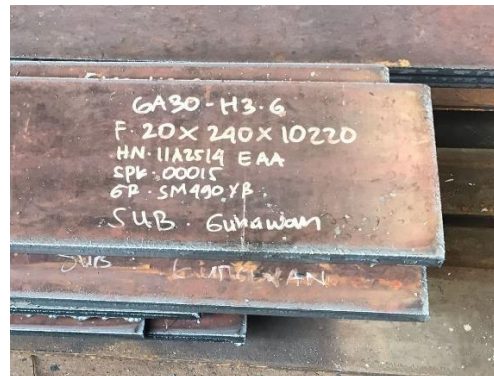
Hasil Potongan Pelat
(Sumber PT. DHJ)

3. Proses *Marking*

Setelah proses pemotongan selesai, tahap berikutnya adalah menyusun profil *welded beam*. Pada bagian ini, material yang telah dipotong dirapikan terlebih dahulu lalu dilakukan proses perancangan serta penandaan (*marking*). Perakitan antara *web* dan *flange* hingga membentuk profil H-Beam dilakukan dengan pengelasan titik sebagai tahap awal penyambungan. Sebelum memasuki proses *tack welding*, seluruh potongan baja dipilah dan disiapkan sesuai kebutuhan. *Web* dan *flange* kemudian disusun mengikuti tanda atau *marking* yang telah ditetapkan sebelumnya.

Beberapa hal yang harus diperhatikan selama tahap penyusunan antara lain:

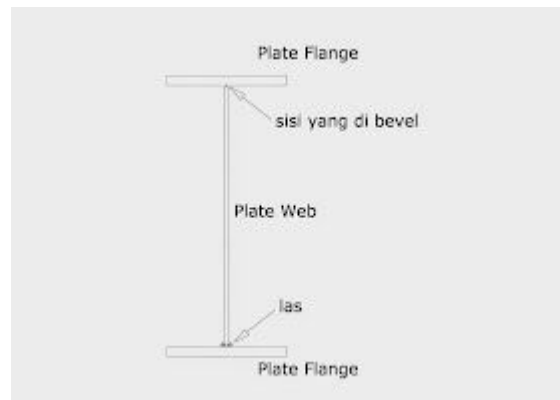
- a. Kualitas hasil potongan web dan flange
- b. Dimensi material yang sudah dibuatkan marking
- c. Ketepatan posisi penempatan antara *web* dan *flange*



Marking Pelat
(Sumber : PT. DHJ)

4. *Tack Welding*

Tack welding adalah tahap penyambungan awal di mana lembaran plat dirakit menjadi bentuk H-Beam dengan melakukan las titik. Titik-titik las dibuat secara berselang-seling (*zig-zag*) dan setiap titik memiliki jarak sekitar 30 cm. Pada proses ini, *web* dan *flange* yang sudah ditata sesuai bentuk profil kemudian diberi titik las menggunakan metode *Flux Cored Arc Welding* (FCAW) untuk memastikan posisinya tetap sebelum dilakukan pengelasan penuh.



Bagian Yang di Tack Welding (Sumber : gentabaja.blogspot.com)

Dari gambar diatas sudah jelas yang dimaksud potongan plate yang di *welded*/las menjadi profile *welded beam*. Pengelasan dilakukan dengan mesin *assy beam* seperti gambar dibawah ini.



Proses Teck Welding
(Sumber : PT. DHJ)



Hasil Tack Welding
(Sumber : PT Duta Hita Jaya (Setu))

5. Pengelasan Penuh Profil *Welded Beam*

Proses ini menggunakan metode pengelasan *Submerged Arc Welding* (SAW), yaitu teknik pengelasan penuh yang bekerja dengan cara mencairkan logam induk dan elektroda melalui panas dari busur listrik yang terbentuk antara elektroda dan material yang dilas. Pada metode ini tidak diperlukan tekanan tambahan, sementara logam pengisi dialirkan secara mekanis ke area busur listrik. Seluruh proses pengelasan berlangsung di bawah tumpukan flux, dan elektroda yang digunakan merupakan elektroda logam padat.

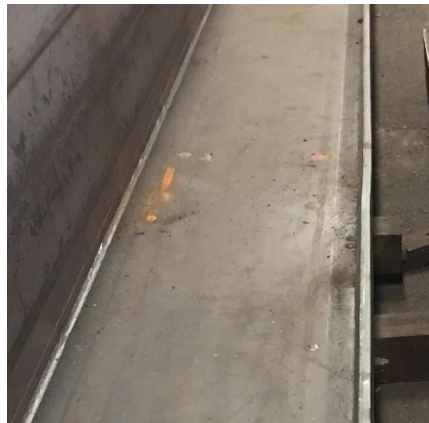
SAW pada PT. DHJ menggunakan arus AC karena cocok untuk arus tinggi, elektroda majemuk (tandem), pengelasan dengan tempat sempit dan menghindari *arc blow* (tiupan busur). Arus DC diatas 1000 ampere sangat jarang digunakan karena akan menimbulkan *arc blow* yang kuat terutama pada penggunaan elektroda tunggal. Di PT. DHJ sendiri menggunakan 600 amperes DC dan 8,13 *Welding speed* (m/menit).



Proses Pengelasan Penuh
(Sumber : PT. DHJ)

6. Distorsi

Distorsi merupakan perubahan bentuk pada material yang muncul akibat paparan panas berlebih selama proses pengelasan. Kondisi ini biasanya terjadi ketika material mengalami tahap pendinginan, di mana panas tinggi menyebabkan bagian tertentu menyusut atau mengembang secara tidak merata. Ketidakseimbangan tersebut menimbulkan gaya tarik-menarik dalam material sehingga akhirnya membuat bentuknya menjadi melengkung.



Distorsi *Welded Beam*
(Sumber : PT. DHJ)

7. Mesin Straightening

Untuk mengatasi cacat pada hasil pengelasan, perlu dilakukan proses *straightening*. *Straightening* merupakan tempat pelurusan *flange* yang bengkok akibat dari panas saat pengelasan. Proses *straightening* menggunakan mesin roll khusus untuk profile *welded beam* seperti pada gambar di bawah ini.



Mesin Straightening
(Sumber : PT. DHJ)

Cara kerja mesin straightening dimulai dari menaikkan *beam* pada posisi berdiri dari posisi belakang mesin. Ketika posisi *beam* sudah berada di tengah roda *clamp* jepit sisi *web* dengan mendorong roda *clamp* yang berada disisi dengan menggunakan alat kunci pas. Ketika sisi *web* sudah di kunci dengan roda *clamp* samping, atur elevation motor dengan menurunkan *left* dan *reight* elevation untuk mencapai *beam* yang sesuai ukuran (posisi siku pada setiap bidangnya). Mainkan *motor control* dengan menekan tombol *forward* untuk memajukan *beam* yang sudah di *press* pada elevation *clamp* dan roda *clamp* sisi *web*. Setelah selesai di *press* harap dicek kembali untuk memastikan ketepatan penyikuan *beam* dan ukuran *beam* dari *flange* atas hingga *flange* bawah.

8. Firing

Firing menggunakan deformasi plastis yang disebabkan oleh pemanasan logam secara lokal untuk mengimbangi deformasi awal dan mencapai tujuan pelurusan. Deformasi yang paling umum pada profil *welded beam* adalah deformasi tekukan, tetapi terkadang ada juga deformasi sudut pada *web*. Profil *welded beam* dengan tekukan pada arah yang berbeda dalam bidang *web* diperbaiki dengan pemanasan segitiga sedangkan pada bidang *flange* menggunakan pemanasan strip.

Profil *welded beam* memiliki kekakuan tinggi, selain membutuhkan suhu pemanasan yang sedikit lebih tinggi (750~800°C), perbaikan juga membutuhkan bantuan gaya eksternal. Pertama, kencangkan profil *welded beam* pada platform dan kencangkan secara diagonal di kedua ujungnya dengan baut tegangan, lalu panaskan flensa atas di tengah balok. Jika puntirannya parah, panas juga dapat diterapkan ke *web* tengah.

Setelah pemanasan, kencangkan batang baut untuk menerapkan gaya eksternal guna memperbaiki puntiran. Jika satu pemanasan tidak cukup untuk memperbaiki puntiran sepenuhnya, ulangi proses koreksi, tetapi usahakan untuk tidak tumpang tindih posisi pemanasan dengan yang sebelumnya.



Proses *Firing*
(Sumber :PT. DHJ)

Kualitas profil *welded beam* yang telah diperbaiki harus memenuhi spesifikasi dalam “Tabel Penyimpangan yang Diizinkan untuk Baja sebelum Penggunaan”. Oleh karena itu profil *welded beam* yang telah selesai di *firing* harus masuk ke QC untuk di cek kelayakannya.

Kesimpulan

1. Material *welded beam* adalah satu jenis material baja yang memiliki dimensi dan bentuk profil menyerupai WF dan H *Beam*.
2. Deformasi terjadi pada saat pemrosesan *welded beam* yang terbentuk selama pengelasan baja karena pemanasan lokal, dan pemanasan yang tidak merata ini menghasilkan tegangan pengelasan.
3. *Strsightening* adalah metode untuk memperbaiki deformasi profil *welded beam* menggunakan mesin roll khusus untuk meluruskan bagian flange dengan cara di *press*.
4. *Firing* adalah metode untuk memperbaiki deformasi profil *welded beam* akibat suhu panas dari pengelasan dengan cara memanaskan pada bagian yang terkena deformasi dengan pemanasan segitiga pada suhu tertentu.

Daftar Pustaka

- [1] Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). *Manufacturing Engineering and Technology* (7th ed.). Pearson.
- [2] Masubuchi, K. (1980). *Analysis of Welded Structures: Residual Stresses, Distortion, and Their Consequences*. Pergamon Press.
- [3] Gould, J. E. (2011). *Welding Process Fundamentals*. ASM International.
- [4] W. Zhang, A. F. (2018). Cutting Techniques for Steel Plates: Advances and Challenges. 77–82.
- [5] Masubuchi, K. (1980). *Analysis of Welded Structures: Residual Stresses, Distortion, and Their Consequences*. Pergamon Press.
- [6] Gould, J. E. (2011). *Welding Process Fundamentals*. ASM International.
- [7] Lincoln Electric. (1994). *Welding Techniques Handbook*. Lincoln Electric Company.