

PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN SMAW PADA MATERIAL St60 TERHADAP HASIL PENGUJIAN KEKERASAN DAN KETANGGUHAN

Azhari¹, Hamdani^{2*}, Mawardi²

¹Mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh – Medan Km.280 Buketrata

*Penulis Korespondensi: hamdani_jtm@pnl.ac.id

Abstrak

Baja St60 adalah baja karbon sedang yang mengandung kadar karbon 0,3-0,6% dan kandungan karbonnya. Las SMAW merupakan proses las busur manual dimana panas pengelasan dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda terumpan berpelindung flux dengan benda kerja. Pada penelitian ini pengelasan baja St60 menggunakan SMAW dengan arus 80A, 90A dan 100A serta elektroda E7016. Dari hasil penelitian diperoleh hasil pengujian impak harga impak tertinggi pada arus pengelasan 80 A sebesar 2,81 Joule/mm² sedangkan harga impak terendah pada arus pengelasan 100 A. sedangkan hasil pengujian kekerasan untuk ketiga lokasi titik pengujian baik pada base metal, HAZ dan weld yang mempunyai nilai tertinggi pada bagian weld sebesar 24,17 HRC dengan arus pengelasan 90 A. Sedangkan untuk bagian HAZ nilai kekerasan tertinggi pada arus pengelasan 100 A sebesar 22,33 HRC

Keywords: Baja St60, SMAW, base metal, HAZ dan weld.

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut setiap individu untuk menguasai perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi agar dapat mengaplikasikan ilmunya dalam dunia kerja salah satunya yaitu metode pengelasan SMAW.

Pengelasan yang cukup banyak digunakan adalah *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) karena penggunaannya lebih mudah. Meskipun demikian metode ini tidak mudah dalam mempraktikannya. Jika arus las tinggi, maka kecepatan pencairan logam yang menghasilkan butiran percikan kecil, jika arus semakin rendah, maka pencairan logam dari ujung elektroda pada busur listrik menjadi tidak beraturan karena laju pemadatan yang lambat [1].

Pembangunan konstruksi dengan logam masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun, karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan ketrampilan yang tinggi bagi pengelasnya, agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam

konstruksi sangat luas meliputi perkapakan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, sarana transportasi, rel, pipa saluran dan lain sebagainya salah satunya menggunakan material St60.

Baja St60 merupakan baja karbon sedang yang mengandung kadar karbon 0,3-0,6 % dan kandungan karbonnya memungkinkan baja tersebut untuk dikeraskan sebagian dengan perlakuan panas yang sesuai. Baja karbon sedang ini digunakan untuk sejumlah peralatan mesin seperti roda gigi, poros, sekrup dan alat presisi lainnya [2].

Kekuatan hasil lasan St60 dipengaruhi oleh tegangan busur, besar arus, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan dan polaritas listrik. Penentuan besarnya arus dalam penyambungan logam menggunakan las busur mempengaruhi efisiensi pekerjaan dan bahan las.

Pada penelitian ini penulis mengembangkan penelitian dari [3] dimana hasil penelitian mengatakan bahwa nilai kekerasan hasil pengelasan baja St 60 menggunakan pengelasan SMAW untuk bagian weld dan HAZ tertinggi pada arus 90 A, sedangkan nilai kekerasan tertinggi base metal pada arus 70 A.

Dari penelitian di atas maka penentuan besar arus dalam pengelasan ini adalah 80 A, 90 A, dan

100 A. dimana pengambilan arus pengelasan 80 A dan 100A dimaksudkan sebagai pembandingan dengan interval arus 90A.

1.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penulisan skripsi ini antara lain:

1. Dapat mengetahui data hasil uji ketangguhan dan kekerasan.
2. Dapat mengetahui pengaruh variasi arus pengelasan 80A, 90A dan 100A terhadap sifat mekanik material St60.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan ini, penulis perlu membuat batasan-batasan masalah untuk menghindari pembahasan yang tidak perlu. Adapun pokok masalah pembahas yang akan dibahas dalam “Pengaruh variasi Arus Pengelasan SMAW Pada Material St60 terhadap Hasil Pengujian Ketangguhan dan Kekerasan” yaitu:

1. Penelitian dilakukan secara eksperimental.
2. Penelitian ini menggunakan bahan material St60 dengan ketebalan 10 mm.
3. Pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) dengan menggunakan kampuh V.
4. Elektroda yang digunakan yaitu E7018 dengan posisi pengelasan dibawah tangan 1G.
5. Arus pengelasan yaitu 80A, 90A dan 100A.
6. Hasil dari pengelasan dengan variasi arus pengelasan dilakukan pengujian ketangguhan dan kekerasan dengan tiga lokasi pengujian yaitu *weld*, HAZ dan *base metal*.

2 Metoda Penelitian

2.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan lebih kurang selama 16 minggu. Adapun tempat dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengelasan dilakukan di Laboratorium *Welding Technology* dan Fabrikasi Logam Politeknik Negeri Lhokseumawe.
2. Proses pemotongan material dilakukan di Laboratorium *Welding Technology* dan Fabrikasi Logam Politeknik Negeri Lhokseumawe.
3. Pengujian ketangguhan dan kekerasan di Laboratorium Uji Material dan Karakterisasi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.

2.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagaimana terlihat pada Tabel 1

Tabel 1 Bahan yang digunakan

No	Nama alat	Jumlah	Keterangan
1	Mesin las SMAW	1	Set
2	Gerinda tangan	1	Set
3	Alat ukur (jangka sorong)	1	Buah
4	Perlengkapan keselamatan kerja las	1	Set
5	Gergaji besi <i>hacksaw</i>	1	Buah
6	Kikir	1	Buah
7	Kertas gosok	1	Buah
8	Palu	1	Buah
9	Mesin uji impact	1	Set
10	Sikat kawat	1	Buah
11	Mesin uji ekerasan	1	Set

2.2.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Plat St60
2. Elektroda E 7016
3. Cairan *Penetrant*
4. Kain lap
5. Amplas

2.3. Proses Pengelasan

Dalam penelitian ini jenis las yang digunakan adalah SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) Sebelum proses pengelasan dimulai, St60 yang sudah dibuat kampuh las tersebut harus dibersihkan dari kotoran seperti debu, karat, air dan lain sebagainya untuk menghindari terjadinya cacat las.

Berikut adalah langkah-langkah proses pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*):

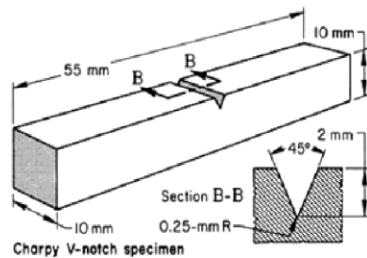
1. Permukaan benda kerja dibersihkan dengan cara di amplas, yang berguna untuk menghilangkan oksida pada St60.
2. Mempersiapkan semua peralatan yang akan digunakan seperti mesin las SMAW
3. Kemudian setelah semua bahan dan alat sudah disiapkan, letakkan bahan material ke meja kerja dan posisikan benda kerja dengan posisi sambungan kampuh pengelasan *Single V-groove* tersebut dengan sudut 60^0 dan lebar celah 3 mm
4. Mempersiapkan elektroda E 7016 yang akan digunakan dalam penelitian ini

5. Pada waktu akan dilakukan pengelasan dengan masing-masing arus sebesar 80 Ampere, 90 Ampere, dan 100 Ampere.
6. Mengulangi tahap 1-5 sesuai dengan variable arus yang ditentukan dalam penelitian.

2.4. Uji Ketangguhan Metode Charpy

Proses pengujian ketangguhan dilakukan pada semua spesimen, 1 spesimen tidak adanya perlakuan pengelasan sedangkan 10 spesimen yang telah dilakukan proses pengelasan. Adapun langkah-langkah pengujian ketangguhan metode charpy sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan jangka sorong lakukan pengukuran luas area dibawah takik dari spesimen uji. Catat hasil pengukuran didalam lembar data. Adapun bentuk dan ukuran spesimen pengujian impact mengikuti standar ASTM E-23, Sebagaimana terlihat pada Gambar 1



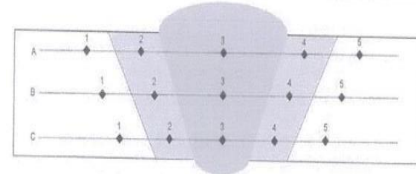
Gambar 1 Bentuk dan ukuran spesimen pengujian ketangguhan

2. Menghidupkan kompresor dan tunggu tekanan sampai 6 bar.
3. Membuka *safety guard* mesin, siapkan mesin uji, pasang spesimen pada pemegangnya dan Angkat hammer dengan tangan dan pasang kunci.
4. Memastikan jarum penunjuk ke posisi 300 joule.
5. Meletakkan spesimen yang akan diuji pada tempat dudukan spesimen, atur posisi spesimen dan Tutup pengaman mesin (*safety guards*).
6. Menekan tombol yang terletak *disafety guards*, lalu pendulum memukul spesimen uji.
7. Setelah itu bawa pendulum dengan hati-hati keposisi semula dengan menarik pendulum break secara perlahan.
8. Membaca posisi jarum dan baca skala dial, catat hasil pembacaan.
9. Mengambil benda uji dan amatilah permukaan patahannya didalam lembar data.
10. Mengulangi pengujian untuk spesimen-spesimen lainnya.

2.5. Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan pada spesimen dengan alat uji kekerasan *Rockwell*. Cara pengukuran kekerasan dengan metode HRC (*hardness rockwell cone*) sebagai berikut:

1. Memilih pada permukaan yang rata untuk bagian yang akan ditekan dengan penetrator, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2 Lokasi titik uji kekerasan

2. Memasangkan landasan rata untuk benda uji pada dudukannya,
3. Menggerakkan tuas pada posisi 1,
4. Memasangkan *penetrator* (kerucut intan 120°) pada pemegangnya, kemudian memasukkan pemegang pada dudukannya dengan mengencangkan baut dengan kunci L,
5. Memilih beban utama dengan cara memutar roda pengatur landasan,
6. Menjepit benda uji dengan memutar roda pengatur landasan,
7. Menggerakkan tuas ke posisi 2 secara perlahan-lahan dengan selalu melihat penetratornya untuk menjamin tidak terjadi benturan dengan benda uji. Jika permukaan benda uji sedikit miring, posisikan bagian yang rendah di depan. Pada posisi 2 ini jarum indikator telah berputar,
8. Menggerakkan tuas ke posisi 3 secara perlahan-lahan sebagai pembebanan awal. Mengatur jarum penunjuk pada dial indikator pada posisi 0 untuk menghilangkan beban awal sesuai dengan metoda yang digunakan. Pada mesin ini hanya tersedia metode *Rockwell B* dan *Rockwell C*. Gunakan skala bagian luar untuk *Rockwell C*,
9. Menggerakkan tuas ke posisi 4 secara perlahan-lahan sebagai pembebanan utama. Jarum pada peraga akan bergerak, menunggu hingga jarum berhenti lagi (kira-kira 20 detik).
10. Menggerakkan tuas pada posisi 3 perlahan-lahan, membaca angka kekerasannya pada angka yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk.
11. Mengembalikan tuas pada posisi 2, dan posisi 1 secara perlahan-lahan
12. Pengujian dilakukan 5 kali dengan cara menggeser benda uji.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Uji Ketangguhan/Impak

Pengujian impact dilakukan pada tanggal 19 Desember 2023 di Laboratorium Uji Material dan Karakterisasi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe yang bertujuan untuk mengetahui harga impact dari variasi arus pengelasan yaitu 80A, 90A dan 100A pada sambungan plat ST60 dengan menggunakan mesin uji impact *charpy Made in Italy*.

Hasil dari pengujian impact berupa energi yang diserap oleh benda uji dinyatakan dalam satuan *joule* Adapun hasil pengujian impact dari variasi arus pengelasan sebagaimana terlihat pada Tabel 2

Tabel 2 Data hasil pengujian impact

No.	Arus pengelasan	HI (Joule/mm ²)
1	80 A	2,81
2	90 A	2,43
3	100 A	2,09
4	Tanpa perlakuan	1,14

3.3 Hasil Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan untuk mengetahui besarnya nilai kekerasan yang didapatkan dari hasil pengelasan SMAW pada sambungan plat St60 dengan variasi arus pengelasan 80A, 90A dan 100A.

Adapun nilai kekerasan yang sudah dilakukan pengujian dari setiap lokasi titik uji baik pada *weld*, *Base metal* dan *HAZ* pada satu spesimen dengan variasi arus pengelasan 80A, 90A dan 100A, sebagaimana terlihat pada Tabel 3

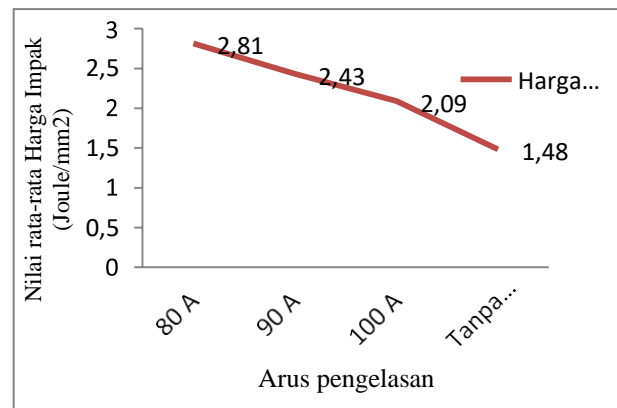
Tabel 3 Hasil pengujian kekerasan

Arus	Lokasi	HRC
80A	Weld	6,50
	HAZ	17,66
	Base	16,91
90A	Weld	24,17
	HAZ	17,00
	Base	15,42
100A	Weld	15,33
	HAZ	22,33
	Base	16,92

3.4 Pembahasan

3.4.1 Pengaruh Variasi Arus Pengelasan 80A, 90A dan 100A Terhadap Harga Impact

Adapun harga nilai impact pada material St60 terhadap variasi arus pengelasan 80 A, 90 A, 100 A dan tanpa perlakuan, sebagaimana terlihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3 Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap harga nilai impact

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan perbedaan harga nilai impact dari masing-masing arus pengelasan 80 A, 90 A dan 100A serta tanpa perlakuan. Pada arus pengelasan 100A harga nilai impact sebesar 2,09 Joule/mm² lebih rendah jika dibandingkan dengan arus pengelasan 80 A dan 90A yang memiliki harga nilai impact sebesar 2,81 Joule/mm² dan 2,43 Joule/mm², hal ini dikarenakan adanya *heat input* yang terlalu tinggi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, dimana hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat arus pengelasan sangat berpengaruh pada nilai impact, hal ini dapat dibuktikan pada penelitian ini dimana baja karbon yang dilas dengan arus yang lebih rendah diperoleh harga impactnya lebih besar sedangkan baja karbon yang dilas pada arus lebih besar terjadi penurunan harga impact.

Perbedaan hasil pengujian pada masing-masing arus pengelasan disebabkan oleh pengaruh panas yang terjadi pada material, dimana semakin meningkat arus yang diterima oleh material hasil las maka sangat berdampak pada struktur material yang dilas sehingga harga impact dari masing-masing spesimen yang didapat memperlihatkan nilai yang berbeda setiap pengujian spesimennya.

Hasil penelitian ini serupa dengan penelitian yang sudah dilakukan oleh [4], dimana hasil dari penelitiannya nilai energi yang terserap dan harga impact untuk kelompok base metal memiliki nilai tertinggi dengan nilai rata-rata 146 Joule dan 1,83 Joule/mm², dibandingkan dengan variasi kuat arus 100A, 125A dan 150A. Semakin tinggi kuat arus pengelasan maka nilai kekuatan impactnya semakin rendah, hal ini ditunjukkan oleh arus pengelasan 150A harga impactnya lebih rendah dibandingkan arus 100A, 125A.

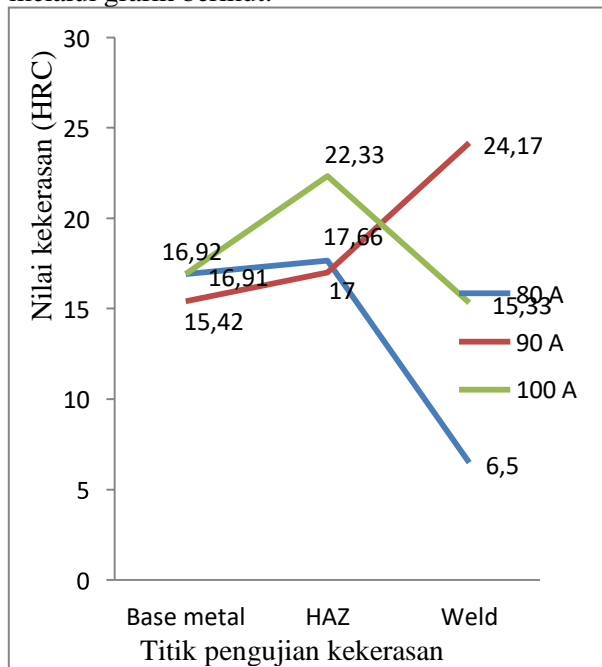
Adapun faktor lain yang menyebabkan terjadinya penurunan harga nilai impak pada arus pengelasan yang tinggi adalah sebagai berikut:

1. jenis dan kandungan didalam elektroda akan berpengaruh terhadap hasil pengelasan.
2. Diameter elektroda juga berhubungan dengan arus pengelasan, karena besarnya arus yang digunakan akan berhubungan dengan pembakaran elektroda.

Selain arus dan elektroda yang digunakan ada satu faktor lain yang menyebabkan hasil pengelasan, faktor tersebut adalah *welder* (pengelas). Seharusnya jika menggunakan jenis bahan material yang sama, elektroda, diameter elektroda, proses pendinginan, mesin las yang sama akan menghasilkan harga nilai impak dari hasil pengujian pada setiap spesimen akan meningkat mengikuti besar arus yang digunakan.

3.4.2 Analisa Kekerasan Terhadap Variasi Arus Pengelasan

Dari tabel 3 hasil uji kekerasan dari baja St60 diatas didapatkan nilai rata-rata kekerasan pada masing-masing variasi arus pengelasan yaitu 80A, 90A dan 100A. Adapun nilai rata-rata kekerasan sebagaimana dapat ditunjukkan secara detail melalui grafik berikut:



Gambar 4 Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap nilai kekerasan

Dari Gambar 4 Pengujian kekerasan dilakukan pada tiga titik lokasi pengujian yaitu base metal, las, dan HAZ dengan jarak antara satu titik dengan

titik lainnya adalah 5 mm. Hasil uji kekerasan pada ketiga area spesimen sebagaimana terlihat pada Tabel 3 Nilai kekerasan pada titik pengujian *base metal* cenderung tetap karena tidak terpengaruh akibat temperatur pada saat terjadinya proses pengelasan.

Sedangkan nilai kekerasan tertinggi terdapat pada titik pengujian *weld*, yaitu sebesar 24,17 HRC dengan arus pengelasan St60 sebesar 90A, jika dibandingkan dengan arus pengelasan 80A dan 100A, hal ini dikarenakan penyetelan arus pengelasan St60 sangat berpengaruh terhadap panas yang ditimbulkan dalam pencairan logam dan penetrasi, dimana arus pengelasan yang tinggi akan mengakibatkan panas yang tinggi sehingga nilai kekerasan mengalami penurunan.

Untuk nilai kekerasan pada titik pengujian *weld* dengan arus pengelasan 80A mengalami penurunan yang sangat signifikan jika dibandingkan dengan arus pengelasan 90A dan 100A, hal ini dikarenakan pada arus pengelasan 80A panas yang dihasilkan tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan logam serta penembusan yang kurang maksimal sehingga pencairan logam akan berpengaruh pada kualitas hasil pengelasan.

Untuk kekerasan pada bagian HAZ sebenarnya nilai rata-rata kekerasan tidaklah terlalu jauh dengan arus pengelasan spesimen lain, dikarenakan daerah HAZ merupakan daerah yang terpapar panas secara langsung pada melakukan pengelasan. Adapun kekerasan tertinggi pada titik pengujian HAZ terjadi pada arus 100A, hal ini dikarenakan mempunyai titik peleburan yang tinggi sehingga menghasilkan nilai kekerasan yang tinggi pada bagian HAZ jika dibandingkan dengan arus pengelasan 80A dan 90A.

Dengan demikian untuk pengujian pada bagian HAZ penelitian ini sejalan dengan penelitian [5] menyatakan bahwa semakin tinggi arus pengelasan maka kekerasan pada bagian HAZ cenderung mengalami kenaikan dikarenakan oleh sifat keuletan yang lebih baik sehingga rentan terhadap keretakan.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan analisa variasi arus pengelasan SMAW pada material St60 terhadap hasil pengujian kekerasan dan ketangguhan adalah sebagai berikut: Dari hasil pengujian impak, harga impak tertinggi pada arus pengelasan 80A sebesar

2,81 Joule/mm² sedangkan harga impak terendah pada arus pengelasan 100A.

Dari hasil pengujian kekerasan terhadap tiga arus pengelasan pada tiga lokasi titik pengujian yaitu *base metal*, HAZ dan *weld* yang mempunyai nilai kekerasan tertinggi pada bagian *weld* sebesar 24,17 HRC dengan arus pengelasan 90A. Sedangkan untuk bagian HAZ nilai kekerasan tertinggi pada arus pengelasan 100A sebesar 22,33 HRC.

DaftarPustaka

- [1] Ismail, A. I., & Fitrianto, A. (2019). Analisis Pengaruh Variasi Arus dan Sudut Kampuh terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan Ketangguhan Impact pada Material SS410 dengan Menggunakan Metode Las SMAW. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 5(2), 113-120.
- [2] Pradani, Y. F., Aziza, Y., & Rahmat, M. H. (2018). Analisis Kekuatan Tarik, Kekerasan, dan Struktur Mikro pada Pengelasan Baja St-60 Berdasarkan Variasi Temperatur Tempering. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 2(1), 98-105.
- [3] Ma'ruf, M. Pengaruh Arus Terhadap Kekerasan Hasil Pengelasan Baja St 60 Menggunakan Pengelasan Smaw. *Infoteknik*, 14(2), 211-218.
- [4] Jalil, S. A., Zulkifli, Z., & Rahayu, T. (2017). Analisa kekuatan impak pada penyambungan pengelasan smaw material ASSAB 705 dengan variasi arus pengelasan. *Jurnal Polimesin*, 15(2), 58- 63.
- [5] A. Jannifar, T. A. Ichsan, H. Nurdin, F. Mukhtar, and W. Wahyudi, "Welding current effect of welded joints of base metal st37 on characteristics: corrosion rate and hardness," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, vol. 268, no. 1, p. 12167.