

Pengaruh Arus Las Smaw Kampuh V Metode Igplat Datar Alur Segitigaterhadap Kekuatan Las Pada Material AISI 1016

Adi Isra, Nazarudin, Weriono*

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru

*Email: weriono@gmail.com

ABSTRACT

The nature of electrode with the base metal is as important as the welding speed and design of joint. One of the metal joining systems is the SMAW (shielded Metal Arc Welding) welding system with wrapped electrodes. Generally, for welding high strength steels a higher heat input is used in the SMAW process compared to other processes. The influence of heat input and welding speed affects the characteristics of the material, microstructural properties and mechanical properties of the weld. The type of electrode used is current according to the material to be welded, in this case the author uses AWS E-7016 welding wire with D32 mm and AISI 1016 material with a thickness of 12 mm using V connection. The welding process occurs because of the resistance of an electric current flowing between the electrode and the welding material which causes heat to reach 30000C, thus making the electrode and the material to be welded melt. Welding currents of 100 A and 120 A have tensile strength, ultimate strength and elongation above 20% which is the result of the same good strength as the parent metal. The purpose of this study was to obtain the tensile strength and bending strength of the welded joint with V seam welding and to compare the results of the tensile strength and bending strength with the effect of high current variations on the electrode during welding. The results of the buckling test for a current of 80 a showed a fracture in the WM/HAZ, fracture occurred in the welding area, while for a current of 100 A, fine cracks were obtained in the WM/HAZ in the weld area and a current of 120 A obtained a Void: 0.8 with better welding results.

Keyword : SMAW welding, electrode, tensile strength, bending strength.

PENDAHULUAN

Pengelasan adalah proses manufaktur penting yang dapat menggabungkan logam serupa atau berbeda dengan ukuran dan bentuk yang berbeda [1][2]. Selama proses pengelasan, beberapa bagian disatukan dengan aman menggunakan penjepitan atau jig. Sifat elektroda dengan logam induk sama pentingnya dengan kecepatan pengelasan dan desain sambungan. Salah satu system penyambungan logam adalah dengan sistem pengelasan SMAW (*shielded Metal Arc Welding*) dengan elektroda terbungkus. SMAW merupakan proses penyambungan dua keeping logam atau lebih, menjadi suatu sambungan yang tetap dengan menggunakan sumber panas listrik dan bahan tambah/pengisi berupa elektroda terbungkus [3]. Pada proses las elektroda terbungkus, busur api listrik yang terjadi antara ujung elektroda dan logam induk/bendakerja (*base metal*) akan menghasilkan panas. Klasifikasi elektroda las busur manual ini mengacu pada *American Welding Society Specification*.

Saatini, hanya ada sedikit informasi tentang sifat kekuatan las baja pada suhu tinggi. Misalnya tidak ada ketentuan untuk menghitung kekuatan las pada suhu tinggi dalam baja struktural [4]. Kekuatan las pada suhu tinggi mempengaruhi sifat – sifat material logam dasar [5][6]. Untuk mengisi celah data ini, program eksperimental ekstensif [7][8] dilakukan untuk menentukan sifat kekuatan las baja menggunakan proses pengelasan SMAW A5.1 elektroda E7018. Masukkan panas dan komposisi kimia logam las merupakan dua faktor penting yang mengatur mikrostruktur las [9] [10]. Umumnya, untuk pengelasan baja kekuatan tinggi digunakan masukan panas yang lebih tinggi dalam proses SMAW dibandingkan dengan proses lainnya. Adanya pengaruh masukan panas dan kecepatan lasan mempengaruhi karakteristik material sifat mikrostruktur dan sifat mekanik las [11][12]. Sifat mekanik pada pengelasan baja kekuatan tinggi terutama bergantung pada mikro

Copyright©2022 Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi. This is an open acces article under the CC-BY-SA licence (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

struktur akhir yang diperoleh sehingga dapat mempengaruhi kekuatan las [13]. Siklus termal pengelasan menghasilkan perubahan signifikan dalam sifat mekanik bahan dasar [14][15][16]. Meskipun beberapa pekerjaan menganggap *heat affected zone* (HAZ) sebagai wilayah kritis dari pengelasan [17] [18].

Jenis Elektroda yang dipakai arus sesuai dengan material yang akan dilas, dalam hal ini penulis memakai kawat las AWS E- 7016 dengan D.32 mm dan material AISI 1016 dengan ketebalan 12 mm menggunakan sambungan kampuh V. Proses pengelasan terjadi karena adanya hambatan arus listrik yang mengalir diantara elektroda dan bahan las yang menimbulkan panas mencapai 3000° C, sehingga membuat elektroda dan bahan yang akan dilas mencair. Berdasarkan pertimbangan tersebut diatas maka masalah yang timbul adalah bagaimana bentuk pengaruh arus pengelasan terhadap kualitas kekuatan sambungan pengelasan kampuh V baja paduan rendah dengan elektroda E 1760. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan kekuatan tarik dan kekuatan tekuk pada sambungan las dengan pengelasan kampuh V dan membandingkan hasil kekuatan tarik dan kekuatan tekuk dengan pengaruh variasi arus tinggi pada elektroda saat pengelasan.

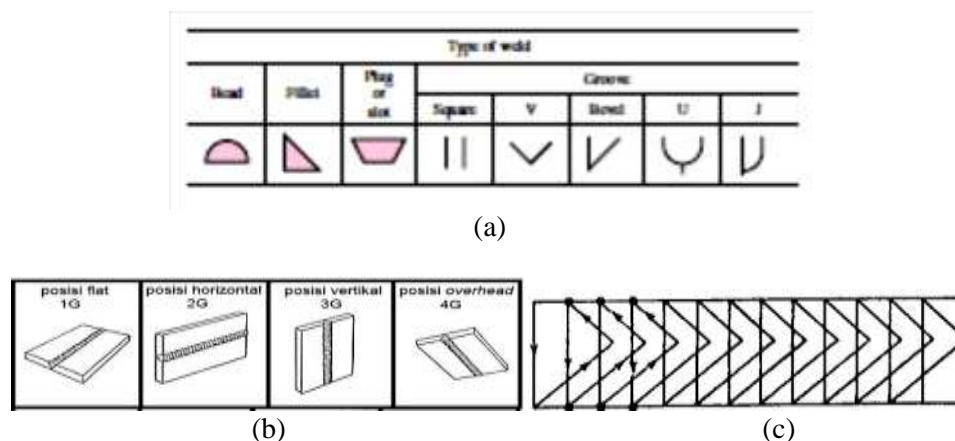
METODE

Bahan PengujianLasan

Material yang akan digunakan dalam pengujian las ini adalah baja AISI 1016 dengan ketebalan pelat 12 mm. Arus yang digunakan dalam penyambungan las dalam pengelasan digunakan arus tinggi antara lain 80 A, 100 A dan 120. AISI 1016 yang sering digunakan mempunyai kekuatan *Yield Strength*nya 250MPa & *Ultimate Strength*nya adalah 400MPa. Elektroda las yang digunakan adalah E 7016 diameter 3,2mm, *yield strength* 350 MPa, *ultimate strength* 450 MPa, *Possion's ratio* 0,27, HRB 68 dan *elongation* 18%. AWS A5.1

Teknik Pengelasan SMAW

Ada beberapa sistem sambungan dalam pengelasan SMAW dan metode kampuh V digunakan dalam pengujian ini yang banyak digunakan pada sistem sambungan pada pelat tebal. Pengelasan dilakukan pada satu sisi (*single side*) dengan urutan pengelasan mulai dari akar (*root*), pengisian (*Filler*), dan penutup (*caping*). Teknik pengelasan yang digunakan adalah kampuh V dengan arah 1G pelat datar alur segitiga seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. (a) Simbol Las Busur dan Gas, (b) Pengelasan sambungan plat, (c) Alur Segitiga [19]

Pembentukan spesimen uji tarik dan tekuk (*bending*) dengan variasi arus las 80 A, 100 A, 120 A dan tegangan 21 V yang telah dilas menggunakan kampuh las V posisi 1 G dengan metode pengelasan alur segitiga seperti terlihat pada gambar 2.

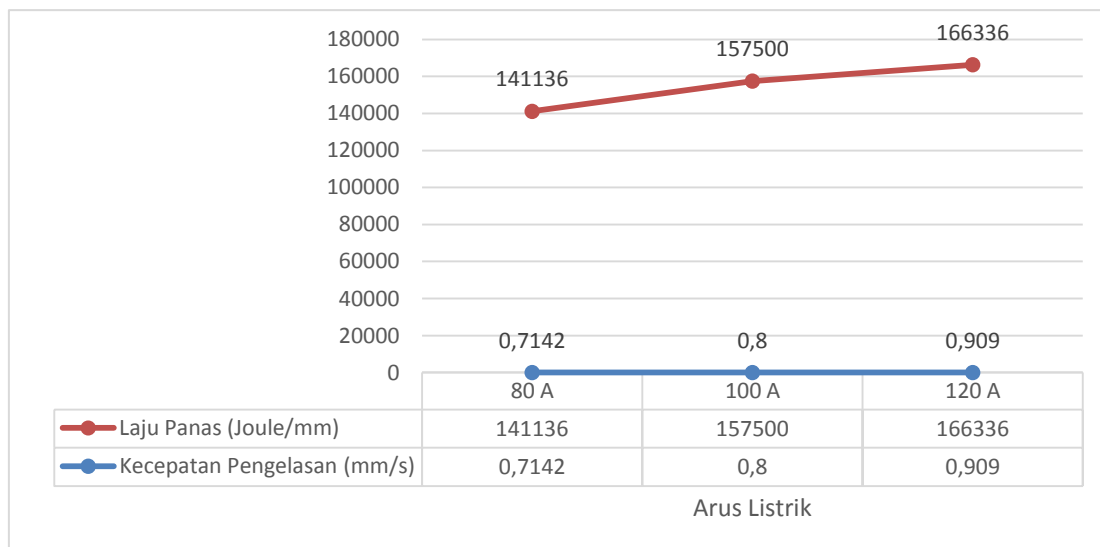
Gambar 2. (a) Spesimen, (b) Uji tarik dan Uji *bending*

Prinsip pengujian tekuk ini adalah dengan memberikan beban 1000 kg pada spesimen hingga tekukan menjadi 180° , bagian yang mengalami tekukan adalah bagian logam las dan bagian panas logam las (HAZ) dan dibuat suatu landasan pemandu yang dapat dibuat tekukan 180° .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Kecepatan dan Masukan Panas Pengelasan

Kecepatan pengelasan dan masukan panas dihitung dengan panjang pengelasan dan penampang yang dilas. Hasil perhitungan kecepatan pengelasan dan masukan panas dengan variasi arus pengelasan yang terjadi pada kampuh V 1G pelat datar alur segitiga yang ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3. Laju panas dan kecepatan pengelasan variasi arus las

Hasil perhitungan masukan panas memperlihatkan, penggunaan arus yang besar maka masukan panasnya akan semakin besar, Pada arus 120A masukan panasnya 166336 Joule/mm, arus 100A masukan panasnya 157500 Joule/mm, dan untuk arus 80A masukan panasnya 141136 Joule/mm. Penggunaan arus 120 A menghasilkan kecepatan masukan panas dan kecepatan pengelasan lebih besar dibandingkan dengan arus 100 A dan 80 A.

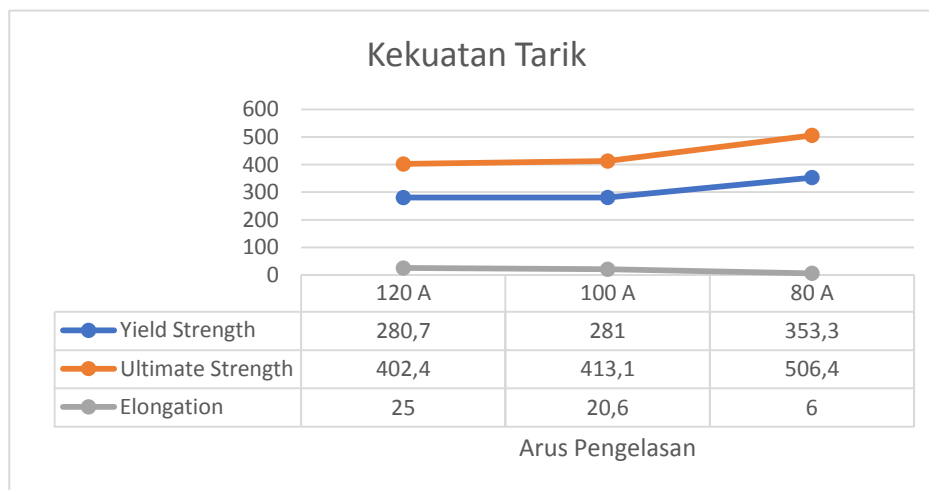
Hasil Uji Tarik

Pelaksanaan uji tarik menggunakan standar pengujian ASTM E8 dilakukan pada spesiemen yang menggunakan arus pengelasan 80 A, 100 A dan 120 A dengan hasil seperti pada table. 1.

Tabel 1. Data hasil pengujian tarik

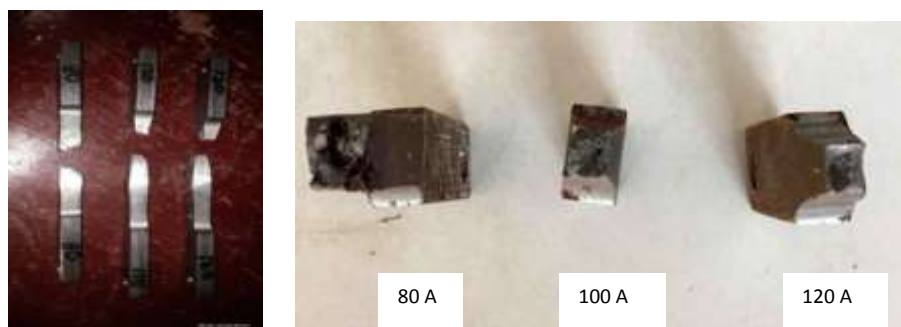
No	Arus	Luas (mm)	Beban (N)	Beban max. (N)	Yield Strength		Ultimate Strength		ΔL (%)
					(MPa)	(kg/mm ²)	(MPa)	(kg/mm ²)	
1.	120 A	146,1	40993	58773	280,7	28,6	402,4	41,0	25,0
2.	100 A	144,9	40713	59859	281,0	28,6	413,1	42,1	20,6
3.	80 A	143,8	50788	72791	353,3	36,0	506,4	51,6	6,0

Hasil data pengujian tarik pada arus pada 80 A mempunyai *Yield strength* 353,3 Mpa tetapi mempunyai persentasi ulurnya rendah yaitu 6 % sehingga penggunaan arus 80 A kurang baik di karenakan langsung patah karena rendahnya persentasi ulurnya. Pengaruh las 80 A pada material mempengaruhi sifat material menjadi lebih getas dan menurunkan keuletan. Pada arus 100 A dan 120 A mempunyai *yield strength* dibawah standar AISI 1016 yaitu 350 MPa tetapi *ultimate strength* meningkat diatas standar 450 MPa dan *elongation* diatas 20% sehingga pemakaian arus yang tinggi menghasilkan kekuatan tarik yang baik dibandingkan dengan logam induk seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Kekuatan Tarik dengan variasi arus las

Permukaan spesimen uji tarik yang telah patah seperti terlihat pada gambar 5, kelihatan arus pengelasan 80 A lebih getas dan elongation lebih rendah. Pada arus 100 A dan 120 A mempunyai permukaan yang lebih ulet dan elongation yang cukup baik. Pada daerah HAZ terdapat cacat las dipertengahan spesimen yang diakibatkan oleh kurang sempurnanya proses pengelasan yang dilakukan.



(a)

(b)

Gambar 5. (a) Hasil uji tarik Patahan, (b) Penampangpatahan

Pengujian Bending

Copyright © 2022 Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi. This is an open access article under the CC-BY-SA licence (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Pelaksanaan uji *bending* menggunakan standar pengujian AWS D 1.1 dilakukan pada spesiemen las posis pada akar las (*root bend*) yang menggunakan arus pengelasan 80 A, 100 A dan 120 A dengan hasil seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian *bending*

No	Arus Pengelasan	Spesimen		Diameter pelengkungan (mm)	Derajat lengkung	Hasil
		T (mm)	W (mm)			
1	120 A	11,5	20,00	20	180°	Void : 0,8
2	100 A	11,5	20,00	20	180°	Crak di WM/HAZ
3	80 A	11,5	20,00	20	180°	Patah di WM/HAZ

Hasil pengujian tekuk untuk arus 80 A didapatkan hasil patah di *weld metal* (WM)/HAZ, dengan arti terjadi patah di daerah pengelasan. Pada arus 100 A didapatkan hasil retak halus di WM/HAZ dengan kerusakan di daerah pengelasan lebih baik daripada las arus 80 A. Pada arus 120 A didapatkan hasil Void : 0.8 dengan hasil kerusakan pengelasannya lebih baik daripada arus 80 A dan 100 A seperti terlihat pada gambar 6.

Gambar 6. Permukaan uji *Bending*

Pengujian kekerasan

Pelaksanaan uji tarik menggunakan standar pengujian dilakukan daeran *weld metal*, HAZ dan *fusion line* pada spesiemen yang menggunakan arus pengelasan 80 A, 100 A dan 120 A dengan hasil seperti pada tabel 3. Hasil kekerasan pada pengelasan arus 80 A mempunyai nilai kekerasan lebih tinggi dari arus 100 A dan arus 120 A.

Tabel 3. Pengujian kekerasan

Pengujian	Kekerasan (HRB)								
	80 A			100 A			120 A		
<i>Tensile</i>	40,5	42	42,5	31,5	32,5	31	32	31,5	34
Rata – rata		41,66			31,67			32,5	
<i>Bending</i>	43,8	41,2	40,5	30,2	33	32,2	33	31	32
Rata – rata		41,83			31,8			32	

KESIMPULAN

Hasil data pengujian tarik pada arus pada 80 A mempunyai *ultimate strength* 51,6 kg/mm² tetapi mempunyai persentasi ulurnya rendah yaitu 6 % sehingga penggunaan arus 80 A kurang baik dikarenakan langsung patah dan rendahnya persentasi ulurnya. Pengaruh las 80 A mempengaruhi sifat material menjadi lebih getas dan menurunkan keuletan. Pada arus 100 A dan 120 A mempunyai *tensile strength*, *ultimate strength* dan *elongation* diatas 20% merupakan hasil kekuatan baik yang sama dengan logam induk. Hasil pengujian tekuk untuk arus 80 A didapatkan

Copyright © 2022 Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi. This is an open access article under the CC-BY-SA licence (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

hasil patah di WM/HAZ, terjadi patah didaerah pengelasan sedangkan arus 100 A didapatkan hasil retak halus di WM/HAZ di daerah lasan dan arus 120 A didapatkan hasil Void : 0.8 dengan hasil pengelasan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Alhafiz, "Effects of Electrode Velocity Variations and Selection of Electric Current Against Quality Welding Results Mild Steel on SMAW Welding," vol. 57, no. September, pp. 12–16, 2018.
- [2] H. Nurdin and K. Umurani, "Tensile strength of welded joints in low carbon steel using metal inert gas (MIG) welding," *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 21, no. 3, pp. 175–180, 2021.
- [3] A. R. Sayed, R. Gupta, and R. Barai, "Experimental investigation of C45 (AISI 1045) weldments using SMAW and GMAW," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2148, 2019, doi: 10.1063/1.5123969.
- [4] G. R. Sugihrahma, "Pengaruh arus pengelasan shield metal arc welding dengan elektroda E7018 pada baja karbon rendah," *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. Energy*, 2020.
- [5] M. A. Yaqin, N. A. Mufarida, and K. Kosjoko, "Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Shield Metal Arc Welding (Smaw) Terhadap Kekuatan Tarik Pada Material Stainless Steel 304L," *J-Proteksion*, vol. 4, no. 1, p. 8, 2020, doi: 10.32528/jp.v4i1.3016.
- [6] A. Nusbir, Y. &Sianipar, "Experimental effect of angle variation and speed welding filler using vertical adaptive sliding system in SMAW welding," *J. Ocean. Mech. Aerosp. - Science Eng.*, 2018.
- [7] T. Sonar, V. Balasubramanian, S. Malarvizhi, T. Venkateswaran, and D. Sivakumar, "Effect of welding parameters on microstructure and tensile properties of CA-TIG welded AMS-5596 grade thin high temperature alloy sheets for gas turbine engine applications," *Adv. Ind. Manuf. Eng.*, vol. 2, 2021, doi: 10.1016/j.aime.2021.100035.
- [8] W. Weriono, "Pengaruh Media Pendingin Dalam Proses Temper Quench Terhadap Kekuatan Impak Dan Kekerasan Aisi 1045," *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. Energy*, vol. 3, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.31289/jmemme.v3i1.2410.
- [9] P. Zhou, B. Wang, L. Wang, Y. Hu, and L. Zhou, "Effect of welding heat input on grain boundary evolution and toughness properties in CGHAZ of X90 pipeline steel," *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 722, pp. 112–121, 2018, doi: 10.1016/j.msea.2018.03.029.
- [10] Y. Murakami, T. Takagi, K. Wada, and H. Matsunaga, "Essential structure of S-N curve: Prediction of fatigue life and fatigue limit of defective materials and nature of scatter," *Int. J. Fatigue*, vol. 146, 2021, doi: 10.1016/j.ijfatigue.2020.106138.
- [11] Aditia, Nurdin, and A. Saputra Ismy, "Analisa Kekuatan Sambungan Material AISI 1050 dengan ASTM A36 dengan Variasi Arus pada Proses Pengelasan SMAW," *Chang. Phys. Prop. Low- Alloy Steel 16Mo3 Heat Affect. Zo. Weld. Process. MMA MAG Belma*, vol. 1, no. 1, pp. 1–4, 2019.
- [12] X. Wang *et al.*, "Combined effect of M/A constituent and grain boundary on the impact toughness of CGHAZ and ICCGAZ of E550 grade offshore engineering steel," *Math. Biosci. Eng.*, vol. 16, no. 6, pp. 7494–7509, 2019, doi: 10.3934/mbe.2019376.
- [13] R. Ramesh, I. Dinaharan, R. Ravikumar, and E. T. Akinlabi, "Microstructural characterization and tensile behavior of Nd:YAG laser beam welded thin high strength low alloy steel sheets," *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 780, 2020, doi: 10.1016/j.msea.2020.139178.
- [14] J. Li, X. Gao, L. Du, and Z. Liu, "Relationship between microstructure and hydrogen induced cracking behavior in a low alloy pipeline steel," *J. Mater. Sci. Technol.*, vol. 33, no. 12, pp. 1504–1512, 2017, doi: 10.1016/j.jmst.2017.09.013.
- [15] Ş. Ö. Turhan, A. Motameni, and R. Gürbüz, "Fatigue Behavior of Welded API 5L X70 Steel Used in Pipelines," *J. Fail. Anal. Prev.*, vol. 20, no. 5, pp. 1554–1567, 2020, doi: 10.1007/s11668-020-00959-x.
- [16] L. H. S. Barbosa, P. J. Modenesi, L. B. Godefroid, and A. R. Arias, "Fatigue crack growth

- rates on the weld metal of high heat input submerged arc welding,” *Int. J. Fatigue*, vol. 119, pp. 43–51, 2019, doi: 10.1016/j.ijfatigue.2018.09.020.
- [17] H. and F. M. . Abdul KhairJunaidi, Machdalena, Weriono, “The effect of GTAW Welding current on the strength of AISI steel 1045,” *J. Ocean. Mech. Aerosp.*, vol. 66, no. 1, pp. 32–35, 2022.
- [18] Z. Mikulski and T. Lassen, “Probabilistic models for the fatigue resistance of welded steel joints subjected to constant amplitude loading,” *Int. J. Fatigue*, vol. 155, 2022, doi: 10.1016/j.ijfatigue.2021.106626.
- [19] S. Kalpakjian, *Manufacturing Engineering & Technology*, Sixth. 2009.