



## Analisa Hasil Pengelasan Oxi-Acetylene Dengan Kawat Las Tembaga dan Borak Pada Baja ST 37

Aldi Maulana Saputra<sup>1</sup>, Abdul Choliq<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : aldimaulanaputra9@gmail.com<sup>1</sup>, dosen02127@unpam.ac.id<sup>2</sup>

Masuk : 7 April 2024

Direvisi: 18 April 2024

Disetujui: 29 April 2024

**Abstract:** *The use of bicycles in Indonesia has experienced significant growth as part of a lifestyle and sport. Bicycle frame materials have undergone several innovations from steel, aluminum, carbon fiber and even wood. Old bicycles have chromoly steel and high tensile steel frame materials. For reasons of convenience and hobby, many old bicycles are still cared for and used by bicycle hobbyists even though they need repair due to corrosion. Welding a frame with holes or breaks often becomes a problem, especially in determining the welding technique, type of welding and additional metal used. This research aims to determine the effect of mixing borax in welding additives on the tensile strength and hardness values after welding using the oxy-acetylene method and copper and brass additives. The specimen is ST 37 steel, 200mm long, 20mm wide and 10mm thick. V-beam connection model with a 60° angle. The resulting welds are tensile tested using the ASTM E-8 test standard. During the steel welding process, it was found that the additional metal in the form of copper without a mixture of borax was difficult to fuse with the base metal. However, if the copper is mixed with borax by dipping the copper tip before welding, it will be easier to fuse. The results of the hardness test showed that welded samples without borax had a lower tensile strength value compared to samples with metal added copper or brass with the addition of borax, namely 48.3 N/mm<sup>2</sup> compared to 78.3 N/mm<sup>2</sup>. The hardness test results show that oxy-acetylene welding with added copper is 230HV, while welding with the addition of borax is lower, namely 160HV. Thus, it is concluded that for welding bicycle frames made of steel, it is best to use oxy-acetylene welding, because the fire produced is not too big and using additional copper or brass materials by adding borax to the additional metal.*

**Keywords:** *Old Bicycle; ST37 Steel; Oxy-Acetylene; Copper; Borax; Tensile Test; Hardness.*

**Abstrak:** Penggunaan sepeda di Indonesia mengalami pertumbuhan yang signifikan sebagai bagian dari gaya hidup dan olah raga. Material rangka sepeda mengalami beberapa inovasi dari baja, aluminium, serat karbon bahkan kayu. Sepeda lawas memiliki material rangka baja *chromoly* dan *high tensile steel*. Dengan alasan kenyamanan dan hobi, sepeda lawas masih banyak dirawat dan digunakan penghobi sepeda meskipun perlu reparasi akibat korosi yang dialami. Pengelasan rangka yang berlubang atau patah acapkali menjadi permasalahan, utamanya dalam menentukan teknik pengelasan, jenis pengelasan dan kawat las yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pencampuran borak pada kawat las terhadap nilai kekuatan tarik dan nilai kekerasan setelah pengelasan menggunakan metode oxy-acetylene dan bahan tambah tembaga dan kuningan. Spesimen berupa baja ST 37, panjang 200mm, lebar 20mm, dan tebal 10mm. Model sambungan kampuh V bersudut 60°. Hasil lasan diuji tarik dengan standar uji ASTM E-8. Pada saat proses pengelasan baja, dijumpai bahwa kawat las berupa tembaga tanpa campuran borak sulit menyatu dengan logam induk. Namun jika tembaga dicampur borak dengan cara pencelupan ujung tembaga sebelum pengelasan lebih mudah untuk menyatu. Hasil uji kekerasan, sampel las tanpa borak memiliki nilai kekuatan tarik lebih rendah dibandingkan dengan sampel dengan logam tambah tembaga atau kuningan dengan penambahan borak, yaitu 48,3 N/mm<sup>2</sup> berbanding 78,3N/mm<sup>2</sup>. Hasil uji kekerasan menunjukkan pengelasan oxy-acetylene dengan bahan tambah tembaga adalah 230HV, sedangkan pengelasan dengan penambahan borak menjadi lebih rendah yaitu 160HV. Dengan demikian disimpulkan untuk mengelas rangka sepeda terbuat dari baja sebaiknya menggunakan las oxy-acetylene, karena api yang dihasilkan tidak terlalu besar sert menggunakan bahan tambah tembaga atau kuningan dengan menambahkan borak pada kawat las.

**Kata kunci:** Sepeda Lawas; Baja ST37; Oxy-Acetylene; Tembaga; Borak; Uji Tarik; Kekerasan.

## PENDAHULUAN

Sepeda merupakan alat untuk transportasi, olah raga sekaligus sebagai bagian dari gaya hidup masyarakat modern. Banyak komunitas sepeda terbentuk, dari sepeda lipat, sepeda balap, sepeda santai dan yang menarik adalah komunitas sepeda-sepeda lawas. Sepeda lawas yang umumnya memiliki rangka dari baja *chromoly* dan baja *high tensile* masih memiliki daya pikat dan nilai jual yang lumayan. Tentu saja sepeda ini harus mengalami perbaikan di sana-sini dan upgrade beberapa komponen. Rangka sepeda pada sepeda lawas umumnya mengalami korosi kemudian berlubang, patah. Kerusakan juga dapat berupa retakan akibat kelelahan pada *heat affected zone* (HAZ) [1]. Untuk memperbaikinya adalah dengan cara pengelasan ulang menggunakan las oxy-acetylene yang nyala apinya tidak terlalu besar sehingga tidak menhawatirkan terjadinya kerusakan pada material rangka. Karakter penting pada rangka sepeda terletak pada kekuatan rangka, kekakuan, ketahanan retak akibat dampak, serta bobot rangka. Untuk itu kekuatan sambungan lasan rangka sangat penting untuk diperhitungkan karena menentukan stabilitas dan daya tahan rangka tersebut. Kualitas pengelasan sangat ditentukan oleh jenis logam yang disambung, jenis kawat las yang digunakan, temperatur las, jenis kampuh yang tepat serta posisi saat mengelas [2]. Hasil pengelasan yang baik akan memperbaiki cacat pada logam rangka sepeda dan lebih memudahkan untuk proses selanjutnya seperti pengecatan dan penambahan aksesoris lain [3].

Sepeda adalah alat transportasi yang sederhana, rangka sepeda lawas terbuat dari baja sehingga rawan berkarat jika tidak dijaga kebersihan dan pelumasannya [4]. Salah material rangka adalah baja dengan jenis ST 37 karena dikenal kuat, liat dan memiliki struktur yang halus. Material ST 37 dapat dibentuk dalam kondisi suhu panas maupun dingin [5]. Pengelasan adalah proses menggabungkan logam dengan meleburkannya melalui pemanasan dan memberikan logam tabahan. Melalui pemanasan akan terjadi ikatan metalurgi pada sambungan logam pada saat logam campurannya mencair atau leleh [6]. Pengelasan gas oxy-acetylene merupakan metode pengelasan sederhana dengan cara mencairkan logam menggunakan api dari hasil pembakaran campuran gas oksigen dan setylene ( $C_2H_2$  dengan gas  $O_2$ ). Karena nyala api dan hembusan tersebut baja dapat dicairkan [7]. Pengelasan oxy-acetylene dipilih karena cukup sederhana, murah, mudah diperoleh, dan sesuai untuk penyambungan material dengan ukuran tipis atau kecil [8].

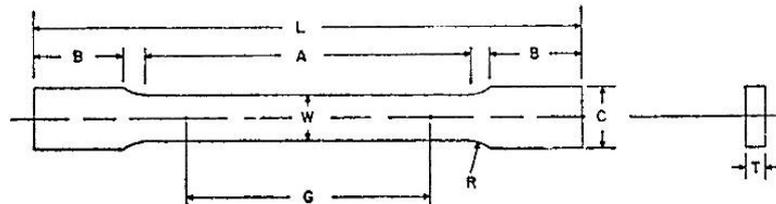


**Gambar 1.** Sepeda lawas yang dimodifikasi [9]

Dalam proses pengelasan rangka sepeda lawas yang terbuat dari baja sering dijumpai bahwa kawat las sulit menyatu dengan logam induk, sehingga hasil lasan mengalami kegagalan. Penggunaan borak sebagai bahan tambahan logam tambah dengan cara mencelupkan ujung kawat las sebelum pengelasan banyak dilakukan oleh tukang las. Hal ini diyakini akan membuat lasan lebih kuat karena membantu menyatukan logam induk dengan kawat las. Borak adalah senyawa kimia yang terdiri dari unsur kimia metaloid boron (B), oksigen (O), dan natrium (Na) yang berbentuk serbuk kristal berwarna putih, tidak berbau dan larut dalam air [10]. Fungsi borak adalah sebagai antiseptik dan zat pembersih, selain itu borak juga sering digunakan dalam proses solder dan mematri logam [11]. Setelah dilakukan proses pengelasan, tentunya kita perlu mengetahui kekuatan dari hasil pengelasan tersebut. Untuk memastikan baik tidaknya hasil pengelasan maka uji kekuatan meliputi kekuatan tarik serta kekerasan perlu dilakukan. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari suatu material dengan memberikan gaya atau tegangan tarik pada material tersebut [12]. Uji kekerasan dilakukan sebagai salah satu cara untuk mengetahui dampak lasan pada daerah lasan maupun HAZnya [13].

## METODOLOGI

Sampel las adalah baja ST37 sejumlah 9 sampel. Sampel dibentuk menyesuaikan bentuk dan ukuran standar uji tarik ASTM E8, panjang sampel 200mm, lebar 20mm, dan tebal 8mm. Sampel dipotong bagian tengah dengan gerinda untuk memperoleh bentuk kumpuh V bersudut 60°. Semua sampel kemudian dilas dengan oxy-acetylene. Variasi penambahan kawat las adalah tembaga, tembaga dan borak, serta kuningan dan borak, masing-masing 3 sampel. Pendinginan setelah las dilakukan secara normal dengan udara. Setelah proses pengelasan selesai, area hasil pengelasan dibersihkan menggunakan gerinda tangan. Setelah sampel penelitian siap, kemudian dilakukan pengujian tarik dan pengujian kekerasan. Uji kekerasan menggunakan *micro vickers hardness tester*, beban indentor 10kgf sesuai standar ASTM E92-17 seperti pada gambar 2. Pengujian kekerasan dilakukan pada 5 titik pada setiap sampel, 2 titik di area *base metal*, 2 titik di area *weld metal* dan 1 titik di area HAZ.



Gambar 2. Spesimen uji tarik berdasarkan standar ASTM E8/E8M [14]

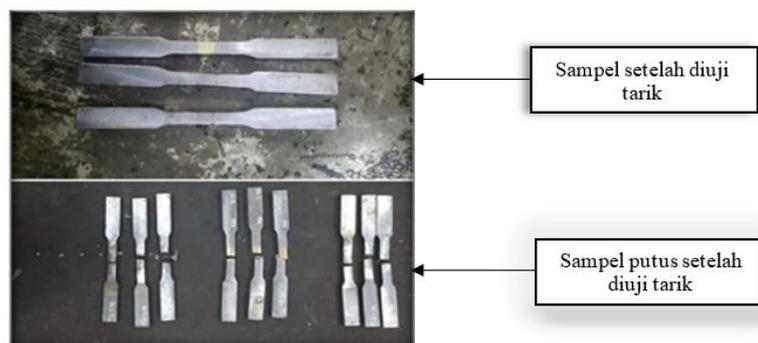
Keterangan gambar:

- Gauge length (G): 50mm
- Width (W): 12.5mm
- Thickness (T): 10mm
- Radius of fillet (R): 12.5mm
- Overall length (L): 200mm
- Length of reduced section (A): 57mm
- Length of grip section (B): 50mm
- Width of grip section (C): 20mm

## HASIL DAN PEMBAHASAN

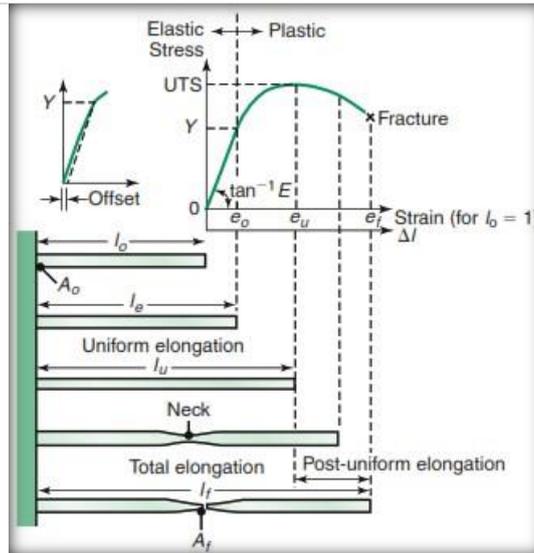
### Uji Kekuatan Tarik

Hasil pengujian tarik specimen pengelasan dengan variasi kawat las dan bahan tambah didapat setelah melakukan pengujian, tujuan dilakukannya pengujian tarik yaitu untuk mencari kekuatan tarik dari hasil pengelasan pada plat baja ST 37 tersebut. Adapun hasilnya sebagai berikut:



Gambar 3. Gambar makro sampel sebelum dan sesudah dilakukan uji tarik

Beberapa nilai yang diperoleh dari uji tarik untuk membedakan hasil lasan adalah titik linier (*elastis*), titik luluh (*yield strength*) dan titik kekuatan tarik (*ultimate tensile strength*).



Gambar 4. Diagram tegangan regangan [15]

A. Sampel las dengan kawat las tembaga

Tabel 1. Hasil uji tarik sampel pengelasan acetylenedengan kawat las tembaga

No	Sampel	Nilai dalam [N/mm <sup>2</sup> ]			
		Kode Sampel	Elastis	Yield Strength	Ultimatel Telnstile Strength
1.	Kawat las Tembaga	A	6	7	46
		B	2	3	17
		C	6	6	61
	Rata-Rata		5	5,3	41,3

Pada sampel-sampel las dengan kawat las tembaga tanpa campuran borak memiliki nilai elastis antara 2 hingga 7[N/mm<sup>2</sup>], yield streght antara 3-7[N/mm<sup>2</sup>], dan ultimate tensile streght antara 17-61[M/mm<sup>2</sup>].

B. Sampel las dengan kawat las tembaga dan borak

Tabel 2. Hasil uji tarik sampel pengelasan acetylene dengan kawat las tembaga dan borak

No	Sampel	Nilai dalam [N/mm <sup>2</sup> ]			
		Kode Sampel	Elastis	Yield Strength	Ultimatel Telnstile Strength
2.	Kawat las Tembaga dan Borak	A	10	11	87
		B	5	6	41
		C	7	8	101
	Nilai Rata-Rata		7,3	8,3	78,3

Pada sampel-sampel las dengan kawat las tembaga tanpa campuran borak memiliki nilai elastis antara 5 hingga 10[N/mm<sup>2</sup>], yield streght antara 6-11[N/mm<sup>2</sup>], dan ultimate tensile streght antara 41-101[M/mm<sup>2</sup>].

C. Sampel las dengan kawat las kuningan dan borak

Tabel 3. Hasil uji tarik sampel pengelasan acetylene dengan kawat las kuningan dan borak

No	Sampel	Nilai dalam [N/mm <sup>2</sup> ]			
		Kode Sampel	Elastis	Yield Strength	Ultimatel Tensile Strength
3.	Kawat las kuningan dan borak	A	95	100	224
		B	100	110	174
		C	200	210	225
	Rata-Rata		131,6	140	207,6

Pada sampel-sampel las dengan kawat las tembaga tanpa campuran borak memiliki nilai elastis antara 95 hingga 200[N/mm<sup>2</sup>], yield streght antara 100-110[N/mm<sup>2</sup>], dan ultimate tensile streght antara 174-207,6[M/mm<sup>2</sup>].

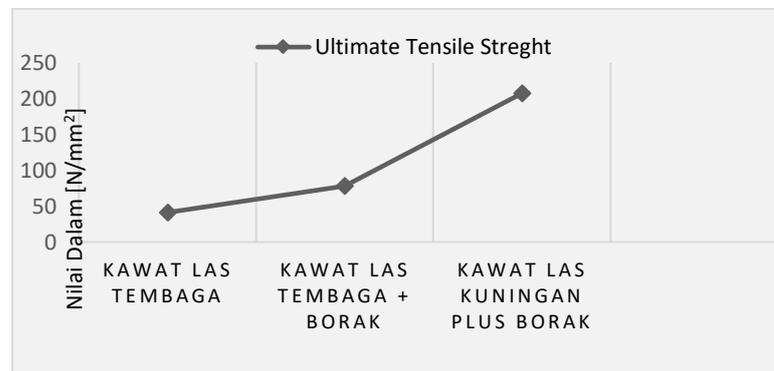
**D. Rata-rata Sampel**

**Tabel 4.** Nilai Rata-Rata Dari Semua Sampel

No	Sampel	Nilai Rata-rata sampel dengan logam tambah berbeda dalam [N/mm <sup>2</sup> ]		
		Elastis	Yield Strength	Ultimatel Tensile Strength
1.	Tembaga	5	5,3	41,3
2.	Tembaga dan borak	7,3	8,3	78,3
3.	Kuningan dan borak	131,6	140	207,6

Dari tabel-tabel di atas menunjukkan bahwa penambahan borak pada kawat las sebelum pengelasan dilakukan menampakan peningkatan daerah elastis, daerah luluh, maupun kekuatan tarik. Kawat las tembaga tanpa borak sulit menyatu dengan baja yang dilas sehingga kekuatan tariknya menjadi paling rendah, hanya 41,3[N/mm<sup>2</sup>]. Ketika kawat las tembaga dicampurkan dengan borak menjadikan nilai kekuatan tariknya meningkat menjadi 78,3[N/mm<sup>2</sup>]. Kawat las kuningan yang merupakan campuran tembaga (Cu) dengan seng (Zn) ditambah borak memiliki dampak pengelasan yang signifikan dalam kekuatan tariknya yang meningkat hingga 207,6[N/mm<sup>2</sup>].

Dari hasil pengujian ini disimpulkan bahwa reparasi rangka sepeda berbahan baja untuk menutup korosi, menambal lubang atau menyambung akan baik jika dilakukan dengan pengelasan oxy-asetylene dan menggunakan kawat las kuningan dan menambahkan borak pada kawat las sehingga diharapkan memudahkan menyatunya logam induk dan kawat las serta meningkatkan kekuatan tariknya.



**Gambar 3.** Grafik Nilai kekuatan rata-rata sampel

**Hasil Uji Kekerasan**

Kekerasan setiap sampel diuji dan dianalisa menggunakan alat uji *micro vickers hardness* tester. Hasil pengujian kekerasan rata-rata dari semua sampel pengelasan baja ST 37 dengan variasi kawat las dan bahan tambah dapat dilihat pada data berikut:

**Tabel 5.** Data Hasil Pengujian Kekerasan

No	Jenis kawat las	Nilai Kekerasan Dalam [HV]		
		Basel Meltal	HAZ	Welded Metall
1.	Kawat las kuningan dan borak	142	139	203
2.	Kawat las tembaga dan borak	111	120	160
3.	Kawat las tembaga	120	121	116
<b>Rata-rata</b>		<b>127</b>	<b>129</b>	<b>157</b>

Berdasarkan data pada tabel diatas terlihat bahwa nilai kekerasan yang cukup tinggi terdapat pada bagian weld metal sampel kawat las kuningan + borak yaitu sebesar 203HV, pada daerah HAZ 139HV dan daerah base metal 142HV. Pada sample pengelasan menggunakan kawat las tembaga +borak diperoleh kekerasan senilai 120HV pada bagian logam induk, 121HV di bagian HAZ dan 116HV di bagian *weld metal*. Adapun nilai kekerasan terendah terdapat pada bagian HAZ sampel pengelasan acetylene dengan kawat las tembaga yaitu 111HV pada bagian base metal, di daerah HAZ 120HV, dan pada bagian *weld metal* 116HV. Sehingga dapat diketahui material yang menggunakan kawat las kuningan + borak mendapatkan nilai yang lebih tinggi. Hal ini sebanding dengan nilai kekuatan tarik yang rendah pada lasan dengan kawat las tembaga dan tertinggi pada lasan dengan kawat las kuningan+borak. Fenomena ini terjadi karena pengaruh borak yang menjadikan logam lebih mudah menyatu serta homogen pada lasan dan memberikan dampak keras pada lasan dan daerah HAZ setelah terjadi pendinginan.

## KESIMPULAN

Adapun hasil data dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan borak terhadap proses pengelasan acetylene berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik pada material baja ST 37 yang dilas. Pengelasan dengan kawat las tembaga tanpa campuran borak mencapai nilai 48[N/mm<sup>2</sup>]. Pengelasan dengan kawat las tembaga dan borak meningkatkan kekuatan tarik hingga 78,3[N/mm<sup>2</sup>]. Tertinggi 207, 6 N/mm<sup>2</sup> terjadi pada sampelas dengan kawat las kuningan dan borak. Penambahan borak pada kawat las sebelum pengelasan dilakukan akan meningkatkan kekuatan tarik lasan.
2. Borak juga turut meningkatkan kekerasan lasan setelah pendinginan terjadi. Hal ini dibuktikan dengan kekerasan lasan dengan kawat las kuningan+borak yang mencapai 203HV. Lasan dengan kawat las tembaga+borak mencapai 160HV, dan lasan dengan kawat las tembaga yang mencapai nilai kekerasan 116HV.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Tomaszewski, "Fatigue life analysis of steel bicycle frame according to ISO 4210," *Eng. Fail. Anal.*, vol. 122, p. 105195, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.105195>.
- [2] W. A. S. Arifin, U. Hasanah, and W. E. Widiyanto, "Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Hasil Pengelasan," *J. Fasilkom*, vol. 1, no. 1, pp. 1–21, 2016.
- [3] B. A. Dipangga and P. H. Tjahjanti, "Study of Tensile Strength Test of Oxi-Asetylene Welding with the Addition of Borax to St 37 Steel," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 1, no. 1, 2021, doi: <https://doi.org/10.21070/pels.v1i1.828>.
- [4] Baharsah, "Rancang Bangun Sepeda Semi Elektrik Kapasitas 85 Kg (Perawatan Dan Perbaikan)," 2015. [Online]. Available: <http://eprints.polsri.ac.id/id/eprint/1670>
- [5] M. A. Priadi, I. N. P. Nugraha, and G. Widayana, "Pengaruh Media Pendinginan Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan Oxy Acetylene Pada Material Baja ST-37," *J. Mech. Eng. Educ.*, vol. 5, no. 2, 2017, doi: <https://doi.org/10.23887/jjtm.v5i2.10397>.
- [6] C. Johan and F. R. Bethony, "Analisis Kekuatan Bending dan Tarik Pada Pengelasan Oxy-Acetylene Menggunakan Garam Kuning," *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. Energy*, vol. 5, no. 1, pp. 48–56, 2021, doi: <https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4796>.
- [7] M. H. Aldiansyah, "Analisa Pengelasan Baja St 37 Pada Rangka Sepeda Listrik Dengan Nyala Api Netral Pada Las Oksigen Asetilin," Universitas Pamulang, 2017. [Online]. Available: <https://repository.unpam.ac.id/3824/>
- [8] R. P. Singh, S. Kumar, S. Dubey, and A. Singh, "A review on working and applications of oxy-acetylene gas welding," *Mater. Today Proc.*, vol. 38, pp. 34–39, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.05.521>.
- [9] Infootomotif, "Federal, Sepeda Jadul yang Kini Mulai Dilirik Masyarakat," *Kumparan.com*, 2021. <https://kumparan.com/info-otomotif/federal-sepeda-jadul-yang-kini-mulai-dilirik-masyarakat-1vuPxI9L83D> (accessed Feb. 06, 2024).
- [10] R. Eko, W. Susanto, and S. Arif, *Pengaruh Bahan Tambah Boraks Terhadap Kekuatan Tearing Dan T-Peel Pada Sambungan Brazing*. Kediri: Politeknik Kediri, 2018.
- [11] Darmono, S. Atun, and S. Prasetyo, "Pemanfaatan Campuran Boraks dan Asam Borat Sebagai Bahan Pengawetan Kayu Terhadap Serangan Rayap," *INOTEKS J. Inov. Ilmu Pengetahuan, Teknol. dan Seni*, vol. 17, no. 1, pp. 82–99, 2013, doi: <https://doi.org/10.21831/ino.v17i1.3098>.
- [12] R. D. Salindeho, J. Soukotta, and R. Poeng, "Pemodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisis Sifat Mekanik Material," *J. Poros Tek. Mesin Unsrat*, vol. 2, no. 2, pp. 1–11, Nov. 2013, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article/view/2990>
- [13] M. F. Kumayasari and A. I. Sultoni, "Studi Uji kekerasan Rockwell Superficial vs Micro Vickers," *JTPPII (Jurnal Teknol. Proses dan Inov. Ind.)*, vol. 2, no. 2, pp. 85–89, 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.36048/jtpii.v2i2.789>.
- [14] ASTM E8, "ASTM E8/E8M standard test methods for tension testing of metallic materials 1." Annu. B. ASTM Stand. 4, pp. 1–27, 2010. doi: 10.1520/E0008-04.
- [15] P. Tensor, "Kurva Tegangan Regangan Pada Material," *pttensor.com*, 2024. <https://pttensor.com/2024/02/17/kurva-tegangan-regangan-pada-material/> (accessed Mar. 17, 2024).