

Analisis Sambungan Las Pada *Chassis* Kendaraan Listrik E-Niaga Geni Biru 3 Roda Menggunakan Metode *Macro Examination*

Imam Saroni

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Indonesia

Article Info

Article history

Received August 5, 2022

Revised September 13, 2022

Accepted May 18, 2025

Keywords

E-Commerce Chassis

Welding;

Weld Strenth;

Macro Examination;

ABSTRACT

Chassis is an internal framework to be the basis for the production of objects which are then combined with other machines and electronic devices. Welded joints are still the main option in the automotive sector, this is because the weight of the vehicle becomes light, cheap and fast in processing. This study aims to analyze the strength of the chassis welded joints and to ensure the level of safety in driving and determine the possibility of cracks in the welded joints through macro examination. The method used in this study is to use a stress analysis method that begins with a macro examination, this is done to ensure that E-Niaga Geni Biru is safe to use and ensure that the welded joint does not have cracks. The results of this study are the value of the strength of the welded joint and a macro examination to ensure the safety and feasibility of the chassis. Based on the calculation results that the welding results on the chassis of the E-Niaga Geni Biru electric vehicle can support a load of 169 kN, so that with a maximum total mass of 1105 kg the strength of the welding results has a safety factor of 15 then the welding results are still in the safe category and are able to support the design of the maximum initial weight of 650kg, from the macro examination data it is known that the joint with SMAW (Shielded Metal Arc Welding) welding on the SS400 chassis material shows good fusion, good penetration and no indication of defects such as cracks, porosity, undercuts, slags and defects in the weld metal at the joint welding the chassis of the E-Niaga Geni Biru 3 Wheel electric vehicle.

This is an open-access article under the [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



*Corresponding Author

Imam Saroni

Program Studi Teknik Mesin,

Fakultas Teknik,

Universitas Mercu Buana,

Jl. Meruya Selatan No. 1, Kembangan, Jakarta Barat 11650, Indonesia

Email: imamsaroni.infiniti@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pemakaian energi semakin lama semakin meningkat yang menyebabkan sumber energi fosil seperti minyak, gas alam dan batubara semakin menipis. Maka solusi dari masalah itu dengan memakai alternatif energi lain untuk alat *transportation*, salah satunya menggunakan sepeda motor listrik. Sepeda motor listrik adalah kendaraan bebas bahan bakar yang ditenagai oleh motor listrik bertenaga baterai [1].

Sepeda motor listrik adalah sepeda yang digerakkan dengan motor listrik, energi listrik tersebut disimpan dalam baterai. Teknologi kendaraan listrik telah dikembangkan selama lebih dari seratus tahun masa lalu. Pada awalnya kendaraan listrik merupakan yang pertama menjadi populer dibandingkan dengan

kendaraan berbahan bakar bensin, bahkan kendaraan listrik yang telah membantu meningkatkan peningkatan kendaraan bermotor di dunia. Nama seperti Davenport, Edison dan Plante adalah beberapa di antaranya nama – nama penting dalam sejarah kendaraan listrik [2]. Pemakaian sepeda motor listrik dirasa sangat efektif karena selain tidak menimbulkan polusi udara, konstruksi mesin pada kendaraan listrik juga sederhana, sedangkan pada pemakaian sepeda motor listrik tentu membutuhkan rangka yang berfungsi untuk menopang semua beban yang terdapat pada kendaraan tersebut, untuk sebuah konstruksi rangka itu sendiri harus memiliki kekuatan, ringan dan mempunyai nilai kelenturan [3].

Chassis merupakan rangka internal untuk menjadi dasar produksi objek yang kemudian disatukan dengan mesin dan alat elektronik yang lain. *Chassis* memiliki fungsi untuk menjadi penopang beban kendaraan, penumpang, transmisi, mesin, dan komponen-komponen yang terdapat pada kendaraan, fungsi lain dari *chassis* adalah mempertahankan bentuk kendaraan supaya tetap kaku dan tidak mengalami deformasi ketika digunakan oleh karena itu material yang akan digunakan harus memiliki kekuatan yang bisa menahan seluruh beban pada kendaraan tersebut, biasanya sasis terbuat dari baja atau kerangka besi yang didesain khusus untuk mendapatkan aspek- aspek tertentu diantaranya adalah aspek ketahanan, kemampuan dan keamanan untuk digunakan dalam berbagai kondisi berkendara [4]. Rangka pada setiap kendaraan umumnya mempunyai bentuk yang hampir sama, karena adanya persyaratan tertentu yang harus dipenuhi. Syarat utama yang harus terpenuhi adalah material tersebut harus memiliki kekuatan untuk menopang beban kendaraan [5]. Berdasarkan penjelasan di atas listrik adalah suatu proses penyambungan logam yang cocok digunakan karena memakai tenaga listrik sebagai sumber panas dan elektroda sebagai bahan tambahannya, pengelasan dengan listrik menggunakan pesawat las listrik *SMAW (Shielded Metal Arc Welding)* banyak dipakai dalam dunia pengelasan karena proses pengelasan dengan cara tersebut menghasilkan sambungan yang kuat dan mudah digunakan [6].

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinu. Lingkup teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, meliputi pipa saluran, rangka baja, perkapalan, pipa pesat, jembatan, baja tekan dan sebagainya [7]. Pada pengelasan *SMAW*, logam induk dan logam pengisi akan mengalami siklus termal yang menimbulkan proses pemanasan dan pendinginan setempat sehingga munculnya tegangan sisa (*residual stress*) dan distorsi (*distortion*) pada material. Tegangan sisa ini harus dihilangkan karena mengakibatkan menurunnya sifat-sifat mekanik material. Metode yang paling banyak digunakan adalah cara termal yaitu dengan proses perlakuan panas paska pengelasan atau *Post Weld Heat Treatment (PWHT)*. Keberhasilan Perlakuan panas paska pengelasan dalam menghilangkan tegangan sisa Pada *PWHT* diantaranya dipengaruhi oleh waktu penahanan (*holding time*) [8]. Sifat-sifat material terutama sifat mekanik sangat dipengaruhi oleh struktur mikrologam disamping komposisi kimianya, contohnya suatu logam atau paduan akan mempunyai sifat mekanis yang berbeda-beda struktur mikronya [9]. Makrografi adalah ilmu metalografi yang mempelajari struktur logam dan logam panduan melalui pengamatan mata secara langsung. Pengamatan makrografi dibantu oleh lensa dengan nilai pembesaran maksimal 15 kali dari benda aslinya. Hasil pengamatan makrografi dinamakan makro struktur. Makrografi bertujuan untuk mengamati butir kristal di dalam logam dan mengamati retakan selama proses fabrikasi logam. Selain itu makrografi juga dapat memunculkan alur logam yang mengalami deformasi, memunculkan pengerutan, porositas dan lubang akibat adanya gas yang terjebak saat proses pengecoran serta menemukan penyebab kegagalan suatu komponen [10].

2. METODE DAN BAHAN

2.1. Persiapan Pengelasan

Penelitian ini membutuhkan material sebagai bahan untuk tes pengelasan, spesifikasi material dan alat kerja yang dibutuhkan diantaranya adalah:

1. Material

Material yang digunakan adalah *hollow type rectangle* diameter 40x60 dengan ketebalan 3 mm.



Gambar 1. Material SS400 Type Hollow Rectangle

2. Elektroda

Pada proses pengelasan SMAW untuk material *hollow rectangle* menggunakan elektroda las RB 2,6 (E6013) dengan diameter 3,2 mm.



Gambar 2. Elektroda Jenis E6013 Diameter 3,2mm

3. Alat Bantu Las

Alat bantu las digunakan untuk mempermudah pembuatan spesimen pengujian dan pembuatan plat yang digunakan untuk sambungan las, alat ini bervariasi jenisnya dan sering dipakai tukang las listrik dibengkel maupun dipabrik-pabrik. Untuk alat-alat bantu las yaitu meja las, gerinda tangan, mistar baja, sikat kawat las, palu las, pemegang benda kerja, jangka sorong, siku ukur L.

4. Mesin Las

Untuk proses penyambungan logam bahan *hollow rectangle* dengan variasi kekuatan arus listrik 80, 90 dan 100 Ampere, proses penyambungan logam dilakukan di Bengkel Petrik Bike.



Gambar 3. Mesin Las Listrik Type Redbo

5. Ampere Meter

Mempersiapkan ampere meter merek Kyoritsu yang gunanya untuk melakukan pengukuran besar voltase dan arus yang digunakan pada saat selama proses pengelasan berlangsung dan kalibrasi mesin las dalam melakukan proses pengelasan.

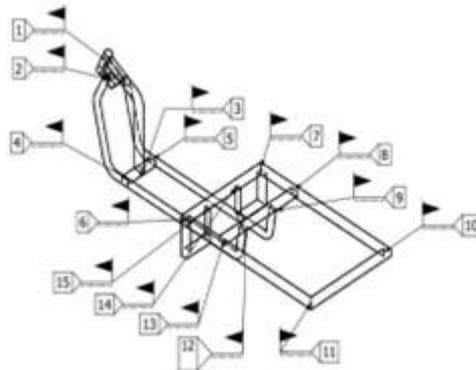


Gambar 4. Ampere Meter (Kyoritsu)

2.2. Proses Pengelasan Spesimen

Pengelasan spesimen ini menggunakan proses pengelasan kombinasi SMAW dalam penelitian ini jenis las yang digunakan adalah las busur elektroda terbungkus (*shielded metal arc welding/SMAW*) dengan kapasitas 10-300

ampere, sebelum proses pengelasan dimulai, logam induk yang sudah dibuat kampuh las tersebut harus dibersihkan dari kotoran seperti debu, minyak, oli atau gemuk, karat, air dan lain sebagainya, Jika semua bahan yang sudah dipotong-potong sesuai ukuran dan kebutuhannya, selanjutnya kita lakukan proses penyambungan benda satu ke benda lainnya dengan cara pengelasan dengan menggunakan mesin las.



Gambar 5. *Chassis E-Niaga*



Gambar 6. Proses Pengelasan Material

2.3. Pemasangan

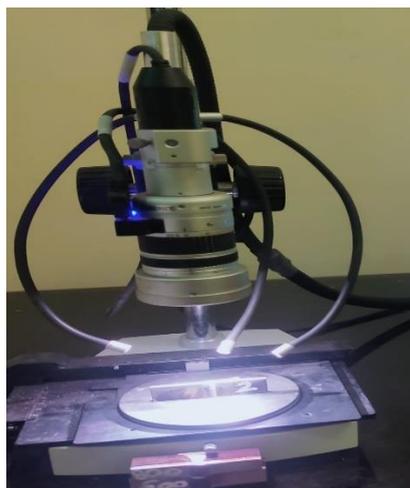
Setelah *chassis* (rangka) sudah di las dan kemudian tempat duduk sudah dilubangi, kemudian posisikan benda atau komponen-komponen tersebut ke tempat duduk yang telah ditentukan dan disesuaikan, lanjutkan dengan pemasangan baut dan mur sebagai pengikat benda dengan *chassis* (rangka).



Gambar 7. *Chassis Sudah Jadi*

2.4. Pengujian Hasil Pengelasan

Setelah proses pengelasan selesai dilakukan tahap selanjutnya adalah pembuatan spesimen dan melakukan uji *macro examination*. Faktor yang sangat mempengaruhi keberhasilan suatu proses metalografi menggunakan mikroskop optik adalah persiapan permukaan spesimen yang akan dilihat. Pengujian *macro* dilakukan di Laboratorium Biro Klasifikasi Indonesia dengan mesin uji HIROX KH – L300.



Gambar 8. Pengujian *Macro*

3. HASIL DAN DISKUSI

Penelitian ini menggunakan metode *macro examination* dan perhitungan kekuatan las.

3.1. Total Beban Aktual Yang Akan Di Topang Hasil Las

Perhitungan sambungan las dilakukan berdasarkan data-data yang didapat dan menggunakan rumus kekuatan las. Total beban aktual didapatkan dengan cara melakukan penjumlahan massa dari kabin, *tray body*, *chassis*, pengemudi dengan massa muatan sesuai data sebagai berikut:

Tabel 1. Beban Yang Menekan Hasil Las

Berat tanpa muatan + pengemudi (kg)	Massa muatan (kg)	Total massa (kg)	Beban yang menekan hasil las (kN)
405	100	505	4,9
	200	605	5,9
	300	705	6,9
	400	805	7,9
	500	905	8,9
	600	1005	9,9
	700	1105	10,9

$P = 505 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 4,949 \text{ N} = 4,9 \text{ kN}$

Untuk besarnya beban dengan muatan berikutnya bisa dilihat pada tabel diatas.

Tabel 2. Material Properties SS400

Symbol of grade	Yield point or yield strength N/mm ²				Tensile Strength N/mm ²	Thickness	Elong ation %	Bendability	
	16 or under	over 16 up to 40	over 40	over 100				Angle of bending	Inside radius
SS400	245 min.	235 min.	215	205	400-510	Steel plates and sheets, coils, flats and sections 5 or under in thickness	21 min.	180°	1,5 times the thickness
			min.	min.		Steel plates and sheets, coils, flats and sections over 5 up to 16 in thickness			
						Steel plates and sheets, coils, flats and sections over 16 up to 50 in thickness	21 min.		
						Steel plates and sheets, flats and sections over 40 in thickness		23 min.	

3.2. Kekuatan Las

Beban maksimum yang bisa ditopang oleh las pada Motor E- Niaga Geni Biru 3 Roda adalah sebagai berikut:

$$P = (0,707) \cdot (3) \cdot (200) \cdot (400) \\ = 169 \text{ kN}$$

3.3. Safety Factor

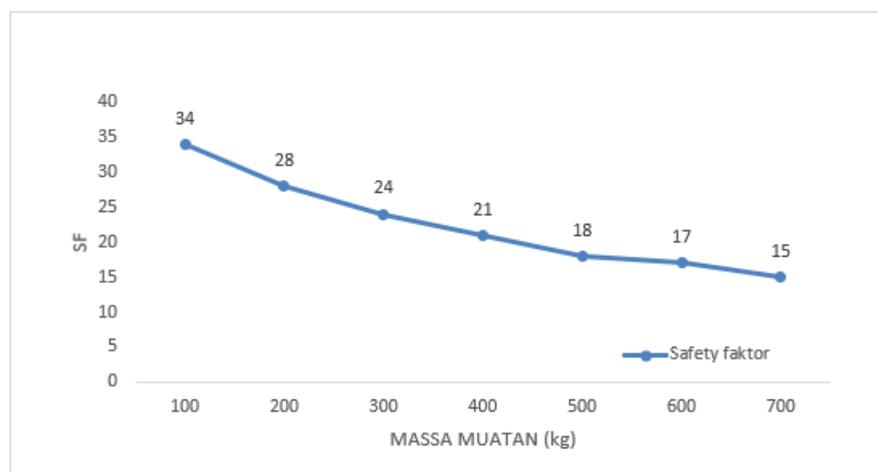
Melakukan penelitian besarnya *safety factor* dari massa 505 kg sampai 1105 kg sesuai tabel diatas.

$$SF = 169 \text{ kN} / 4,9 \text{ kN} = 34$$

Untuk besarnya *safety factor* dengan beban selanjutnya dapat dilihat pada tabel dan grafik *safety factor* dibawah:

Tabel 3. *Safety Factor*

Berat tanpa muatan + pengemudi (kg)	Massa muatan (kg)	Total massa (kg)	Beban yang menekan hasil las (kN)	<i>Safety factor</i>
405	100	505	4,9	34
	200	605	5,9	28
	300	705	6,9	24
	400	805	7,9	21
	500	905	8,9	18
	600	1005	9,9	17
	700	1105	10,9	15



Gambar 9. Grafik *Safety Factor*

Dilihat dari tabel di atas dapat diketahui bahwa sampai total massa 1105 kg kekuatan hasil las mempunyai *safety factor* 15 maka hasil las tersebut masih dalam kategori aman dan mampu untuk menopang desain berat awal maksimum total 650kg.

3.4. Macro Examination

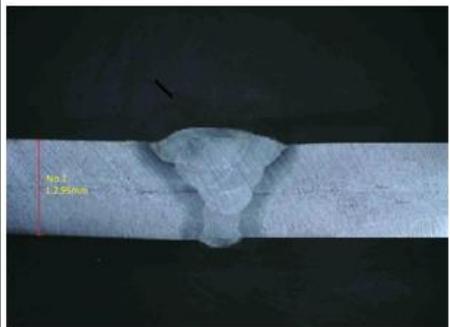
Macro examination dilakukan dengan cara mengambil spesimen di area *welding*. Bahan yang di uji memakai 3 (tiga) spesimen. *Macro examination* dilakukan untuk mengamati sambungan *welding* dari proses pengelasan logam, tujuan lainnya adalah untuk mengetahui tingkat penembusan pada akar las. Persiapan sebelum pengujian yang harus dilakukan diantaranya adalah material dipoles hingga rata dan mengkilap menggunakan amplas kasar sampai dengan amplas halus. Selanjutnya proses pengkaratan atau pengetsaan permukaan logam untuk menampilkan *HAZ* (*Heat Affected Zone*). Hasil dari *macro examination* ditunjukkan pada gambar dibawah ini.

Figure	Item	Note
	Kode Sample	M1
	Peleburan	Good
	Penembusan	Good
	Retak	None
	Porosity	None
	Takik	None
	Terak	None
<p>Hasil Uji : Pengujian makro tidak menunjukkan adanya indikasi cacat.</p>		

Gambar 10. Foto Makro M1

Figure	Item	Note
	Kode Sample	M2
	Peleburan	Good
	Penembusan	Good
	Retak	None
	Porosity	None
	Takik	None
	Terak	None
<p>Hasil Uji : Pengujian makro tidak menunjukkan adanya indikasi cacat.</p>		

Gambar 11. Foto Makro M2

Figure	Item	Note
	Kode Sample	M3
	Peleburan	Good
	Penembusan	Good
	Retak	None
	Porosity	None
	Takik	None
	Terak	None
<p>Hasil Uji : Pengujian makro tidak menunjukkan adanya indikasi cacat.</p>		

Gambar 12. Foto Makro M3

Analisis dari ketiga gambar *macro examination* diketahui *joint* dengan pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) menunjukkan peleburan atau *fusion* bagus, penembusan atau *penetration* juga bagus dan tidak ditemukan indikasi cacat seperti retak, porosity, takik, terak dan cacat didalam logam las pada ketiga spesimen tersebut.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pengujian menggunakan *macro examination* maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian, beban maksimum yang dapat ditopang oleh hasil pengelasan pada material *chassis (SS400)* di motor listrik E – Niaga Geni Biru 3 Roda adalah 169 kN. Dengan asumsi desain awal berat maksimum keseluruhan adalah 650kg dengan tekanan pada titik las sebesar 6,9 kN maka didapatkan *safety factor* 24.
2. Dari data *macro examination* pada ketiga spesimen tidak ditemukan retakan (*crack*) pada sambungan las *chassis* kendaraan listrik E-Niaga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prasetyo, E., Dahlan, D., & Fadhli, R. N. (2018). Analisis Pengujian Sepeda Motor Listrik 3 kW Pada Jalan Mendatar dan Menanjak. Seminar Rekayasa Teknologi, 47–53.
- [2] Simanullang, S. D. S. (2019). Pengaruh Berat Beban Terhadap Efisiensi Motor Pada Rancang Bangun Sepeda Motor Listrik Menggunakan Motor BLDC 3 KW. *Elektro*, Departemen Teknik Teknik, Fakultas Utara, Universitas Sumatera.
- [3] Adriana, M., B.P, A. A., & Masrianor, M. (2017). Rancang Bangun Rangka (Chasis) Mobil Listrik Roda Tiga Kapasitas Satu Orang. *Jurnal Elemen*, 4(2), 129. <https://doi.org/10.34128/je.v4i2.64>.
- [4] Aklis Pursadi, Imam Syofi'i, Z. (2018). Analisis Perancangan Sasis Pada Gokart Dengan Pengerak Motor Bensin Manual 4 Langkah. *Jptm*, 4(1), 9–18.
- [5] Nurato, A. D. (2020). Analisis Perbandingan Faktor Keamanan Rangka Scooter Menggunakan Perangkat Lunak Solidwork 2015., 1-10.
- [6] Putri, F. (2009). Pengaruh Besar Arus Listrik Dan Panjang Busur Api Terhadap Hasil Pengelasan. *Austenit*, 1(02), 1–6.
- [7] Studi, P., Mesin, T., Islam, U., & Mab, K. (2016). Analisis Kekuatan Tarik Baja ST37 Pasca Menggunakan SMAW Yassyir Maulana. 02(01), 1–8.
- [8] Fitri, M., Sukiyono, B., & Simanjuntak, M. L. (2019). Pengaruh Waktu Penahanan pada Perlakuan Panas Pasca Pengelasan terhadap Ketangguhan Sambungan Las Baja. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 13(2), 80. <https://doi.org/10.24853/sintek.13.2.80-86>
- [9] Nurato. (2018). Analisis ketidak setabilan *temperature* terhadap hasil kekerasan material dari proses *heat treatment piston* 1-11.
- [10] Wibowo, H., Ilman, M. N., Iswanto, P., & Mada, U. G. (2016). Analisa Heat Input Pengelasan terhadap Distorsi , Struktur Mikro dan Kekuatan Mekanis Baja A36. 7(1), 3–8.