

## ANALISIS UJI TARIK PADA SPECIMEN S355J2+N DENGAN STANDAR AS 1391 UNTUK BAHAN MATERIAL CONTAINER FLAT TOP WAGON (PPCW)

Irvan Septyan Mulyana<sup>1</sup>, Rizky Maulana Saputra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma

E-mail: irvansepty@staff.gunadarma.ac.id

**Abstrak--** Material gerbong kereta api yang digunakan sesuai dengan masing-masing fungsi dan bagiannya di kereta api. Karakteristik dan sifat material menentukan kekuatan material tersebut dalam menahan suatu beban berat dan beban tarik. Material Baja S355J2+N adalah material yang secara khusus didesain dapat menahan kekuatan tarik yang tinggi dan bisa di las. Material ini digunakan pada bagian undeframe atau lantai pada flat container top fat wagon (PPCW) atau gerbong datar. Namun suatu logam mempunyai sifat mekanik. Sifat mekanik merupakan suatu acuan untuk melakukan proses selanjutnya terhadap suatu material, contohnya untuk dibentuk dan dilakukan proses permesinan Untuk mengetahui sifat mekanik pada suatu logam harus dilakukan pengujian terhadap logam tersebut. Salah satu pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik. Dari hasil pengolahan data Tesnsile Test yang telah dilakukan menggunakan standar AS 1319 pada specimen S355J2+N ini menunjukkan nilai yield strength 453 Mpa. Kemudian tegangan maksimum atau ultimate stress yang didapatkan 526,44 MPa regangan atau elongation pada specimen mendapatkan nilai 26,71%. Pada tensile test ini menunjukkan bahwa specimen ini memiliki kekuatan tarik yang belum memenuhi standar sertifikat material sehingga hasil yang diambil specimen ini belum dapat digunakan untuk raw material pada container flat top wagon (PPCW).

**Kata kunci:** Gerbong PPCW, S335 J2+N, Underfram, Tensile Test, AS 1391

**Abstract--** Wagon materials used are in accordance with each function and part of the train. The characteristics and properties of the material determine the strength of the material to withstand a heavy load and tensile load. Steel material S355J2+N is a material specifically designed to withstand high tensile strength and can be welded. This material is used for the underframe or floor section of the flat top container flat wagon (PPCW) or base wagon. But a metal has mechanical properties. Mechanical properties are a reference for carrying out further processing of a material, for example for shaping and machining processes. To determine the mechanical properties of a metal must be tested on the metal. One of the tests carried out is the tensile test. From the results of processing the tensile test data that has been carried out using the AS 1319 standard on this S355 J2+N specimen, it shows a yield strength value of 435 MPa. Then the maximum stress or ultimate stress obtained is 526,44 Mpa, the strain or elongation on the specimen is 26.71%. This tensile test shows that this specimen has a strength that does not meet the material certificate standard so the results taken from this specimen cannot be used for raw materials in flat top wagon containers (PPWC).

**Keywords:** Gerbong, PPCW, S335 J2+N, Underfram, Tensile Test, AS 1391

### 1. PENDAHULUAN

PT. Industri Kereta Api adalah perusahaan BUMN manufaktur kereta api terbesar di asia tenggara dan menghasilkan gerbong kereta api. Material yang digunakan bervariasi, mulai dari mild steel, stainless steel hingga aluminium alloy yang disesuaikan dengan fungsi dan bagiannya di kereta api. Karakteristik dan sifat material menentukan kekuatan material tersebut dalam menahan suatu beban. Material baja S335J2+N adalah material yang secara khusus didesain dapat menahan kekuatan tarik yang tinggi dan bisa di las. Material ini digunakan pada bagian

undeframe atau lantai pada PPCW Untuk membentuk gerbong menjadi sedemikian rupa, plat S355J2+N harus disambung. Dalam menyambung plat-plat ini, pada PT. Industri Kereta Api menggunakan proses pengelasan.

Tujuan dari pengujian tarik ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat mekanik suatu logam. Dalam penelitian ini dikembangkan bagaimana mengolah data yang diperoleh dari pengujian tarik tersebut menjadi sebuah kurva tegangan regangan.[1] Data-data yang diperoleh tersebut berupa besarnya pembebanan, besarnya perpanjangan dan perubahan luas penampang

yang terjadi pada benda kerja. data kekuatan material. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat. Salah satu cara untuk mengetahui besaran sifat mekanik dari logam adalah dengan *Tensile Test*. Sifat mekanik yang dapat diketahui adalah kekuatan tarik pada material, kuat luluh dari material, keuletan material, modulus elastisitas dari material, dan ketangguhan pada material tersebut untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan [1]

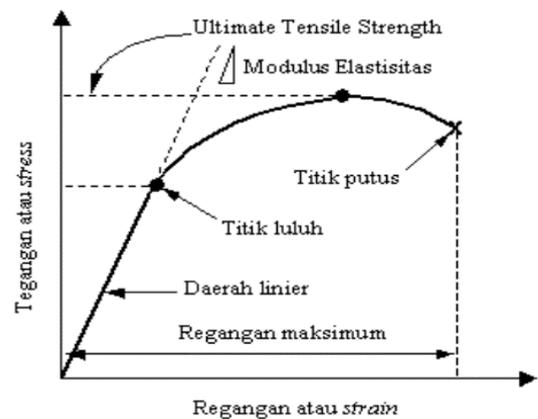
Tujuan penelitian dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik, kekuatan luluh, keuletan, modulus elastisitas, ketangguhan pada material. Pada pengujian tarik harus mengetahui dampak pengujian terhadap sifat mekanis dan fisik suatu logam dengan mengetahui parameter-parameter tersebut maka kita dapat data dasar mengenai kekuatan suatu bahan.

Hasil penelitian dan pengujian ini dapat memastikan material yang digunakan layak untuk digunakan pada bagian gerbong kereta api .

**2. METODE PENELITIAN**

Uji tarik ialah proses pemberian beban pada bahan dengan arah menjauhi titik tengah, dengan tujuan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis dari bahan tersebut.[2] Pengujian tarik dilakukan secara umum karena merupakan dasar dari pengujian dan studi mengenai kekuatan bahan. Salah satu hasil yang didapatkan dari pengujian tarik adalah perubahan bentuk atau deformasi pada bahan, yang terjadi akibat pergeseran butiran kristal hingga terlepasnya ikatan kristal karena gaya maksimum.

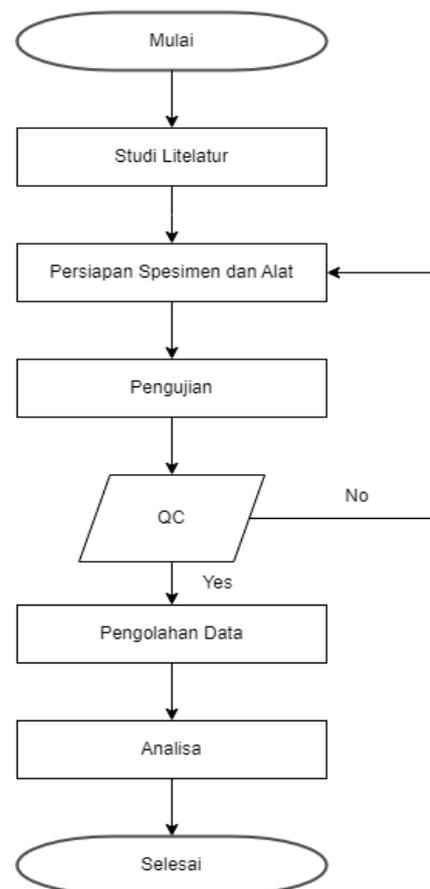
Tahapan pengujian tarik dapat memberikan informasi mengenai proses deformasi pada bahan hingga putus.[3] Kurva yang terbentuk dari hasil pengukuran pengujian tarik menunjukkan hubungan antara gaya yang diberikan dan perpanjangan yang dialami oleh spesimen.



**Gambar 1.** Kurva Tegangan Regangan [4]

Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan teori yang berhubungan dengan tensile test beserta standarnya. Data yang diperoleh pada penelitian ini merupakan data yang berasal dari hasil percobaan untuk dilakukan analisis. Bahan pengujian adalah baja S355J2+N yang dilakukan tensile test dan dianalisa dengan berdasarkan data pengujian.

Berikut adalah diagram alur penelitian:



**Gambar 2.** Diagram Alur Penelitian

Baja S355J2+N adalah baja mangan berkarbon rendah dengan tegangan sedang yang mudah dilas dan memiliki ketahanan benturan yang baik.[5] Baja untuk keperluan konstruksi dan pembuatan mesin dan digunakan dalam teknik industri ataupun sipil, serta dalam konstruksi platform minyak dan gas, struktur lepas pantai lainnya, menara transmisi daya dan struktur logam lainnya. Steel S355J2+N secara aktif digunakan untuk memproduksi elemen peralatan berat dan bawah tanah (buldoser, ekskavator dan dump truck), gerbong kereta api dan mesin pertanian. Bahan ini biasanya dalam kondisi tidak diolah atau dinormalisasi.

Arti dari huruf dan angka dalam S355J2+N dijelaskan sebagai berikut:

- S adalah kependekan dari baja structural.
- 355 mengacu pada nilai kekuatan luluh minimum untuk baja datar dan Panjang dengan ketebalan ≤ 16 mm.
- J2 terkait dengan nilai energik impak minimum adalah 27 J pada -20°C.
- +N baja yang sudah di normalizing atau proses pemanasan baja ke fase austenite selanjutnya didinginkan dengan media pendingin udara normal hingga suhu kamar 27°C - 28°C

Kandungan dari material baja S355J2+N dapat dilihat pada tabel 1.

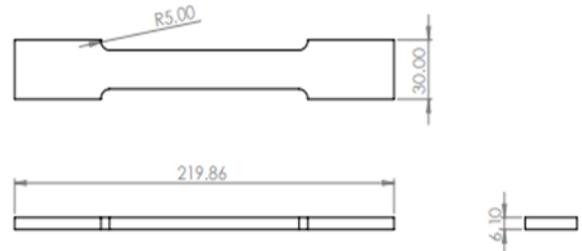
**Tabel 1.** Kandungan Material Baja S355J2+N[6]

Material	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %	N %
S355 J2+N	0,23 - 0,24	0,60	1,70	0,035	0,035	0,06	-

**Tabel 2.** Spesifikasi Baja S355J2+N

Material	Thickness (mm)	Min Yield (Mpa)	Tensile (MPa)	Elongation (%)
S355J 2+N	8 - 100	315 - 355	450 - 630	18 - 20
	101 - 200	285 - 295	450 - 600	18
	201 - 400	275	450 - 600	17

Pada pengujian Tensile Test dimensi spesimen uji tarik harus memenuhi standar AS 1391, panjang Gauge Length (G) sebesar 3,9 inch (101.2 mm), dimensi Width (W) sebesar 0.7 inch (19.5 mm) dan lebar area cekam sekitar 1.5 in. (40 mm). Dibagian tengah dari batang uji (bagian yang paralel) adalah bagian yang menerima tegangan yang uniform dan pada bagian ini disebut panjang ukur (*gauge length*), yaitu bagian yang dianggap menerima pembebanan, bagian ini selalu diukur panjangnya selama proses pengujian.



**Gambar 3.** Standart Specimen AS 1391-2007 [7]

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Spesimen uji coba pecobaan pada plat baja S355J2+N yang dilakukan uji tarik dapat dilihat pada table 3.1. Data ini mencakup dimensi spesimen dan hasil dari uji yang dilakukan.

**Tabel 3.1** Hasil pengujian *Tensile Test*

Tensile Test						
No	Gage hicknes to (mm)	Width wo(m m)	Area Ao(mm)	Yield Load Fy(k N)	Ult. Length LO(mm )	Load Fu (kN)
1	6.10	19.65	119.86	101.20	54.30	63.10
Test Result						
No	Gage Length L1(mm)	Yield Stress σy(kN)	Ult.Stress σy(kN)	Elongation ε (%)		
1	128.25	453.04	526.47	26.73		

Data hasil grafik dari kuat tarik, tegangan, regangan, dan titik patah hasilnya dapat dilihat pada uraian di bawah ini

luas permukaan pada hasil pengujian adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Penampang (A)} &= \omega_0 \times t \\
 &= 19,65 \times 6,10 \\
 &= 119,86 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Kekuatan Luluh (*Yield Strength*) adalah tegangan minimal di mana suatu bahan kehilangan kemampuan elastisnya. [8]

$$\begin{aligned} \text{Yield Strength } (\sigma_y) &= \frac{F_y}{A_0} \\ &= \frac{54,30 \text{ KN}}{119,86 \text{ mm}^2} \\ &= 453,02 \text{ MPa} \end{aligned}$$

*Ultimate Stress* merupakan batas maksimum ketahanan material saat mengalami peregangan atau tarikan sebelum terjadi kegagalan atau kerusakan. [9]

$$\begin{aligned} \text{Ultimate Stress } (\sigma_u) &= \frac{F_u}{A_0} \\ &= \frac{63,10 \text{ KN}}{119,86 \text{ mm}^2} \\ &= 526,44 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Perpanjangan pada hasil ialah rasio antara peningkatan panjang dan panjang awal pada titik patah dapat dihitung menggunakan persamaan [10]

$$\begin{aligned} \text{Elongation } (\varepsilon) &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \\ \text{Dimana:} \\ \varepsilon &= \text{elongation} \\ L_0 &= \text{panjang awal} \\ L_1 &= \text{panjang akhir} \\ \Delta L &= L_1 - L_0 \\ \text{Elongation } (\varepsilon) &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \\ &= \frac{27,05}{101,20} \times 100\% \\ &= 26,71\% \end{aligned}$$

*Modulus Elastis* merupakan nilai yang dipakai untuk mengukur ketahanan suatu objek atau bahan terhadap deformasi elastis ketika terkena gaya [11]

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastis } (E) &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\ \text{Dimana :} \\ E &= \text{besar modulus elastisitas (kg/mm}^2\text{)} \\ &= \text{tegangannya} \\ \varepsilon &= \text{regangan} \\ \text{Modulus Elastis } (E) &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\ &= \frac{526,4}{26,71} \\ &= 19,7 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Dari hasil pengolahan data Tesnile Test yang telah dilakukan pada specimen S355J2+N

ini menunjukkan nilai yield strength 453 MPa atau diatas nilai standar spesifikasi 441 Mpa. Kemudian pada specimen S355J2+N ini tegangan maksimum atau ultimate stress yang didapatkan hanya 526,44 Mpa dan masih dibawah nilai standar spesifikasi yang dimana seharusnya diatas 531 Mpa. Lalu regangan atau elongation pada specimen mendapatkan nilai 26,71% atau masih dibawah 30% dan tidak memenuhi standar spesifikasi.

Pada tensile test ini menunjukkan bahwa specimen ini memiliki kekuatan tarik yang kurang baik dan belum sesuai dengan sertifikat material sehingga hasil yang diambil specimen ini belum dapat digunakan untuk bahan baku pada PPCW.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dari *tensile test* yang sudah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut , Baja S355J2+N adalah baja mangan berkarbon rendah dengan tegangan sedang yang mudah dilas dan memiliki ketahanan benturan yang baik. Baja untuk keperluan konstruksi dan pembuatan mesin dan digunakan dalam teknik industri ataupun sipil, dan struktur logam lainnya. Steel S355J2+N secara aktif digunakan untuk memproduksi elemen peralatan berat dan bawah tanah (buldoser, ekskavator dan *dump truck*), gerbong kereta api dan mesin pertanian.

1. Pada *Tensile Test* ini standar spesifikasi yang dipakai AS 1391
2. Hasil data yang didapat pada *Tensile Test* ini:
  - a. *Yield strength* 453 MPa
  - b. *Ultimate stress* 526,44 MPa
  - c. *Elongation* 27 %

Untuk Acceptance Criteria dari Tensile Test sendiri mengacu pada nilai kekuatan tarik pada sertifikat material atau bahan tersebut, apabila nilai dari *Tensile Test* kurang dari nilai kekuatan tarik pada sertifikat material atau bahan maka *specimen* tersebut tidak bisa diterima. Sehingga hasil yang diambil specimen ini belum dapat digunakan untuk bahan material PPCW

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Budiman, "Analisis Pengujian Tarik ( Tensile Test ) Pada Baja ST37," *J. J-Ensitem*, vol. 03, no. 01, pp. 9–13, 2016, [Online]. Available: <https://jurnal.unma.ac.id/index.php/JE/article/view/309/288>.
- [2] R. D. Salindeho, J. Soukota, and R.

- Poeng, "Pemodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisis Sifat Mekanik Material," *J. J-Ensítec*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2018.
- [3] M. Pathur Rahman and F. A. Kurniawan, "Analisa kekuatan material bahan carbon steel aisi 1018 dan baja tulangan polos sni p40 sebagai angkur pada tower dengan metode uji tarik," *Bul. Utama Tek.*, vol. 17, no. 3, pp. 291–301, 2022.
- [4] V. Bhaskara Sardi, S. Jokosisworo, and H. Yudo, "Pengaruh Normalizing dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time) Baja ST 46 terhadap Uji Kekerasan, Uji Tarik, dan Uji Mikrografi," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 6, no. 1, p. 142, 2018, [Online]. Available: <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/Naval>.
- [5] V. Milovanović, D. Arsić, M. Milutinović, M. Živković, and M. Topalović, "A Comparison Study of Fatigue Behavior of S355J2+N, S690QL and X37CrMoV5-1 Steel," *Metals (Basel)*, vol. 12, no. 7, pp. 1–14, 2022, doi: 10.3390/met12071199.
- [6] D. Conditions, M. C. Applications, A. Standard, and C. Composition, "S355J2." Australian Standard, "AS 1391:2007 Metallic Materials - Tensile Testing at Ambient Temperature," *Stand. Aust.*, vol. 2007, no. 1, p. 65, 2007.
- [7] Y. Mahyoedin, J. Jamasri, W. Marthiana, D. Duskiardi, and R. Arman, "Kekuatan Tarik Paduan Al 2024-T3 Dan Al 2524-T3 Yang Telah Mengalami Proses Stretching, Chemical Milling Dan Shot Peening," *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 129–133, 2020, doi: 10.52447/jktm.v5i2.4213.
- [8] Nukman, "Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah Akibat Variasi Bentuk Kampuh Las dan Mendapat Perlakuan Panas," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 37–43, 2009.
- [9] M. Nofri and A. Fardiansyah, "Analisis Sifat Mekanik Pipa Carbon Steel Grade a106 Dan Grade B a53 Untuk Proses Produksi Pada Kilang Lng," *Bina Tek.*, vol. 14, no. 2, p. 119, 2018, doi: 10.54378/bt.v14i2.335.
- [10] G. S. Budi, "Pengujian Kuat Tarik Dan Modulus Elastisitas Tulangan Baja (Kajian Terhadap Tulangan Baja Dengan Sudut Bengkok 45?, 90?, 135?)," *J. Tek. Sipil*, vol. 11, no. 1, 2011, doi: 10.26418/jtsft.v11i1.1070.