



## ANALISIS PENGARUH HEAT TREATMENT 900 °C BAJA ST40 PADA BODY TRUK UNIMOG MILITER TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS

Budi Harjanto<sup>1</sup>, D.Ricky Lumintang<sup>2</sup>, Sukahar<sup>3</sup>

Teknik Mesin Pertahanan. Akademi Militer<sup>1,2,3</sup>

budiharjanto@nikmesinhan.akmil.ac.id, drickylumintang@nikmesinhan.akmil.ac.id,

sukahar@nikmesinhan.akmil.ac.id

### Abstract

*TNI-AD is an army unit whose mobility is mostly in the mainland area. In mengkaver all regions of Indonesia, requires a vehicle that is able to cross all terrain both flat terrain, and bumpy terrain that is difficult to pass by ordinary vehicles. As well as being able to transport personnel with a high level of mobility in the field of operation, so it requires a truck that is tough enough to overcome it. No less important is also the ability of the body of the truck, so that in transporting personnel and logistics must be strong and use materials made of armored are. This study aims to analyze and test the material from the content of the type of steel used in the truck body Unimog on physical and mechanical properties, when heat treated with a certain temperature. Steel type ST40 steel coating on military Unimog trucks has high hardness, can be seen from the results of hardness tests and tensile tests carried out in this experiment. The steel is broken when the steel is pulled with a strength of 5910 kg after undergoing a heat treatment process without being welded. Then the steel is broken when the steel is pulled with a strength of 4360 kg after undergoing a welded heat treatment process. Pure steel containing carbon content below 1% is a type of high quality steel, so it is suitable for use as a steel coating on the body of military vehicles.*

**Keywords :** heat treatment, mechanical, physical, Unimog

### Abstrak

TNI-AD merupakan satuan tentara angkatan darat yang didalam mobilitasnya sebagian besar berada di wilayah daratan. Didalam mengkaver seluruh wilayah Indonesia, membutuhkan kendaraan yang mampu melintasi segala medan baik medan datar, maupun medan bergelombang yang sulit dilalui oleh kendaraan biasa. Serta mampu mengangkut personil dengan tingkat mobilitas yang cukup tinggi dimedan operasi, sehingga membutuhkan truk yang cukup tangguh didalam mengatasi hal tersebut. Tidak kalah pentingnya juga mengenai kemampuan body dari truk tersebut, agar dalam mengangkut personil maupun logistik harus kuat dan menggunakan bahan terbuat ari lapis baja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa serta uji bahan dari kandungan jenis baja yang digunakan pada body truk Unimog terhadap sifat fisis dan mekanisnya, apabila di heat treatment dengan suhu tertentu. Baja jenis ST40 pelapis baja pada truk Unimog militer ini memiliki kekerasan tinggi, dapat dilihat dari hasil uji kekerasan dan uji tarik yang dilakukan pada percobaan ini. Baja patah pada saat baja ditarik dengan kekuatan 5910 kg setelah mengalami proses heat treatment tanpa dilas. Kemudian baja patah pada saat baja ditarik dengan kekuatan 4360 kg setelah mengalami proses heat treatment dilas. Baja murni yang mengandung kadar karbon dibawah 1 % maka termasuk jenis golongan baja kualitas tinggi, sehingga cocok digunakan sebagai pelapis baja pada body kendaraan militer.

**Kata kunci :** fisis, heat treatment, mekanis, Unimog.

## PENDAHULUAN

TNI-AD merupakan satuan tentara angkatan darat yang di dalam mobilitasnya sebagian besar berada di wilayah daratan. Untuk mengkaver seluruh wilayah Indonesia, membutuhkan kendaraan yang mampu melintasi segala meda baik medan datar, maupun medan bergelombang yang sulit dilalui oleh kendaraan biasa. Serta mampu mengangkut personil dengan tingkat mobilitas yang cukup tinggi dimedan operasi, sehingga membutuhkan truk yang cukup tangguh dalam mengatasi hal tersebut. Tidak kalah pentingnya juga mengenai kemampuan body dari truk tersebut, agar di dalam mengangkut personil maupun logistik harus kuat dan menggunakan bahan terbuat dari lapis baja.

Karena tuntutan kesiapan oprasional maka guna menunjang tugas pokok dari satuan infantri Truk Unimog adalah kendaraan yang dilapisi baja guna angkut personil pasukan, truk ini merupakan jenis truk yang di gunakan oleh TNI-AD, khususnya satuan infantri. Truk Unimog adalah kendaraan





angkut personil yang memiliki mobilitas tinggi, daya tenaga tinggi dan memberi keamanan personil terhadap medan yang sulit dilalui serta bodynya pun terbuat dari baja. Truk ini biasanya di angkut oleh kapal dalam melaksanakan tugas operasi di luar daerah, truk Unimog selain di gunakan dalam tugas angkut personil, juga di gunakan sebagai kendaraan angkut logistik yaitu pengedroupan logistik di daerah-daerah operasi meskipun truk ini terbilang truk yang usia pakainya cukup tua.

## LANDASAN TEORI

### Truk Unimog Militer.

Truk Unimog di kalangan militer dan penggemar off-road, amat kesohor. Truk serba bisa ini di negara asalnya, Jerman telah menjadi legenda hidup berkat kemampuannya yang luar biasa dalam mengatasi medan berat apa pun. Di reli Paris-Dakar, kebolehan truk ini pun teruji dan mampu lolos dari lautan pasir dan medan ekstrem. Tentara di Indonesia pun memakainya sebagai kendaraan taktis (rantis) yang cukup diandalkan untuk mendukung setiap operasi.

Truk ini masuk tahun 1958 untuk keperluan kendaraan angkutan Bulog. Jumlahnya mencapai ratusan unit. Masuk lagi pada tahun 1976 untuk keperluan Departemen Hankam/ABRI yang kemudian jadi andalan TNI. Jumlah Unimog terbanyak didatangkan pada tahun 1981 yakni tipe U1300L sebanyak 200 unit. Tipe ini dipakai militer untuk kebutuhan penarik meriam (artileri). Sekitar 1990-an, datang lagi 40 unit tipe U1550L untuk kebutuhan Marinir.



Gambar 2.1. Truk Unimog Militer

Belum lama ini, Daimler-Chrysler, pembuat Unimog mendatangkan 1 unit versi terbaru yakni U4000 dan truk Atego 1017 ke Indonesia. Semula kendaraan ini akan diikutsertakan dalam sebuah pameran pertahanan di Jakarta, namun karena acara tersebut diundur maka ketimbang dikembalikan ke Jerman dilakukanlah uji coba. Uji coba tersebut untuk memperoleh sertifikat kelayakan sebagai kendaraan taktis yang dilakukan oleh Dinas Penelitian dan Pengembangan TNI AD.



Gambar 2.2. Truk Unimog Militer

### Spesifikasi.

- a. Akomodasi: Crew 2
- b. Dimensi: Tangki Bahan Bakar Kapasitas 180 l (47 gl)





- c. Ground Clearance 423 mm
- d. Tinggi 2,7 m
- e. Panjang 6 m
- f. Jarak sumbu roda 3,9 m
- g. Lebar 2,4 m
- h. Berat: Max Berat 10.000 kg, Muatan 5.800 kg
- i. Kinerja: Pendekatan Sudut  $41^\circ$ ,  $44^\circ$  Sudut Keberangkatan, Fordin
- j. Kedalaman 0,8 m (3 ft), Gradient 100%, k.
- k. Gratis Kecepatan 102 kilometer per jam (63 mph), l.
- l. Memutar Radius 8,2 m (27 kaki)
- m. Power: Max Torque 675 Nm, Power 130 kW
- n. Lain-lain: 4 Wheel Drive, Roda 4

### Baja.

Baja abesi karbon campuran logam yang dapat berisi konsentrasi dari elemen campuran lainnya, ada ribuan campuran logam lainnya yang mempunyai perlakuan bahan dan komposisi benda. Sifat mekanis adalah sensitif kepada isi dari pada karbon, yang mana secara normal kurang dari 1,0%C. Sebagian dari baja umum digolongkan menurut konsentrasi karbon, yakni kedalam rendah, medium dan jenis karbon tinggi.

Baja merupakan bahan dasar vital untuk industri. Semua segmen kehidupan, mulai dari peralatan dapur, transportasi, generator pembangkit listrik, sampai kerangka gedung dan jembatan menggunakan baja. Besi baja menduduki peringkat pertama di antara bahan tambang logam dan produknya melingkupi hampir 90% dari barang berbahan logam.

### Proses Pembuatan Baja.

Dewasa ini, besi kasar diproduksi dengan menggunakan dapur bijih besi (blast furnace) yang berisi kokas pada lapisan paling bawah, kemudian batu kapur dan biji besi. Kokas terbakar dan menghasilkan gas CO yang naik ke atas sambil mereduksi oksida besi. Besi yang telah tereduksi melebur dan terkumpul di bawah tanur menjadi besi kasar yang biasanya mengandung karbon (C), Mangan (Mn), Silicon (Si), Nikel (Ni), Fosfor (P), Belerang (S), kemudian leburan besi dipindahkan ke tungku lain (converter) dan diembuskan gas oksigen untuk mengurangi kandungan karbon.

Untuk menghilangkan kembali kandungan oksigen dalam baja cair, ditambahkan Al, Si, Mn. Proses ini disebut oksidasi. Setelah dioksidasi, baja cair dialirkan dalam mesin cetakan kontinu berupa slab atau dicor dalam cetakan berupa ingot. Slab dan ingot itu diproses dengan penempaan panas, rolling panas, penempaan dingin, perlakuan panas, pengerasan permukaan dan lain-lain untuk dibentuk menjadi sebuah produk atau kerangka dasar dari sebuah produk. Baja merupakan paduan besi (Fe) dengan karbon (C), dimana kandungan karbon tidak lebih dari 2%.

Baja banyak digunakan karena baja mempunyai sifat mekanis lebih baik daripada besi, sifat baja antara lain :

- a. Tangguh dan ulet
- b. Mudah ditempa
- c. Mudah diproses
- d. Sifatnya dapat diubah dengan mengubah karbon
- e. Sifatnya dapat diubah dengan perlakuan panas
- f. Kadar karbon lebih rendah dibanding besi
- g. Banyak dipakai untuk berbagai bahan peralatan
- h. Walaupun baja lebih sering digunakan, namun baja mempunyai kelemahan yaitu ketahanan yaitu ketahanan terhadap korosinya rendah. Baja dapat (dua unsur atau lebih digabung sehingga di hasilkan sifat lain). Hasil paduannya yaitu :
- i. Larutan padat/solid solution (dapat memperbaiki sifat fisik/kimia)
- j. Senyawa (lebih keras dari larutan padat, dapat memperbaiki sifat mekanik)



### Klasifikasi Baja.

Berdasarkan tinggi rendahnya prosentase karbon didalam baja, baja karbon diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Baja Karbon Rendah (low carbon steel)

Baja karbon rendah mengandung karbon antara 0,10 s/d 0,30%. Baja karbon ini dalam pandangan dibuat dalam plat baja, baja strip dan baja batangan atau profil. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja, maka baja karbon rendah dapat digunakan atau dijadikan baja-baja sebagai berikut:

- 1) Baja karbon rendah yang mengandung 0,04%-0,10%C. Untuk dijadikan baja-baja plat atau strip.
- 2) Baja karbon rendah yang mengandung 0,05%C digunakan untuk keperluan badan-badan kendaraan.
- 3) Baja karbon rendah yang mengandung 0,15%-0,30%C digunakan untuk konstruksi jembatan, bangunan, membuat baut atau dijadikan baja konstruksi.
- 4) Baja ST40

Baja ST40 termasuk baja karbon rendah dengan kandungan karbon kurang dari 0,3%. ST40 ini menunjukkan bahwa baja ini dengan kekuatan tarik  $\leq 40$  kg/mm. Diawali dengan St dan diikuti bidang yang menunjukkan kekuatan tarik minimum dalam kg/mm. Baja ST40 ini secara teori mempunyai nilai kekerasan yang lebih rendah dibandingkan dengan besi cor, dengan adanya perlit dan ferit karena perlit yang ada lebih banyak dari pada ferit.

b. Baja Karbon Menengah (medium carbon steel)

Baja karbon menengah mengandung karbon antara 0,30% - 0,60% C. Baja karbon menengah ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian mesin. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja maka baja karbon ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti untuk keperluan industri kendaraan, roda gigi, pegas dan sebagainya.

c. Baja Karbon Tinggi (high carbon steel)

Baja karbon tinggi mengandung kadar karbon antara 0,60% - 1,7% C dan setiap satu ton baja karbon tinggi mengandung karbon antara 70 – 130 kg. Baja ini memiliki tegangan tarik paling tinggi dan banyak digunakan untuk material tools. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung di dalam baja maka baja karbon ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas, alat-alat perkakas seperti: palu, gergaji atau pahat potong. Selain itu baja jenis ini banyak digunakan untuk keperluan industri lain seperti pembuatan kikir, pisau cukur, maka gergaji dan lain sebagainya.

### Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja.

Sifat baja sangat tergantung pada unsur-unsur yang tergantung didalamnya. Unsur-unsur paduan ditambahkan untuk mengurangi sifat yang tidak diinginkan pada baja karbon dan memperbaiki atau menambah sifat-sifat lain yang dikehendaki. Pengaruh dari beberapa unsur paduan terhadap sifat baja paduan dikemukakan di bawah ini :

a. Karbon (C)

Pada baja perkakas, prosentase karbon antara 0,1 – 0,6 %. Karbon juga merupakan unsur penting yang mempengaruhi harga kekerasan dalam pembentukan fase martensit.

b. Mangan (Mn)

Semua baja mengandung mangan karena sangat diperlukan dalam proses pembuatan baja. Kandungan mangan kurang lebih 0,6 % masih belum dikatakan paduan dan tidak mempengaruhi sifat baja.

c. Silikon (Si)



Silikon berfungsi sebagai deoksidasi, silikon juga dapat menaikkan herdenability dalam jumlah sedikit, tetapi dalam jumlah banyak akan menurunkan keuletan.

d. Chromium (Cr)

Chromium ditemukan dalam jumlah banyak pada baja-baja perkakas dan merupakan elemen penting setelah karbon. Chromium merupakan salah satu unsur-unsur pembentuk karbida dan dapat meningkatkan ketahanan korosi dengan membentuk lapisan oksida.

e. Nikel (Ni)

Nikel mempunyai pengaruh yang sama seperti mangan yaitu menurunkan suhu kritis dan kecepatan pendingin kritis, memperbaiki kekuatan tarik, tahan korosi.

f. Vanadium (V)

Vanadium dalam baja-baja perkakas berperan sebagai salah satu unsur pembentuk karbida. Vanadium juga merupakan unsur penyetabil martensit.

g. Molybdenum (Mo)

Unsur ini dapat menguatkan fase ferit dan menaikkan kekuatan baja tanpa kehilangan keuletan. Molybdenum juga dapat berfungsi sebagai penyetabil karbida, sehingga mencegah pembentukan grafit pada pemanasan yang lama.

h. Tungsten (W)

Tungsten juga merupakan salah satu unsur pembentuk karbida kompleks pada baja-baja perkakas. Karbida kompleks ini terbentuk dengan adanya pendinginan yang sangat lambat.

i. Sulfur (S)

Sulfur dapat membuat baja menjadi getas pada temperatur tinggi, oleh karena itu dapat merugikan baja yang digunakan pada suhu tinggi. Umumnya kadar sulfur harus dikontrol serendah-rendahnya, yaitu kurang dari 0,5 %.

### METODE PENELITIAN

Tujuan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah untuk mengetahui data-data kemampuan fisik yang terkandung dalam baja pada body Truk Unimog Militer ST40. Setelah diketahui data-datanya sehingga dapat di ketahui jenis komposisi yang terkandung pada baja ST40. Sehingga dapat diketahui faktor-faktor fisik apa saja yang membuat baja tersebut rusak dan mengetahui kekurangan dan kelebihan sifat dari baja jenis ST40. Proses ini dimulai dari mengambil sampel plat baja ST40 yang digunakan sebagai pelapis baja pada body Truk Unimog Militer, alat dan bahan yang digunakan, tempat penelitian, urutan penelitian, rancangan penelitian.

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Pengujian Tarik

Hasil Uji Tarik Baja yang tidak di las dengan beban 10 ton:

Percobaan 1 : Tegangan Patah  $59,1\% = \frac{59,1}{100} \times 10000 \text{ kg} : 5910 \text{ kg}$

Tegangan Luluh  $44,9\% = \frac{44,9}{100} \times 10000 \text{ kg} : 4490 \text{ kg}$

Percobaan 2 : Tegangan Patah  $57,0\% = \frac{57,0}{100} \times 10000 \text{ kg} : 5700 \text{ kg}$

Tegangan Luluh  $44,0\% = \frac{44,0}{100} \times 10000 \text{ kg} : 4400 \text{ kg}$

Pada Percobaan yang dilakukan terhadap baja yang telah di heat treatment, pada percobaan 1 baja patah (tegangan patah) pada saat baja di tarik dengan kekuatan 5910 kg dan tegangan rata-rata daerah landing sebelum benar-benar memasuki fase deformasi plastis atau sering dikenal dengan tegangan luluh dengan kekuatan pada saat beban 4490 kg. Sedangkan pada percobaan 2 dengan material yang sama maka di peroleh tegangan patah pada saat baja



ditarik dengan kekuatan 5700 kg dan terjadi tegangan luluh pada saat baja di tarik dengan kekuatan 4400 kg.

Hasil Uji Tarik Baja yang di las dengan beban 10 ton :

Percobaan 1 : Tegangan Patah  $43,6 \% = \frac{43,6}{100} \times 10000 \text{ kg} : 4360 \text{ kg}$

Tegangan Luluh  $40,0 \% = \frac{40,0}{100} \times 10000 \text{ kg} : 4000 \text{ kg}$

Percobaan 2 : Tegangan Patah  $57,3 \% = \frac{57,3}{100} \times 10000 \text{ kg} : 5730 \text{ kg}$

Tegangan Luluh  $43,2 \% = \frac{43,2}{100} \times 10000 \text{ kg} : 4320 \text{ kg}$

Pada Percobaan yang dilakukan terhadap baja yang telah di heat treatment, pada percobaan 1 baja patah (tegangan patah) pada saat baja di tarik dengan kekuatan 4360 kg dan tegangan rata-rata daerah landing sebelum benar-benar memasuki fase deformasi plastis atau sering dikenal dengan tegangan luluh dengan kekuatan pada saat beban 4000 kg. Sedangkan pada percobaan 2 dengan material yang sama maka di peroleh tegangan patah pada saat baja ditarik dengan kekuatan 5730 kg dan terjadi tegangan luluh pada saat baja di tarik dengan kekuatan 4320 kg.

### Uji Bending

Hasil yang di dapat pada saat baja yang uji bending yaitu baja yang telah di heat treatment tidak di las memiliki kekuatan maksimal lengkung 7800 sedangkan baja di heat treatment kemudian di las memiliki kekuatan maksimal lengkung 14300. Jadi pada saat uji bending ini maka baja yang tidak di las lebih tahan atau lebih kuat di dibandingkan dengan baja yang telah melalui proses heat treatment kemudian di las.

### Uji Kekerasan Vikers

Hasil Pengujian Kekerasan Mikro (Micro Hardness)

Pengujian kekerasan dilakukan pada 3 titik untuk setiap specimen. Hasil yang di peroleh kemudian dihitung.

$$\text{VHN} = \frac{2P \sin(\theta/2)}{D^2} \quad \text{atau} \quad \text{VHN} = \frac{1,854 P}{D^2}$$

$$D = \frac{\text{diagonal 1 (d1)} + \text{diagonal 2 (d2)}}{2}$$

Sedangkan  $d_1 = D_1: 15$  dan  $d_2 = D_2: 15$ , karena pengukuran diagonal bekas penetrator intan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40 kali, maka panjang diagonal dalam pengukuran dibagi 15. Hal ini karena 1 strip pada mikroskop berarti 1/15 mm.

1) Pada baja heat treatment yang tidak di las.

Percobaan 1:

$$\text{VHN} = \frac{1,854.(30)}{(2,425)^2} = 9,459 \dots\dots\dots(1)$$

Percobaan 2:

$$\text{VHN} = \frac{1,854.(30)}{(2,410)^2} = 9,589 \dots\dots\dots(2)$$



Percobaan 3 :

$$VHN = \frac{1,854.(30)}{(2,410)^2} = 9,459 \dots\dots\dots(3)$$

2) Pada baja heat treatment yang di las.

Percobaan 1:

$$VHN = \frac{1,854.(30)}{(2,06)^2} = 13,117 \dots\dots\dots(1)$$

Percobaan 2:

$$VHN = \frac{1,854.(30)}{(2,13)^2} = 12,278 \dots\dots\dots(2)$$

Percobaan 3:

$$VHN = \frac{1,854.(30)}{(2,15)^2} = 12,038 \dots\dots\dots(3)$$

Dari 3 percobaan uji kekerasan diperoleh kekerasan rata-rata:

1. Baja heat treatment yang tidak di las =

$$\frac{9,459 + 9,589 + 9,459}{3} = 9,50$$

2. Baja heat treatment yang di las =

$$\frac{13,117 + 12,278 + 12,038}{3} = 12,47$$

Tabel. Hasil pengujian Kekerasan Vickers pada baja heat treatment yang tidak di las dengan baja yang di las = 30 kg.

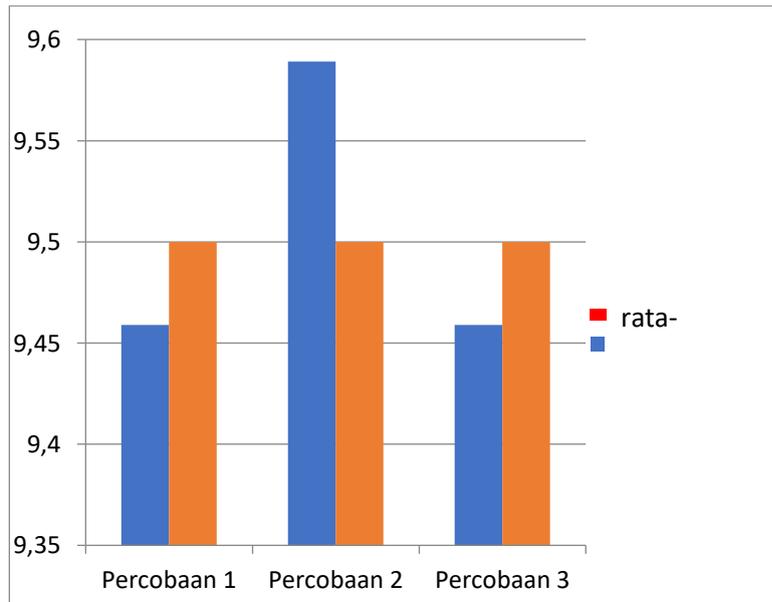
Tabel 4.1 Hasil Pengujian kekerasan vikers

NO	Benda Uji	Panjang Strip		Panjang Diagonal		Diagonal Rata-rata	Harga Kekerasan
		D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D (mm)	Hv (kg/mm <sup>2</sup> )
1	Baja yang tidak di las	35	34	2,46	2,39	2,425	9,459
2		35	34	2,435	2,365	2,410	9,589
3		34	34	2,39	2,46	2,425	9,459
Harga kekerasan rata-rata							9,50
1	Baja di las	29	29	2,06	2,06	2,06	13,117
2		29	28	2,125	135	2,13	12,78
3		28	29	2,12	2,18	2,15	12,038

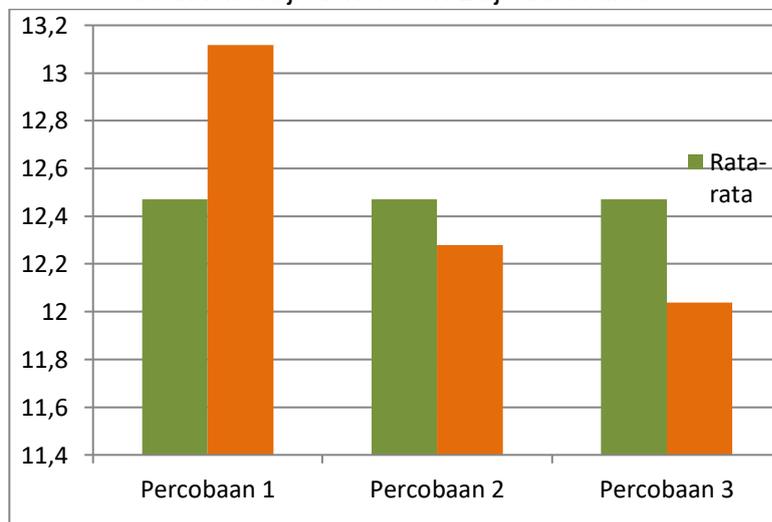
Harga Kekerasan rata-rata	12,47
---------------------------	-------

Keterangan:

1. Percobaan 1
2. Percobaan 2
3. Percobaan 3



Grafik 4.1. Uji Kekerasan Baja tidak di las



Grafik 4.2. Uji kekerasan Baja di Las

### Uji Struktur Mikro

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui fase-fase yang terkandung dalam baja yang tidak di heat treatment dengan baja yang di heat treatment dengan suhu 900°C. Sehingga dari data ini dapat diketahui sifat fisis dari bahan tersebut. Pemeriksaan ini diambil dengan mengambil gambar struktur mikro menggunakan mikroskop optic dengan perbesaran 40 kali. Maka dengan menggunakan mikroskop, dapat diketahui struktur mikro yang terkandung dalam baja st 40 baik yang

tidak di heat treatment maupun di heat treatment. Pada uji struktur mikro ini, unsur-unsur yang dapat dilihat antara lain Ferit, Sementit dan Ferit.



Gambar 4.1. Baja ST40 tidak di heat treatment



Gambar 4.2. Baja ST40 yang di heat treatment

### Uji Komposisi

Komposisi Baja ST 40 yang di uji di Laboratorium Bahan Teknik jurusan teknik mesin dan industri UGM, hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Hasil Analisa Baja ST 40

Unsur	%
C	0,1003
Si	0,0212
S	0,0152
P	0,0103
Mn	0,4745
Ni	0,0138
Cr	0,0163
Cu	0,0378



Mo	0,0026
W	0,0055
Ti	0,0021
Sn	0,0024
Al	0,0723
Pb	0,0012
Ca	0,0002
Zn	0,0037
Fe	99,22

Unsur yang terkandung dalam baja ST 40 terdiri dari 17 unsur dengan 3 unsur dominan yaitu Fe dengan 99,22%, Mn dengan 0,4745% dan unsur C dengan 0,1003%. Kandungan baja st 40 ini terdapat unsur karbon yang memiliki sifat mudah ditempa dan mudah dikeraskan. Sedangkan unsur Mn memiliki sifat mempengaruhi kekerasan suatu logam paduan, mempengaruhi selain itu unsur-unsur tersebut juga sangat mempengaruhi dalam katahanan logam terhadap korosi. Sedangkan unsur yang menonjol yaitu unsur besi yang memiliki sifat yaitu pengolahannya relatif mudah dan murah dan mudah di modifikasi tetapi ada kelemahan dari besi yaitu mudah mengalami korosi.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan uraian dari analisa data, maka penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Tingkat keuletan yang terkandung dalam baja ini sangat baik sehingga apabila terkena benturan tidak membuat plat baja ini retak atau pecah.
- Pada pengujian metallografi terlihat kristal-kristal pembentukannya sangat rapat dan butiran-butirannya halus sehingga baja ini menjadi tahan terhadap benturan dan tangguh terhadap gesekan dengan benda lain.
- Baja jenis ST40 pelapis baja pada truk Unimog militer ini memiliki kekerasan tinggi, dapat dilihat dari hasil uji kekerasan dan uji tarik yang dilakukan pada percobaan ini. Baja patah pada saat baja di tarik dengan kekuatan 5910 kg setelah mengalami proses heat treatment tanpa di las. Kemudian baja patah pada saat baja di tarik dengan kekuatan 4360 kg setelah mengalam proses heat treatment di las.
- Baja murni yang mengandung kadar karbon di bawah 1 % maka termasuk jenis golongan kualitas tinggi, sehingga cocok digunakan sebagai pelapis baja pada body kendaraan anti peluru TNI-AD.

### Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan melalui hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Apabila dalam pemilihan plat baja yang akan digunakan sebagai pelapis baja kendaraan angkut yang dimiliki oleh TNI-AD dapat menggunakan jenis baja ST40 karena memiliki kadar karbon yang kecil sehingga tergolong jenis baja kualitas tinggi.
- Dalam proses pengelasan sebaiknya menggunakan alat las khusus karena apabila menggunakan alat las yang biasa dapat mengurangi bentuk struktur mikro baja tersebut.



## Daftar Pustaka

- Surdia, Tata, dan Saito, Shinroku. 1984. Pengetahuan Bahan Teknik. Bandung. Pradya Pramita.
- Salmon, Charles G, dan Johnson Jhon E. 1980. Struktur Baja. Jakarta. Erlangga.
- Darmawan, Loa W. 1978. Konstruksi Baja. Jakarta Selatan. Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Amanto, Hari, dan Daryanto. 2006. Ilmu Bahan. Jakarta. Bumi Aksara.
- Akademi Militer. 2003. Jardikmenjur Bahan Ajaran Proses Pembuatan Besi dan Baja. Magelang. Depmipatek.
- Iswanto, D. J., M. Sigit Saksono, Jarwono, Silitonga, F., Titiek Herawati, Sopiin, Sermatutar Felik Leandro, & Sermatutar Muhamad Andre Nuralam R. (2024). Pengaruh Standarisasi Lapangan Spesifikasi Persenjataan Dalam Mendukung Pengelolaan Tugas Pokok Satuan Di Jajaran Tni Ad. *Jurnal Mahatvavirya*, 11(1), 30–50. Retrieved from <https://ojs.akmil.ac.id/index.php/mahatvavirya/article/view/189>
- Laboratorium Material teknik jurusan teknik mesin dan industri FK.Teknik UGM.Yogyakarta. <http://indomiliter.com/category/truk-militer/>
- <http://digilib.unimus.ac.id/files/disk1/105/jtptunimus-gdl-wahyudic2a-5235-2-bab2.pdf>