

KARAKTERISASI MATERIAL TABUNG SENAPAN ANGIN PRODUKSI LOKAL DAN IMPOR

Mahmud Nur Fauzi¹, Syahbardia², Hery Sonawan³

Email: mahmudnurfauzi8@gmail.com¹

Universitas Pasundan

Abstrak: Tabung senapan angin merupakan komponen utama dari senapan, di mana tabung ini berfungsi sebagai penampung gas yang menjadi tenaga pelontar pelurunya. Penggunaan tabung bertekanan banyak diterapkan dalam senapan angin, namun tabung bertekanan industri lokal belum mampu bersaing dengan tabung bertekanan impor dari segi kualitas. Kualitas lokal belum mampu memproduksi tabung dengan kualitas terbaik, hal tersebut mungkin karena belum mengetahui spesifikasi material yang digunakan dalam tabung bertekanan dengan kualitas impor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik, kekerasan, struktur mikro, dan komposisi dari kedua tabung. Kemudian, dibandingkan dan disimpulkan hasil pengujian yang dilakukan pada kedua tabung senapan angin. Pada hasil pengujian komposisi material, tabung senapan angin keduanya merupakan Aluminium 6061 akan tetapi nilai dari magnesium (Mg) lokal 0,781% dan impor 0,673, dengan demikian nilai magnesium (Mg) tidak pada standarnya berada pada nilai 0,8-1,2%. Nilai kekerasan tabung senapan angin lokal lebih besar, yaitu 123,4 HVN, dibandingkan tabung senapan angin impor yang memiliki nilai kekerasan 116,2 HVN. Hasil pengujian metalografi, pada kedua tabung mendapatkan perlakuan panas ketika proses produksi, dibuktikan dengan munculnya senyawa Mg₂Si. Pada tabung lokal, mempunyai senyawa Mg₂Si lebih banyak membandingkan dengan tabung senapan impor. Hasil pengujian tarik diketahui bahwa tabung senapan lokal mempunyai nilai tegangan sebesar 2120 N atau 368 MPa, lebih tinggi membandingkan dengan tabung senapan impor dengan nilai tegangan 1840 N atau 327 MPa.

Kata Kunci: Karakterisasi, Metalografi, Spektrometri, Uji Tarik, Micro Vickers Testing.

Abstract: Air rifle tubes are the main component of the rifle where this tube is a gas reservoir as a bullet launcher. The use of pressurized tubes is widely used in air rifles, but local industrial pressurized tubes have not been able to compete with imported pressurized tubes in terms of quality. Local quality has not been able to produce the best quality tubes, this may be due to not knowing the material specifications used in pressurized tubes with imported quality. The purpose of this study is to determine the tensile strength, hardness, microstructure, and composition of the two tubes. Then compare and conclude the results of the tests carried out on the two air rifle tubes. This research will be conducted with spectrometer, metalography, and hardness testing. In the results of material composition testing, both air rifle tubes are Aluminum 6061 but the value of local magnesium (Mg) is 0.781% and imported 0.673, with the following values the value of magnesium (Mg) is not in the standard value of 0.8-1.2%. The hardness value of the local air rifle tube is greater at 123.4 HVN than the imported air rifle tube which has a hardness value of 116.2 HVN. Metallographic test results, both tubes received heat treatment during production as evidenced by the appearance of the [Mg]₂Si phase, the local tube has more [Mg]₂Si phase than the imported rifle tube. The tensile test results showed that the local rifle tube had a stress value of 2120 N or 368 MPa, higher than the imported rifle tube with a stress value of 1840 N or 327 MPa.

Keywords: Characterization, Metalografi, Spektrometri, Tensile Test, Micro Vickers Testing.

PENDAHULUAN

Senapan angin adalah senjata yang menggunakan prinsip *pneumatik* yang menembakan peluru dengan menggunakan tenaga udara atau sejenis gas tertentu yang dimampatkan, (Deny Poniman Kosasih, uheri & Ade Zaenudi 2017), Penggunaan tabung bertekanan banyak digunakan dalam senapan angin, namun tabung bertekanan industri lokal belum mampu bersaing dengan tabung bertekanan impor dari segi kualitas. Kualitas lokal belum mampu memproduksi tabung dengan kualitas terbaik, hal tersebut mungkin dikarenakan belum mengetahui spesifikasi material yang digunakan dalam tabung

bertekanan dengan kualitas impor. Melalui tugas akhir ini akan melaksanakan karakterisasi material tabung bertekanan meliputi identifikasi material yang digunakan dalam tabung bertekanan original.

Peneliti pertama karya Andrea Tri Wibowo, Gunawan Dwi Haryadi, dan Yusuf Umardani yang berjudul Pengaruh *Heat Treatment* T6 Pada Aluminium Alloy 6061-O Dan Pengelasan *Transversal Tungsten Inert Gas* Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro. Membahas tentang pengaruh pengelasan terhadap *aluminium alloy* 6061.

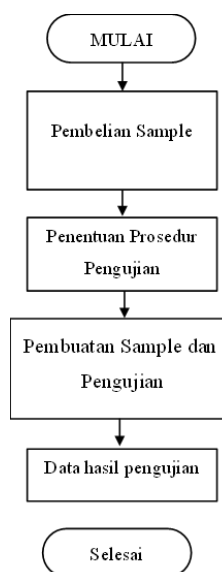
Penelitian kedua dari Tarmizi dan Sri Mulyati Latifah pada tahun 2012 dengan judul Analisis Kegagalan Tabung Gas LPG Kapasitas 3 Kg. hasil dari penelitian ini kegagalan terjadi akibat adanya penipisan dinding tabung didaerah kumpang las setelah proses jogging sehingga parameter las yang digunakan menjadi lebih besar yang mengakibatkan cacat *burn through* yang menyerupai takikanyang merupakan inisiasi terjadinya retak yang merambat menebus dinding tabung sehingga terjadi kebocoran.

Penelitian ketiga dari Nani Mulyaningsih, Kun Suharno, Ayub Adi Darmawan, Arif Rahman Saleh pada tahun 2020 dengan judul Pengaruh Penggunaan Ekstrak Kulit Manggis Pada Proses Pewarnaan Anodizing Terhadap Uji Kekerasan Tabung Shock Luar Sepeda Motor. Hasil dari penelitian ini kekerasan vickers pada material tabung shock luar tersebut dapat dilihat bahwa nilai awal material tabung shock yang diuji tanpa anodizing dan pewarnaan memiliki nilai VHN sebesar 88,4 kgf/mm².

Penelitian ketiga dari Nani Mulyaningsih, Kun Suharno, Ayub Adi Darmawan, Arif Rahman Saleh pada tahun 2020 dengan judul Pengaruh Penggunaan Ekstrak Kulit Manggis Pada Proses Pewarnaan Anodizing Terhadap Uji Kekerasan Tabung Shock Luar Sepeda Motor. Hasil dari penelitian ini kekerasan vickers pada material tabung shock luar tersebut dapat dilihat bahwa nilai awal material tabung shock yang diuji tanpa anodizing dan pewarnaan memiliki nilai VHN sebesar 88,4 kgf/mm².

METODE PENELITIAN

Diagram alir ini menjelaskan tahapan proses dilakukan untuk menyelesaikan penelitian.



Gambar 1

Diagram Alir Tahapan Penelitian

Setup pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah mengetahui karakteristik material tabung senapan angin. Bahan uji penelitian ini adalah tabung senapan angin yang biasa di gunakan pada senapan angin berjenis senapan PCP sebagai tampungan angin untuk pelontar peluru, yang mana ada 2 jenis tabung senapan angin buatan cipacing dan impor Thaiwan.

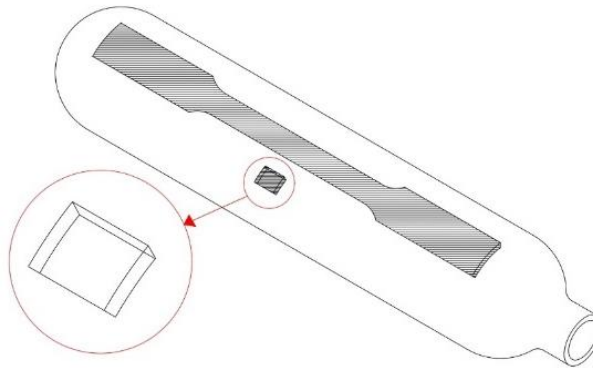


Gambar 2
Tabung Senapan Angin Yang Akan Diuji

1. Pemotongan sample

Penggunaan alat pemotong pelat di-*workshop* B4T. Pemotongan sample yang memadai adalah aspek yang tidak terlalu besar sesuai dengan *standard* pada masing-masing uji.

Sample tidak boleh terkena perlakuan panas yang ekstrim pada *system* pemotongan untuk menghindari kerusakan pada struktur mikro pada sample.



Gambar 3
Bagian Pemotongan Sample Uji Pada Tabung Senapan Angin

2. Pembungkaiian

Sample hasil pemotongan dibingkai dengan menggunakan kombinasi resin hitam dan katalis hingga sample membeku dan memadat dengan perkiraan kurun waktu yang di butuhkan berkisar beberapa jam. Membuat mudah di pegang pada saat pengampasan dan pemolesan.



Gambar 4
Proses *Mounting* Sampel

3. Proses *Grinding* dan *Polishing*

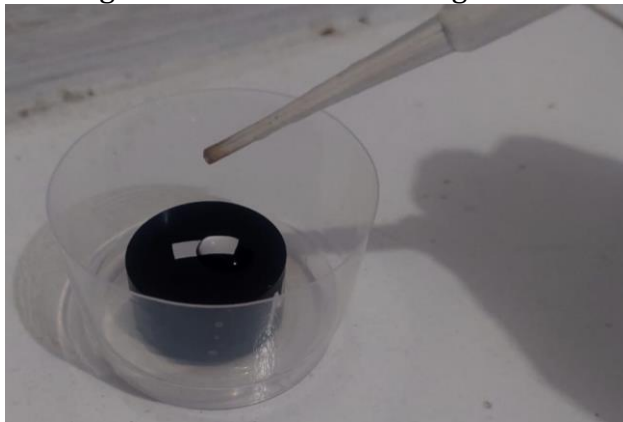
Permukaan yang telah dibingkai diratakan dan dihaluskan dengan amplas diawali dengan grade size: 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1500, dan 2000, dilanjut dengan kain bludru dan past alumina. Hal ini dilakukan dengan menggunakan mesin *grinding* dan *polishing* dengan menambahkan air sebagai media pendingin.



Gambar 5
Proses *Grinding* dan *Polishing*

4. Proses Pengetsaan

System pengetsaan sample dioleskan dengan cairan *hydrofluoric acid* dan di diamkan selama 24 jam dan dicuci dengan air bersih dan dikeringkan.



Gambar 6
Proses Pengetsaan

5. Proses Pengujian

- Proses pengujian *spektrometri* dilakukan dengan menggunakan mesin *spektrometer Optical Emission Spectroscopy*.
- Pengujain *metalografi* dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 200x.
- Pengujian tarik dilakukan dengan mesin ujitarik konvensional.
Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan uji kekerasan *micro vickers*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Hasil Pengujian Komposisi

Pengujian komposisi kimia dengan menggunakan *Optical Emission Spectrometer* (SEM).

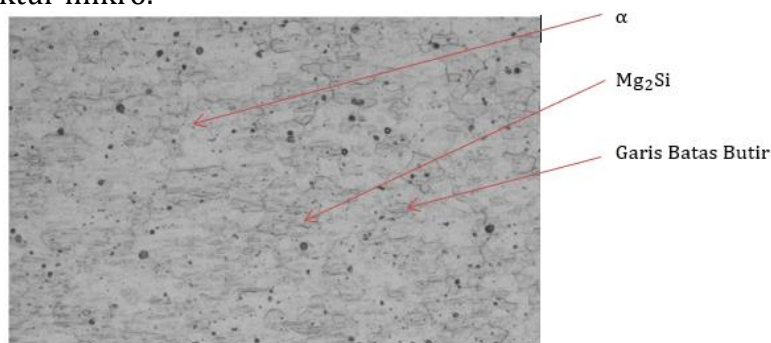
Table 1. Hasil Pengujian Komposisi Tabung Senapan Lokal Dan Impor

Parameter	Hasil Uji Tabung Lokal	Hasil Uji Tabung Impor	Standart
(Si) Silikon	0.544	0.518	0,4 s.d. 0,8
(Fe) Besi	0.315	0.178	maks 0,7
(Cu) Tembaga	0.31	0.233	0,15 s.d. 0,4
(Mn) Mangan	0.102	0.0307	maks 0,15
(Mg) Magnesium	0.781	0.673	0,8 s.d. 1,2
(Cr) Krom	0.101	0.0957	0,04 s.d. 0,35
(Zn) Seng	0.009	0.0063	maks 0.25
(Ti) Titanium	0.0537	0.0371	maks 0,15
(Al) Aluminium	97.8	98.2	95,9 s.d. 98,6

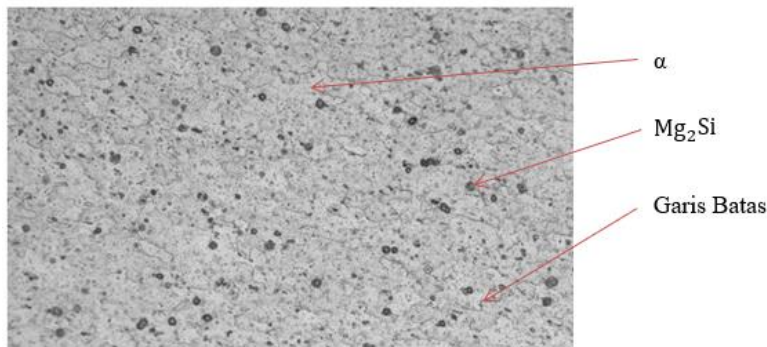
Dari hasil pengujian komposisi dapat dinyatakan bahwa senapan angin keduanya menggunakan aluminium 6061, akan tetapi nilai magnesium (Mg) keduanya tidak sesuai standarnya yang berada pada nilai 0.8-1.2 %. Unsur paduan yang mempengaruhi kekuatan mekanisnya yaitu Silikon dan Magnesium, nilai silikon pada tabung senapan angin lokal 0,544% dan pada tabung senapan impor 0,518%, nilai magnesium pada tabung senapan angin lokal 0,781% dan pada tabung senapan angin impor 0,673%. Jika dilihat banyaknya unsur paduan pada tabung senapan angin lokal dan impor maka kekuatan mekanis yang lebih unggul yaitu tabung senapan lokal.

2. Data Pengamatan Metalografi

Pengujian metalografi yang dilakukan adalah pengamatan struktur mikro pada tabung senapan angin lokal dan impor dengan perbesaran lensa 200x. Berikut gambar hasil pengamatan struktur mikro.



Gambar 7
Hasil Struktur Mikro Dari Tabung Senapan Impor



Gambar 8
Hasil Struktur Mikro Dari Tabung Senapan Lokal

Dari pengamatan struktur mikro di atas dapat dilihat aluminium (Al) berwarna terang, dan fasa Mg₂Si berwarna hitam. Hasil pengujian juga membuktikan bahwa kedua tabung mendapatkan perlakuan panas saat proses produksi, dibuktikan dengan munculnya senyawa Mg₂Si pada material tersebut. Senyawa Mg₂Si pada tabung senapan angin lokal lebih banyak dibandingkan tabung senapan angin produksi impor, banyaknya senyawa Mg₂Si mempengaruhi nilai kekerasan material.

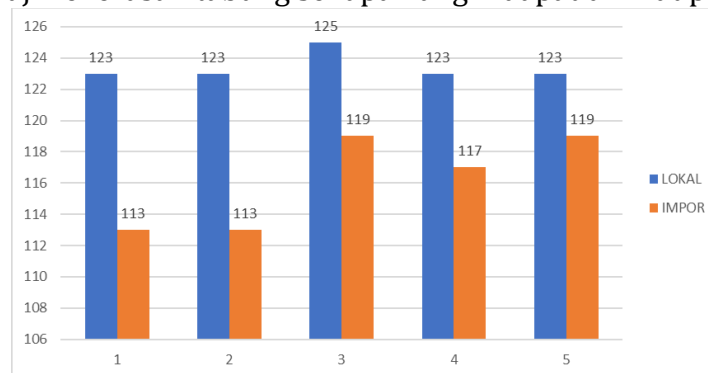
3. Data Hasil Pengujian Kekerasan

Berikut adalah data hasil pengujian kekerasan dapat dilihat pada tabel 2.

Table 2. Hasil Pengujian Kekerasan Tabung Senapan Lokal Dan Impor

Identifikasi Contoh	Nilai kekerasan					Rata-Rata
	Uji Ke-					
	1	2	3	4	5	
LOKAL	123	123	125	123	123	123.4
IMPOR	113	113	119	117	119	116.2

Hasil Analisa uji kekerasan tabung senapan angin dapat di lihat pada gambar grafik 8.



Gambar 9

Grafik Harga Kekerasan Tabung Senapan Angin Lokal Dan Impor

Pengujian kekerasan dilakukan dengan mengambil 5 titik pengujian pada tabung senapan angin dengan menggunakan metode micro vickers, dari data hasil pengujian diketahui bahwa tabung senapan lokal mempunyai harga kekerasan rata-rata 123,4 VHN lebih tinggi dibanding dengan tabung senapan impor dengan rata-rata 116,2 VHN, perbedaan kekerasan tersebut dipengaruhi oleh komposisi dari tabung senapan tersebut.

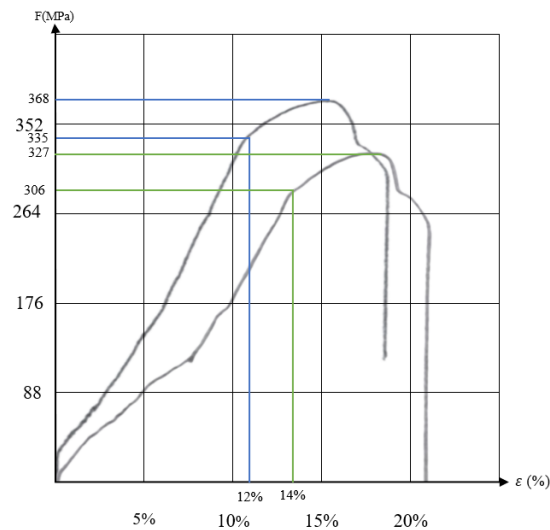
4. Data Hasil Pengujian Tarik

Data hasil pengujian tarik tabung senapan angin lokal dan impor dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Table 3. Hasil Pengujian Tarik Senapan Angin Lokal Dan Impor

URAIAN	HASIL UJI				STANDAR
	LOKAL		IMPOR		
Lebar x Tebal, mm	12,47 x 4,53		12,50 x 4,41		-
Luas Penampang ,mm ²	56.49		55.13		-
Panjang Ukur, mm	50				-
Beban Luluh, kgf	1930		1720		-
Yield strength, kgf/mm ² (MPa)	34.2	335	31.2	306	270 MPa
Beban Maksimum, kgf	2120		1840		-
Tensile strength, kgf/mm ² (MPa)	37.5	368	33.4	327	310 MPa
Panjang setelah patah, mm	58.49		59.75		-
Regangan, %	17		19.5		12-17 %
Regangan Elastis %	12%		14%		
Modulus Elastisitas (GPa)	2.8		2.2		68,9 Gpa
Modulus Toughness (MPa)	31.26		31.92		29 MPa

Pada gambar 8 adalah grafik uji tarik *stress* dan *strain* dari tabung senapan angin lokal dan impor.



Gambar 10

Grafik Uji Tarik Tabung Senapan Angin Lokal

Pengujian Tarik dilakukan dengan menarik *specimen* tarik dari tabung senapan angin lokal dan impor. Dari hasil pengujian tarik diketahui bahwa tabung senapan lokal mempunyai nilai tegangan 2120 kgf atau 368 MPa, lebih tinggi dibandingkan dengan tabung senapan impor dengan nilai 1840 kgf atau 327 MPa. Dari grafik uji tarik yang didapatkan pada kedua tabung nilai regangan pada fase elastis tidak relevan, dan mempengaruhi nilai *modulus elastisitas* yang tidak sesuai standar, oleh karena itu harus dilakukan pengujian ulang untuk mendapatkan nilai yang lebih relevan.

Pada hasil spektrometri nilai unsur kimia magenisum dan silikon pada tabung senapan angin lokal lebih tinggi dibandingkan dengan tabung senapan angin impor, dibuktikan dengan pengujian metalografi munculnya fasa Mg_2Si mengindikasikan material tersebut mendapatkan perlakuan panas. Nilai senyawa yang muncul pada tabung senapan angin lokal lebih banyak sebesar 4,843% dibandingkan dengan tabung senapan angin impor dengan nilai 1,896%. Hal tersebut mempengaruhi nilai kekerasan material pada tabung senapan angin, jika dilihat pada tabung senapan angin lokal nilai beban maksimumnya lebih besar 368 MPa dibandingkan dengan tabung senapan angin impor dengan beban maksimal 327 MPa.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis data dan pembahasan, dapat diambil beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

1. Pada hasil uji komposisi diketahui bahwa jenis material tabung senapan angin lokal dan impor menggunakan aluminium 6061. Kandungan unsur silikon (Si) tabung senapan angin lokal 0,544% dan impor 0,518%. Unsur magnesium (Mg) tabung senapan angin lokal 0,781% dan impor 0,673%.
2. Pada hasil pengamatan struktur mikro dapat disimpulkan keduanya mendapatkan perlakuan panas dibuktikan dengan munculnya senyawa Mg_2Si . Senyawa Mg_2Si pada tabung senapan angin lokal lebih banyak 4,843% dibandingkan tabung senapan angin produksi impor dengan nilai 1,896%.
3. Menurut grafik pengujian kekerasan pada *sample* tabung senapan angin lokal memiliki nilai kekerasan rata-rata 123,4 VHN, lebih tinggi dibandingkan dengan uji kekerasan tabung senapan angin impor dengan nilai kekerasan rata-rata 116,2 VHN. Dari hasil pengujian tarik bahwa tabung senapan lokal mempunyai nilai tegangan 2120 kgf atau

368 MPa, lebih tinggi dibandingkan dengan tabung senapan impor dengan nilai 1840 kgf atau 327 MPa.

4. Pada proses pembuatan tabung senapan angin impor pada tahap pertama material berbentuk tabung ditekan menggunakan mesin *drawing*, dilanjut dengan mesin *spining* untuk membuat atas bagian tabung dan di-*milling* untuk pembuatan ulir dalam, langkah terakhir adalah dimasukkan kedalam ruang *heat treatment*.

Pada proses pembuatan tabung senapan angin impor pada tahap pertama material berbentuk tabung ditekan menggunakan mesin *drawing*, dilanjut dengan mesin *spining* untuk membuat atas bagian tabung dan di-*milling* untuk pembuatan ulir dalam, langkah terakhir adalah dimasukkan kedalam ruang *heat treatment*.

DAFTAR PUSTAKA

- “Standard Test Methods of Tension Testing Wrought and Cast Aluminum- and Magnesium-Alloy Products [Metric]1.” ASTM B 557M – 02a.
- A. F. Mustofa, “PCP Bullpup Predator Tabung Dural Padat Od 45,” GSA Sport Indonesia. Accessed: Dec. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.gsasportindonesia.co.id/product/PCP-bullpup-predator-tabung-dural-padat-od-45/#>.
- A. Nurvrianto, “Aluminium 6061 yang Sering Dijumpai Di Sekitar Kita,” cantenan. Accessed: Dec. 28, 2023. [Online]. Available: <https://cantenan.com/artikel/aluminium-6061>.
- Arya, “Apa itu Rockwell Hardness?,” alatuji. Accessed: Dec. 24, 2023. [Online]. Available: <https://www.alatuji.com/article/detail/1035/apa-itu-rockwell-hardness-1035>.
- Bühler, “Pengujian Kekerasan Brinell,” buehler. Accessed: Dec. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.buehler.com/blog/brinell-hardness-testing>.
- C. Petiot, “What is X-ray fluorescence (XRF),” Hitachi Hightech. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: <https://hha.hitachi-hightech.com/ko/blogs-events/blogs/2017/10/01/what-is-x-ray-fluorescence-xrf>.
- D. Farah, “Apa yang Dimaksud Dengan Metalografi,” Dictio. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: <https://www.dictio.id/t/apa-yang-dimaksud-dengan-metalografi/147120>.
- D. P. Kosasih, Juheri, and A. Zaenudin, “Pengujian Balistik Peluru Senapan Angin Lokal dan Peluru Senapan Angin Impor Kaliber. 177/4,5 mm,” Fak. Tek. Univ. Subang, vol. 434-1-6-20, 2020.
- Doddy Addoy, “Kupas Tuntas Senapan Angin PCP,” Megah. Accessed: Dec. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.megah.co.id/blogs/news/kupas-tuntas-senapan-angin-PCP-pemula-wajib-tau>.
- Dti, “Apa itu Hardness Testing,” dynatech. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: <https://dynatech-int.com/id/apa-itu-hardness-testing>.
- Dti, “Tips Melakukan Perhitungan Alat Uji Tarik,” dynatech. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: <https://dynatech-int.com/id/tips-melakukan-perhitungan-alat-uji-tarik>.
- E. Gordon, “Vickers Hardness Test,” Site Links. Accessed: Dec. 24, 2023. [Online]. Available: https://www.gordonengland.co.uk/hardness/vickers.htm#google_vignette.
- H. Kurnia, “Analisis Instrumen Spektrofotometri UV-VIS,IR,” Slide Player. Accessed: Dec. 23, 2023. [Online]. Available: <https://slideplayer.info/slide/13264787>.
- J. R. Davis, Metals Handbook Desk Edition Materials Park, 2nd Editio. ASM Internasional, 1998.
- R. Jaya, “Tabung PCP bocap 500cc Taiwan,” toko pedia. Accessed: Dec. 28, 2023. [Online]. Available: https://www.tokopedia.com/razitajaya/tabung-PCP-bocap-500cctaiwan?utm_source=google.
- Rizki, “Vickers Hardness Tester Solusi Uji Material,” testingindonesia. Accessed: Dec. 27, 2023. [Online]. Available: <https://testingindonesia.co.id/vickers-hardness-tester-solusi-uji-material>.
- Sugiharto, G. Santoso, and B. D. Widodo, “Kaji Eksperimental Gerak Pellet Senapan Angin Potensial Pegas Produk Industri Kecil Dalam Usaha Perbaikan Dan Standarisasi Komponen Utamanya,” Semin. Nas. Tah. Tek. Mesin V, vol. M1-029, 2006.
- T. Surdia and S. Sato, Pengetahuan Bahan Teknik. Pradnya Paramita. Pradnya Paramita, 2020.
- W. Wardoyo, “Diagram Fasa Paduan AlMg 2 Si,” researchgate. Accessed: Dec. 25, 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/figure/Gambar-1-Diagram-fasa-paduan-AlMg-2-Si-Sumber-Surdia-T-Saito-S-2000-hal139_fig1_336575914.

W. Xiaolan, "Automatic Rockwell & Superficial Hardness Tester TIME6166/6167/6168.," Beijing Time High Technology Ltd. Accessed: Dec. 25, 2023. [Online]. Available: <https://www.hardnessgauge.com/testing-types/rockwell-hardness-testing>.