

## ANALISIS PERBANDINGAN SIFAT MEKANIK DAN KOMPOSISI MATERIAL PENA PEMUKUL SENAPAN SS1-V1 BUATAN PINDAD DAN FNC BUATAN BELGIA

**Sukahar<sup>1</sup>, Aryananta Lufti<sup>2</sup>, Achmad Hafid<sup>3</sup>**

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

sukahar@niksinhan.akmil.ac.id, ayanantalufti@nikmesinhan.akmil.ac.id,

achmadhafid@nikmesinhan.akmil.ac.id

### Abstract

*This study aims to analyze the differences in mechanical properties and material composition of firing pins used in SS1-V1 rifles manufactured by Pindad and FNC rifles manufactured in Belgium. The research methods include chemical composition testing using a spectrometer, microstructure observation using an optical microscope, and hardness testing using the Vickers method. The results show that both materials are classified as medium carbon steel but differ in their elemental composition such as carbon (C), nickel (Ni), chromium (Cr), and copper (Cu). The average hardness value of the FNC firing pin is 379.46 kg/mm<sup>2</sup>, which is higher than that of SS1-V1 at 275.67 kg/mm<sup>2</sup>. Furthermore, the higher copper content in SS1-V1 results in a softer material that is more prone to fracture. Therefore, the FNC firing pin demonstrates better performance in terms of hardness and wear resistance.*

**Keywords:** firing pin, SS1-V1, FNC, Vickers hardness, material composition

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan sifat mekanik dan komposisi material pena pemukul pada senapan SS1-V1 buatan Pindad dan senapan FNC buatan Belgia. Metode yang digunakan meliputi pengujian komposisi kimia menggunakan spektrometer, pengamatan struktur mikro dengan mikroskop optik, serta pengujian kekerasan menggunakan metode Vickers. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua material termasuk baja karbon sedang, namun memiliki perbedaan kandungan unsur seperti karbon (C), nikel (Ni), kromium (Cr), dan tembaga (Cu). Nilai kekerasan rata-rata pena pemukul FNC sebesar 379,46 kg/mm<sup>2</sup> lebih tinggi dibandingkan SS1-V1 sebesar 275,67 kg/mm<sup>2</sup>. Selain itu, kandungan tembaga yang lebih tinggi pada SS1-V1 menyebabkan material lebih lunak dan cenderung mudah patah. Dengan demikian, pena pemukul FNC memiliki performa yang lebih baik dari segi kekerasan dan ketahanan terhadap keausan.

**Kata Kunci:** pena pemukul, SS1-V1, FNC, kekerasan Vickers, komposisi material

## PENDAHULUAN

Akademi Militer merupakan lembaga kemiliteran yang bertugas untuk membentuk Taruna Akademi Militer menjadi Perwira TNI-AD yang memiliki sikap dan prilaku sebagai prajurit yang saptamarga berpengetahuan dan keterampilan dasar golongan perwira, berkualifikasi akademis Diploma IV Pertahanan. Taruna sebagai seorang calon perwira diwajibkan memiliki kemampuan militer yang kompeten, salah satunya dalam hal menembak. Kemampuan menembak ini meliputi menembak senapan dan menembak pistol, baik menembak tepat, tembak tempur dan tembak reaksi. Hal ini disebabkan karena Taruna Akademi Militer adalah calon Perwira, calon Komandan Peleton yang nantinya memiliki anggota yang mungkin memiliki kemampuan dan pengalaman yang lebih banyak tentang menembak senapan. Agar hal ini tercapai, pada setiap latihan menembak senapan Taruna harus didukung dengan senapan yang siap pakai sehingga dapat meningkatkan kemampuan menembak senapan Taruna. Dengan senapan siap pakai dan tidak ada gangguan tentu saja akan membuat hasil dari latihan akan lebih maksimal. Dan hal ini akan digunakan untuk memantau Taruna yang masih kurang dalam hal menembak senapan sehingga akan diberi bimbingan dan pelatihan tambahan yang di harapkan akan mampu meningkatkan kemampuan menembak Taruna tersebut. Tetapi kita tidak akan bisa mengukur kemampuan menembak senapan Taruna Akademi Militer jika senapan yang digunakan kondisinya kurang bagus. Hal ini disebabkan karena kemampuan menembak senapan tidak akan mendapatkan nilai yang maksimal jika senapan yang digunakan tidak siap untuk digunakan. Kemampuan menembak senapan itu harus didukung dengan kondisi senapan yang siap dan bagus disamping dari faktor manusianya sendiri.

Dalam latihan menembak senapan Taruna menggunakan senjata yang dibekalkan kepada Taruna yaitu senapan SS1-V1 buatan Pindad, namun ada juga yang menggunakan senapan FNC buatan Belgia. Dalam latihan menembak senapan tersebut banyak masalah yang sering terjadi pada senapan-senapan tersebut. Baik magasinnya longgar setelah menembak, kelongsong yang tidak



keluar dengan sempurna dan pena pemukul yang patah. Dan yang sering terjadi di lapangan adalah pena pemukul milik SS1 lebih sering patah dari pada pena pemukul milik senapan FNC buatan Belgia yang jarang patah.

## LANDASAN TEORI

### Senjata SS1 buatan PT. Pindad.

SS1 adalah senapan serbu kaliber 5,56 x 45 mm dengan laras kisar 7, yang memiliki akurasi tinggi dan handal dengan menggunakan popor lipat sehingga fleksibel untuk digunakan sesuai kebutuhan di segala medan. Senjata ini dapat dilengkapi dengan berbagai aksesoris, antara lain silencer, telescope, sangkur, berbagai tipe pelontar granat, dan lain-lain. Senapan ini juga telah dikembangkan menjadi berbagai tipe sesuai dengan medan operasinya, yaitu tipe standar, marinized dan raider, baik untuk laras panjang, karaben maupun laras pendek. Tipe Marinized dikembangkan khusus untuk marine condition dan swap condition, sedangkan tipe raider dikembangkan untuk medan tempur khusus. Dengan produksi di bawah lisensi FN Herstal, PT PINDAD melakukan pembelajaran. Dari sini mereka memperoleh kesempatan untuk mempelajari karakteristik senjata tersebut. Mereka juga dapat melakukan perbandingan dari segi desain khususnya dengan senapan buatan Amerika Serikat yang terkenal, M-16.

Sehingga pada tahap ini PT PINDAD sudah mampu melakukan adaptasi desain senjata FNC menjadi senapan serbu SS1 berkaliber 5.56 mm yang sekarang menjadi salah satu senjata organik TNI. Senapan SS1 tentu saja bukan senapan biasa karena kemampuan operasinya bisa sekali dan dua kali tembakan. Berdasarkan hasil pengujian SS1 masih optimal beroperasi pada jarak 450 meter. Beratnya sekitar 4,01 kg dalam keadaan kosong, sementara kalau peluru terisi penuh sekitar 5,07 kg. SS1 juga terbukti memiliki sedikit dampak dan kebisingan. Meskipun tim penguji terdiri dari orang sipil SS1 terbukti dapat diandalkan apalagi dioperasikan oleh tentara yang terlatih

#### a. Karakteristik SS1.

SS1 adalah singkatan dari Senapan Serbu 1, senapan serbu yang banyak digunakan oleh TNI dan POLRI. Senapan ini diproduksi oleh PT. Pindad Bandung, berdasarkan senapan FN, FNC dengan lisensi dari perusahaan senjata Fabrique Nationale (FN), Belgia. Senapan ini menggunakan peluru kaliber 5.56 x 45 mm standar NATO dan memiliki berat kosong 4,01 kg. Senapan ini bersama-sama dengan M16, Steyr AUG dan AK-47 menjadi senapan standar TNI dan POLRI, tapi karena diproduksi di Indonesia, senapan ini menjadi yang paling banyak digunakan oleh TNI dan POLRI. S-1 diproduksi dalam 2 konfigurasi utama, yaitu senapan standar dan senapan laras pendek. Versi senapan standar disebut SS1-V1 (FNC "Standard" Model 2000) dan karabin disebut SS1-V2 (FNC "Short" Model 7000). Kedua varian diatas dilengkapi dengan laras yang berisi alur galangan tembakan ke kanan sepanjang 178 mm (untuk stabilisasi mengantisipasi peluru SS-109 Belgia yang lebih berat). Selain itu juga, SS-1 bisa dipasang berbagai attachment seperti Foregrip yang bisa merubahnya seperti model Standar M4A1 tanpa Red Dot Sight, varian Pelontar Granat (M203, M320 / GP25) dan berbagai Scope seperti Red Dot Sight, Holographic Sight dan ACOG Sight serta Mars Sight yang scopenya sudah menempel di senjata.

#### b. Senjata FNC Buatan Belgia.

FN FNC (Fabrique Nationale Carabine) adalah senapan serbu buatan Fabrique Nationale (FN) Belgia pada pertengahan 1970. Desain FNC banyak mengadopsi dari senapan serbu terkenal lainnya, seperti FN FAL, AK-47, M16. FNC memakai kaliber 5,56 x 45 mm NATO, menggunakan magazen 30 butir, dan bisa menerima magazen STANAG yang dipakai M16. Secara mekanik FNC menggunakan system gas yang mirip dengan AK-47. FNC secara umum dianggap sebagai senapan serbu yang bisa diandalkan. Tetapi, akurasi dan kenyamanan penembak kadang-kadang terganggu oleh pelatuknya yang berat. FN FNC saat ini digunakan oleh angkatan bersenjata Belgia. Lisensi FNC juga sudah dijual ke Swedia sebagai BOFORS AK 5, dan Indonesia sebagai SS1 Pindad. FN FNC juga banyak di jual ke Venezuela dan Nigeria.



## Pena Pemukul.



Gambar 1. pemukul  
(Sumber : <http://www.hk94.com/fnc-rifles.html>. 2013)

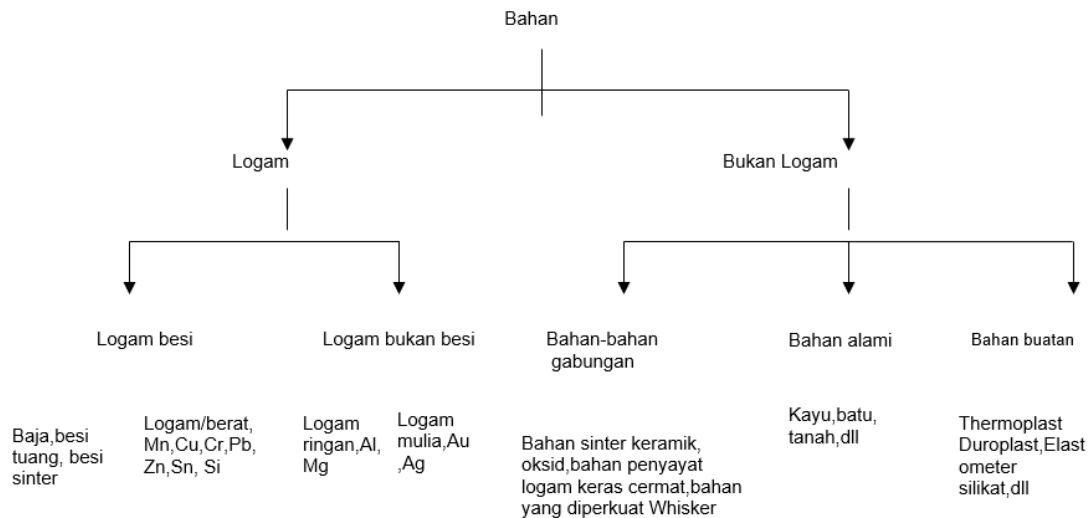
### a. Pena Pemukul.

Pena pemukul adalah suatu alat pada senjata yang digunakan untuk memukul penggalak sehingga terjadi tembakan, dimana sebagian besar senjata menggunakan alat ini, kecuali senjata-senjata yang menggunakan listrik. Adapun macam-macam pena pemukul yang terdapat pada senjata adalah :

1. Pena pemukul tetap (Fixed firing pin). Pena pemukul ini dibuat menjadi satu dengan penutup dan tidak mempunyai pegas. Umumnya dipakai pada Pistol Mitraliur yang memakai sistem blow back.
2. Pena pemukul continuesfull firing pin. Adalah pena pukul untuk penegangan, pemukulan penggalak dan pengendoran kembali terjadi penarik ditarik. Misalnya : Revolver, Mortir 5.
3. Pena pemukul bergerak bebas (free floating firing pin). Pena pemukul ini dapat dipisahkan dan tidak mempunyai pegas, sehingga dapat bergerak bebas.
4. Pena pemukul Inersia (Inertia Firing Pin). Pena pukul ini dapat dipisahkan dari penutup dan mempunyai pegas yang selalu menekan pena pemukul dalam kedudukan yang paling belakang. Ujung pena pemukul baru muncul bila ada pemukul dari pemukul. Contoh : Pistol P-1 Pindad, Pistol P-2 Pindad Pistol US. M1911A1.
5. Pena pemukul Perkusi (Percussion Firing Pin).Pena pemukul ini dapat dibongkar dari penutup dan mempunyai pegas, pemukul pena pukul terhadap penggalak itu sendiri. Contoh : SMR M 60.
6. Peralatan tembak listrik (Elektrik Firing Mechanism). Adalah terjadinya tembakan yang disebabkan oleh adanya aliran listrik yang ditimbulkan secara mekanik (Magnit permanen) ataupun secara kimia (Accu) sewaktu penarik ditarik.

### Bahan Teknik.

Baja merupakan bahan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Baja merupakan kelompok bahan teknik yang masuk kedalam kelompok bahan logam besi. Secara garis besar bahan teknik dapat dikelompokkan seperti bagan berikut :



Gambar 2.15 Garis Besar Bahan Teknik  
(Sumber : Depmipatek.2009)

Catatan : setiap logam mulia termasuk kedalam logam berat tetapi yang dimaksud logam berat di sini adalah :  
Cu, Mn, Pb, Zn, Sn, Si.

#### a. Proses pembuatan baja.

Baja merupakan bahan yang paling mudah diubah bentuk dan paling banyak segi pemakaiannya dibanding logam lain. Berbagai jenis baja berbeda menurut : kekuatan, kekerasan, keuletan, kekenyalan, kesudian diperkeras, kesudian las, kesudian bentuk dingin dan panas, daya tahan karat dan lain sebagainya. Sifat-sifat yang sebagian saling bertentangan ini dapat dicapai melalui cara pembuatan dan tindakan tertentu. Baja dibuat dari besi mentah yang berupa : Besi kasar yaitu hasil dari dapur tinggi, *Besi kasar putih* yaitu besi kasar yang mengandung 5% - 30% Mn dan 3% - 4,5% C, *Besi kasar kelabu* yaitu besi kasar yang mengandung 1% - 3% Si dan 3% C serta mengandung grafit yang menyebabkan warnanya kelabu. Proses pembuatan baja dapat dilakukan berdasarkan proses asam dan basa yang berhubungan dengan sifat kimia yang menghasilkan terak dari lapisan dapur. Proses asam digunakan untuk memurnikan besi kasar yang persentasenya rendah dalam fosfor dan sulfur. Besi kasar ini dihasilkan dari bijih besi yang kaya silicon yang menghasilkan terak asam. Lapisan dapur dibangun dari batu silica ( $\text{SiO}_2$ ) dan mempunyai sifat yang sama dengan terak, sehingga mencegah reaksi antara unsur fosfor dengan lapisan dapur.

Proses basa digunakan untuk memurnikan besi kasar yang kaya fosfor. Untuk itu hanya dapat dikeluarkan apabila digunakan sejumlah besar dari batu kapur selama berlangsung proses pemurnian, sehingga akan menghasilkan terak. Lapisan dapur harus terbuat dari batu kapur untuk mencegah reaksi antara lapisan dapur dengan unsur silicon. Baja diproduksi didalam dapur pengolahan baja dari besi kasar baik padat maupun cair, besi bekas (Skrup) dan beberapa paduan logam.

##### 1) Proses Konvertor.

Konvertor terbuat dari pelat baja dengan mulut terbuka (untuk memasukkan bahan baku dan mengeluarkan cairan logam) serta dilapisi batu tahan api. Konvertor diikatkan pada suatu tap yang dapat berputar sehingga konvertor dapat digerakkan pada posisi horizontal untuk memasukkan dan mengeluarkan bahan yang diproses dan pada posisi vertikal untuk pengembusan selama proses berlangsung. Konvertor ini dilengkapi dengan pipa yang berlubang kecil (diameternya sekitar 15 – 17 mm) dalam jumlah yang banyak (sekitar 120 – 150 buah pipa) yang terletak pada bagian bawah konvertor.

##### a) Sistem kerja :

- (1) Dipanaskan dengan kokas sampai  $\pm 1500$  °C.
- (2) Dimiringkan untuk memasukkan bahan baku baja. ( $\pm 1/8$  dari volume konvertor).



(3) Kembali ditegakkan.

(4) Udara dengan tekanan 1,5–2 atm dihembuskan dari kompresor.

(5) Setelah 20-25 menit konverter dijungkirkan untuk mengeluarkan hasilnya.

b) Proses pembuatan baja yang menggunakan konverter adalah sebagai berikut :

(1) Proses Bessemer (asam).

Proses Bessemer adalah suatu proses pembuatan baja yang dilakukan di dalam konverter yang mempunyai lapisan batu tahan api dari kuarsa asam ( $\text{SiO}_2$ ), sehingga proses ini disebut "Proses Asam". Besi kasar yang diolah dalam konverter ini adalah besi kasar kelabu yang kaya akan unsur silikon dan rendah fosfor (kandungan fosfor maksimal adalah 0,1 %). Besi kasar yang mengandung fosfor rendah diambil karena unsur fosfor tidak dapat direduksi dari dalam besi kasar apabila tidak diikat dengan batu kapur. Di samping itu, fosfor dapat bereaksi dengan lapisan dapur yang terbuat dengan lapisan dapur yang terbuat dari kuarsa asam, reaksi ini membahayakan atau menghabiskan lapisan konverter. Oleh karena itu, sangat menguntungkan apabila besi kasar yang diolah dalam proses ini adalah besi kasar kelabu yang mengandung silikon sekitar 1,5 – 2 %.

## METODE PENELITIAN

### Rencana Penelitian dan Alat Pendukung.

Untuk mendapatkan data pada penelitian ini penulis berencana untuk melakukan beberapa tes dengan alat dan bahan tercantum di bawah ini sebagai berikut :

a. Alat dan Bahan.

1) Alat.

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- Micro Hardness Vickers tester merk Shimadzu tipe 340 – 4930.
- Mikroskop optic logam merk Olympus type PME 3
- Spektrumeter

2) Bahan.

Bahan yang digunakan penulis untuk penelitian adalah :

- Pena pemukul senjata SS1-V1 buatan Pindad
- Pena pemukul senapan FNC buatan Belgia

Bahan pena pemukul ini penulis peroleh dari Bengkel senjata Peralatan Akademi Militer.

b. Lokasi dan Waktu Penelitian.

1) Lokasi.

Pengambilan data dan keterangan diambil di dua tempat. Untuk bahan, penulis memperolehnya di Bengkel Peralatan Akademi Militer. Sedangkan untuk pengujiannya dilakukan di Laboratorium Logam Universitas Gadjah Mada.

2) Waktu penelitian.

Pengujian dilakukan pada tanggal 23 s/d 24 April 2013

c. Urutan Penelitian.

1) Uji Komposisi.

Mengetahui komposisi material yang terkandung dalam suatu logam sangat diperlukan di dalam upaya penentuan sifat-sifat fisis logam tersebut. Dengan data komposisi material pendukung yang diperoleh, maka akan mendukung analisis metalografi dan struktur mikro benda uji, sekaligus untuk mendapatkan kesimpulan pada hal yang sama.

a) Persiapan Benda Uji.

Langkah-langkah persiapan yang dilakukan untuk benda uji komposisi material adalah sebagai berikut :

- Setelah pemotongan, benda uji diberi dudukan dengan cara memasang *mounting* dengan *mounting machine*.
- Penghalusan permukaan benda uji dilakukan dengan cara yang sama dengan penghalusan permukaan benda uji struktur mikro, yakni menggunakan amplas dari kekasaran 120 hingga 1200.

b) Pelaksanaan Pengujian.

Benda uji yang telah disiapkan, kemudian akan diuji dengan meletakkannya pada dudukan yang ada



pada alat uji. Alat uji ini disebut dengan *spektrumeter* sebagaimana terlihat pada gambar.

2) Uji Struktur Mikro( Metallografi ).

a) Pelaksanaan Pengujian.

Adapun langkah-langkah pengujian metallografis dan analisa struktur mikro ini adalah sebagai berikut :

1. Memasang rol film yang telah disiapkan sebelumnya pada kamera.
2. Memeriksa benda uji dan struktur mikro yang tampak di bawah mikroskop dan pada layar TV yang tersedia.
3. Menentukan lokasi gambar yang diinginkan dengan cara menggeser-geser benda uji dengan menggunakan dial yang ada.
4. Mengambil gambar yang dimaksud dengan menggunakan kamera yang telah terpasang pada alat uji tersebut.
5. Perbesaran yang digunakan dalam pengamatan ini adalah perbesaran 100

#### Uji Kekerasan :

a) Pengujian kekerasan Vickers.

Pada umumnya kekerasan suatu bahan menyatakan ketahanan bahan tersebut terhadap deformasi plastik atau deformasi permanen apabila pada bahan tersebut bekerja beban atau gaya luar. Metoda pengujian kekerasan Vickers menggunakan penumbuk piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besarnya sudut antara permukaan-permukaan piramida yang saling berhadapan adalah  $136^\circ$  Nilai Kekerasan Vickers (VHN), didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Beban yang biasanya digunakan dalam pengujian Vickers berkisar antara 1 sampai 120 Kg, tergantung pada kekerasan logam yang akan diuji. Sedangkan luasan permukaan lekukan bekas injakan dihitung dari pengukuran mikroskopis panjang diagonalnya. Karena pengukuran diagonal bekas penetrator intan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100 kali, maka panjang diagonal dalam pengukuran dibagi 30. Hal ini karena 1 strip pada mikroskop berarti  $1/30$  mm. Beban yang digunakan pada pengujian ini adalah 500 gr. Untuk menghindari kesalahan dalam pengujian kekerasan, benda uji yang akan diuji harus benar-benar memenuhi persyaratan yaitu: permukaan benda uji harus rata, sejajar dan bersih. Sisi-sisi benda uji harus memiliki ketinggian yang sama dan tidak dibenarkan ada sisi yang miring, karena akan menyebabkan kesalahan dalam pengukuran kekerasan benda uji tersebut.

#### Uraian Variabel Penelitian.

Dalam penelitian ini variabel yang digunakan terdiri dari :

a. Variabel Terikat.

Merupakan suatu variabel yang tidak mendapatkan perlakuan khusus atau diperlakukan sama pada setiap percobaan, sehingga dapat menjadi tolak ukur dari percobaan yang dilakukan. Berikut ini variabel yang terikat :

- 1) Micro Hardness Vickers tester merk Shimadzu tipe 340 – 4930.
- 2) Mikroskop optik logam merk Olympus type PME 3
- 3) Spektrumeter

b. Variabel Bebas.

Variabel yang diperlakukan berbeda agar mendapatkan data yang diinginkan, pada percobaan ini yang merupakan variabel bebas yaitu :

- 1) Pena Pemukul Senjata FNC buatan Belgia
- 2) Pena Pemukul Senjata SS1-V1 buatan Pindad

#### Pemilihan Sampel.

Dalam percobaan ini penulis menggunakan sampel Pena Pemukul senjata SS1-V1 buatan Pindad dan Pena pemukul Senjata FNC buatan Belgia serta sebagai alat untuk meneliti bahan tersebut adalah Micro Hardness Vickers tester, Mikroskop optik logam, dan spektrumeter.

#### Penggunaan Metode Statistik.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi laboratorium untuk menguji prestasi mesin diesel dan studi pustaka untuk menambah teori pendukung dalam penelitian.

a. Studi Pustaka.





Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan referensi serta teori –teori yang menunjang penelitian ini.

b. Studi Laboratorium.

Studi laboratorium dilaksanakan untuk melakukan eksperimen/penelitian untuk mendapatkan data.

c. Studi Analisis.

Studi analisis dilakukan untuk menganalisa dan membahas hasil penelitian untuk menentukan kesimpulan.

### Pengolahan dan Analisa Data.

Pertama dilakukan percobaan dengan menggunakan alat ukur kekerasan yaitu Macro Hardnes Tester kemudian hasilnya di diperoleh dan datanya diolah dengan menggunakan rumus VHN, selanjutnya percobaan kedua yaitu dengan menggunakan Mickroskop Optik Logam yang bertujuan untuk melihat gambar dari struktur pembentuk Kedua Pena Pemukul tersebut, sedangkan yang ketiga dilakukan pengujian komposisi Pena pemukul untuk mengetahui berapa besar kandungan dari tiap-tiap struktur pembentuknya.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Pembahasan Hasil Uji Komposisi.

Analisis terhadap hasil pengujian dapat diawali dengan menentukan jenis bahan logam pembentuk benda uji / specimen. Dengan mengetahui jenis bahan logam benda uji dapat segera terkoreksi dan terevaluasi apabila terjadi penyimpangan dan perbedaan. Identifikasi bahan benda uji merupakan langkah awal dalam analisis dan pembahasan ini.

a. Jenis Logam Benda Uji

Dari hasil uji komposisi pada benda uji pena pemukul diketahui bahwa komposisi karbon rata-rata pena pemukul SS1-V1 buatan Pindad sebesar 0.5183 dan komposisi karbon rata-rata pena pemukul FNC buatan Belgia sebesar 0,5144. Berdasarkan komposisi karbon yang diperoleh dari data pengujian di atas Pena Pemukul SS1-V1 buatan Pindad dengan FNC buatan Belgia termasuk ke dalam paduan baja dengan kadar karbon sedang. Hal ini karena benda uji menunjukkan nilai kandungan karbon antara 0,3 % - 0,6 %. Baja jenis ini dapat dikeraskan dan di tepering, dapat juga dilas dan mudah dikerjakan pada mesin dengan baik. Penggunaan baja karbon menengah ini biasanya digunakan untuk poros/as, engkol dan sparepart lainnya.

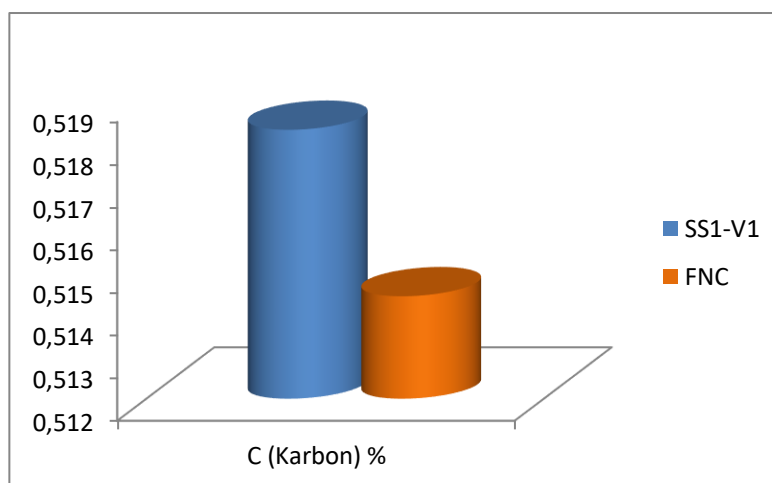


Diagram 4.2. Kandungan Ni dan Cr

Nikel (Ni) dan Chromium (Cr) adalah unsur-unsur yang mempengaruhi kekerasan suatu logam, selain itu unsur-unsur tersebut juga sangat mempengaruhi dalam ketahanan logam terhadap korosi. Hal yang menonjol dalam diagram diatas adalah perbedaan kandungan Ni



dan Cr yang cukup besar antara kedua logam paduan.

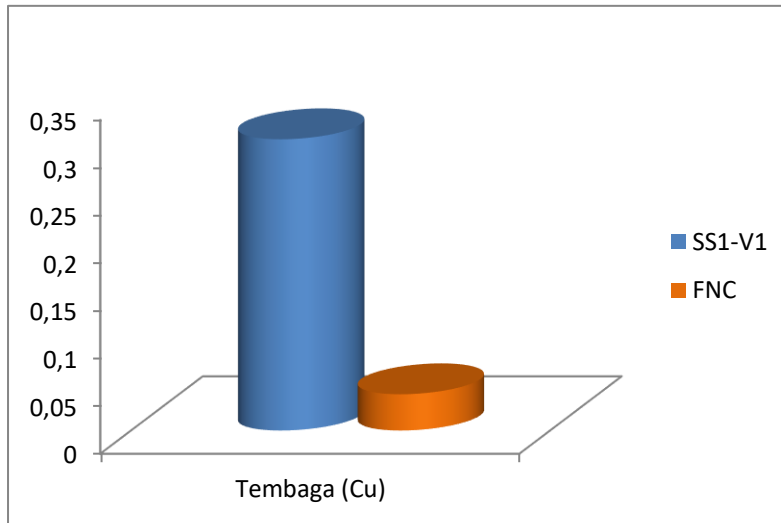
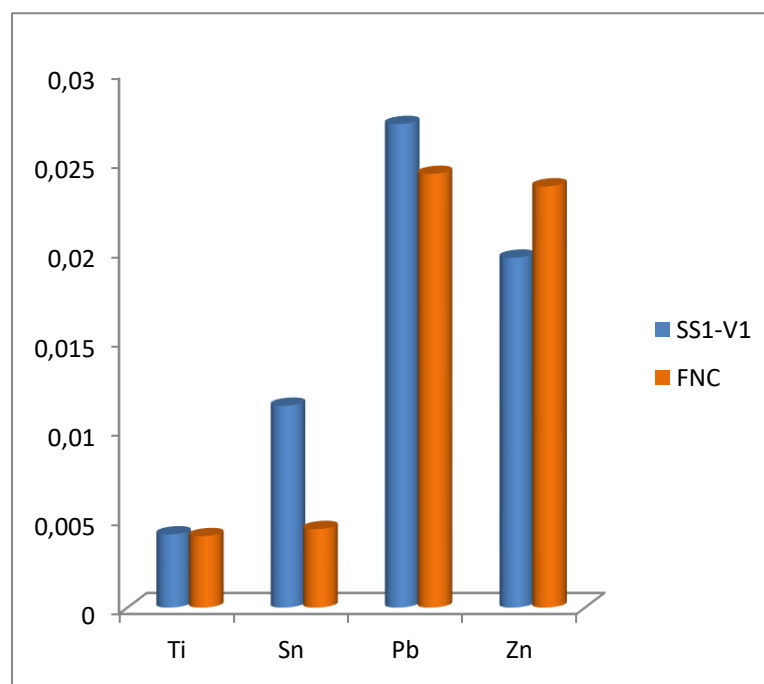


Diagram 4.3. Kandungan Tembaga (Cu)

Dari diagram di atas terlihat bahwa unsur Cu, pada Pena Pemukul SS1-V1 buatan Pindad memiliki nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan Pena Pemukul FNC buatan Belgia. Semakin kecil nilainya maka semakin ulet bahan tersebut, hal ini menunjukkan bahwa Pena Pemukul FNC buatan Belgia dapat dipastikan memiliki nilai keuletan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan Pena Pemukul SS1-V1 buatan Pindad. Pena pemukul SS1-V1 buatan pindad mudah patah disebabkan pada komposisi Cu lebih banyak, itu yg menyebabkan Pena Pemukul menjadi lunak dan mudah patah. Mengingat Pena Pemukul adalah bagian senjata yang bergerak aktif dalam setiap langkah kerja. Karena perbedaan keuletan inilah yang menyebabkan Pena Pemukul SS1-V1 buatan Pindad lebih sering patah jika dibandingkan dengan Pena Pemukul FNC buatan Belgia.



Sedangkan Ti, Sn, Pb, Zn merupakan bahan-bahan yang mempengaruhi sifat licin dan berfungsi



mengurangi proses keausan. Dari diagram diatas nilai Sn dan Pb milik Pena Pemukul FNC buatan Belgia memiliki nilai yang lebih besar daripada logam buatan pindad. Hal ini menunjukkan bahwa Pena Pemukul FNC buatan Belgia memiliki sifat yang lebih tahan terhadap keausan dan lebih licin. Walaupun nilai Ti pada Pena Pemukul SS1-V1 buatan Pindad lebih besar namun dalam batas angka yang wajar, yakni sebesar 0,0004 %. Berikut ini adalah nama-nama unsur dan pengaruhnya terhadap bahan Pena pemukul SS1-V1 dan FNC :

- 1).Karbon (C) : Jumlah presentase dan bentuknya membawa pengaruh yang amat besar terhadap sifat kekerasan suatu bahan.
- 2).Nikel (Ni) : Meningkatkan sifat mekanis keuletan ,kemampukerasan dan mengurangi sifat magnit, tahanan asam.
- 3).Chromium (Cr) : Dapat menambah kekuatan tarik dan meningkatkan ketahanan terhadap korosi dan suhu tinggi.
- 4).Tembaga (Cu) : Dapat tahan terhadap korosi.
- 5).Timah (Sn): Mengurangi keausan suatu logam dan lebih licin.
- 6).Alumunium (Al) : Menambah keuletan suatu bahan.
- 7).Timbal (Pb) : Memiliki fungsi yang sama dengan Timah (Sn) yaitu mengurangi keausan suatu bahan dan lebih licin.

### Pembahasan Hasil Uji Kekerasan Vickers.

Dari hasil pengujian kekerasan yang telah dilakukan dapat kita lihat bahwa terjadi perubahan kekerasan di setiap titik yang kita uji,selain itu kekerasan yang terjadi di setiap titik percobaan selalu berbeda-beda. Bentuk perlakuan panas tersebut dapat berupa *flame hardening*, dimana pemanasan dilakukan hanya pada bagian permukaan saja sedangkan dibagian tengah / dalam tidak dilakukan perlakuan panas. Dengan demikian kekerasan permukaan pena pemukul akan meningkat dan dapat menjaga permukaan dari keausan saat gesekan.

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

$$D = \text{diagonal}_1 (d_1) \quad \times \quad \text{diagonal}_2 (d_2)$$

(Tata Surdia, 1996 : 188)

a. Cara Perhitungan Kekerasan Pena Pemukul SS1-V1 buatan Pindad:

- 1) Diketahui =  
D1 = 0,44  
Maka VHN =  $\frac{1,854 \times 30}{0,44^2}$   
= 55,62  
 $\frac{0,193}{0,44}$   
= 288.1 kg/mm<sup>2</sup>
- 2) Diketahui =  
D2 = 0,46  
Maka VHN =  $\frac{1,854 \times 30}{0,46^2}$   
= 55,62  
 $\frac{0,211}{0,46}$   
= 263.6 kg/mm<sup>2</sup>
- 3) Diketahui =  
D3 = 0,45  
Maka VHN =  $\frac{1,854 \times 30}{0,45^2}$   
= 55,62  
 $\frac{0,202}{0,45}$   
= 275.3 kg/mm<sup>2</sup>
- 4) Rata-rata =  $\frac{D1 + D2 + D3}{3}$   
=  $\frac{288.1+263.6+275.3}{3}$   
= 275.67 kg/mm<sup>2</sup>



b. Cara Perhitungan Kekerasan Pena Pemukul FNC buatan Belgia:

$$\begin{aligned}
 1) \quad & \text{Diketahui} && = \\
 & D1 && = 0.38 \\
 & \text{Maka VHN} && = \frac{1,854 \times 30}{0.38^2} \\
 & && = 55.62 \\
 & && \frac{0.144}{0.144} \\
 & && = 386.25 \text{ kg/mm}^2 \\
 2) \quad & \text{Diketahui} && = \\
 & D2 && = 0.39 \\
 & \text{Maka VHN} && = \frac{1,854 \times 30}{0.39^2} \\
 & && = 55.62 \\
 & && \frac{0.152}{0.152} \\
 & && = 365.9 \text{ kg/mm}^2 \\
 3) \quad & \text{Diketahui} && = \\
 & D3 && = 0.38 \\
 & \text{Maka VHN} && = \frac{1,854 \times 30}{0.38^2} \\
 & && = 55.62 \\
 & && \frac{0.144}{0.144} \\
 & && = 386.25 \text{ kg/mm}^2 \\
 4) \quad & \text{Rata-rata} && = \frac{D1 + D2 + D3}{3} \\
 & && = \frac{386.25 + 365.9 + 386.25}{3} \\
 & && = 379.46 \text{ kg./mm}^2
 \end{aligned}$$

c. Dari Percobaan uji kekerasan diperoleh kekerasan rata-rata:

$$\begin{aligned}
 1) \quad & \text{Pena Pemukul SS1-V1 buatan Pindad} = \\
 & \text{Rata-rata} && = \frac{D1 + D2 + D3}{3} \\
 & && = \frac{288.1 + 263.6 + 275.3}{3} \\
 & && = 275.67 \text{ kg/mm}^2 \\
 2) \quad & \text{Pena Pemukul FNC buatan Belgia} = \\
 & \text{Rata-rata} && = \frac{D1 + D2 + D3}{3} \\
 & && = \frac{386.25 + 365.9 + 386.25}{3} \\
 & && = 379.46 \text{ kg./mm}^2
 \end{aligned}$$

Tabel 3 Data pengujian Vickers pena pemukul senapan SS1-V1

No	Lokasi Pengujian	Kekerasan VHM ( kg/mm <sup>2</sup> )
1	D1	288.1
2	D2	263.6
3	D3	275.3
4	Jumlah	827
5	Rata-rata	275.67

Tabel 4.2. Data pengujian Vickers pena pemukul senapan FNC

No	Lokasi Pengujian	Kekerasan VHM ( kg/mm <sup>2</sup> )
1	D1	386.25
2	D2	365.9
3	D3	386.25
4	Jumlah	1138.4
5	Rata-rata	379.46

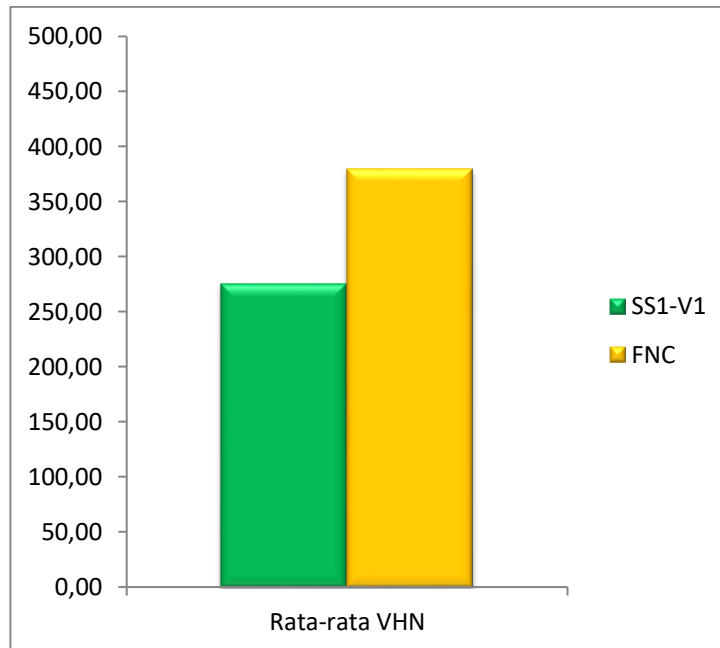


Diagram 4.5 Rata-rata VHN Kekerasan Vickers

Uji kekerasan dapat kita lihat kekerasan antara pena pemukul senapan SS1 dengan pena pemukul senapan FNC memiliki perbedaan, dengan demikian kedua pena pemukul ini memiliki kekuatan dan kekerasan yang berbeda pada saat memukul penggalak pada munisi dalam proses terjadinya penembakan. Namun perbedaan justru lebih keras pena pemukul milik FNC dengan hasil rata-rata 379.6 kg./mm<sup>2</sup>, sedangkan 255.6 kg./mm<sup>2</sup> untuk SS1-V1 yang kekerasannya lebih kecil

## SIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah penulis lakukan dapat disimpulkan bahwa:

- Desain antara Pena Pemukul SS1-V1 buatan Pindad dengan Pena Pemukul FNC buatan Belgia adalah sama hanya pada SS1-V1 warnanya agak gelap karena mengalami *heat treatment*.
- Berdasarkan Uji kekerasan Vickers menggunakan mesin Micro Hardness Vickers tester, Pena Pemukul FNC lebih keras dengan nilai rata-rata 379.46 kg/mm<sup>2</sup> sedangkan Pena Pemukul SS1-V1 buatan Pindad memiliki nilai rata-rata 275.67 kg./mm<sup>2</sup>.
- Pada Uji Komposisi terlihat jelas perbedaan antara Pena Pemukul SS1-V1 buatan Pindad dengan Pena Pemukul FNC buatan Belgia. Kadar Karbon (C) SS1-V1 lebih sedikit di banding dengan FNC, itu salah satu sebab SS1-V1 mudah patah dan lagi Kadar Tembaga (Cu) SS1-V1 terlalu banyak yang menyebabkan baja menjadi lunak dan mudah patah.

Hasil penelitian diatas membuktikan bahwa Pena Pemukul FNC buatan Belgia lebih baik dibandingkan dengan Pena Pemukul SS1-V1 buatan Pindad dilihat dari struktur Komposisi pembentuknya.

### Saran

Penulis menyarankan agar komposisi bahan dari Pena Pemukul senapan SS1-V1 buatan Pindad disamakan dengan komposisi Pena Pemukul senapan FNC buatan belgia. Selain itu, untuk menambah kekuatan struktur Pena Pemukul SS1-V1 hendaknya kandungan Tembaga (Cu) dikurangi agar baja menjadi tidak terlalu lunak dan mudah patah. Karena, dilihat dari riwayatnya untuk Pena

Pemukul senapan FNC buatan Belgia tidak pernah mengalami patah.

### Daftar Pustaka

- ASM International. (2001). *ASM handbook: Mechanical testing and evaluation* (Vol. 8). ASM International.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). *Materials science and engineering: An introduction* (10th ed.). Wiley.
- Chiaverini, V. (2005). *Steel metallurgy for the non-metallurgist*. ASM International.
- Davis, J. R. (2004). *Tool materials*. ASM International.
- Dieter, G. E. (1986). *Mechanical metallurgy* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Hafid, A. (2025). Analisis Perbandingan Uji Keausan Antara Kampas Kopling Kualitas 1 Dengan Kualitas 2 Pada Kendaraan Suzuki Katana. *Jurnal Mekanikasista*, 13(1), 38–52.
- Harjanto, B., & Wijanarko, H. (2025). Analisis pengaruh kegunaan ring diesel pada saluran bahan bakar solar terhadap daya mesin diesel. *Jurnal Mekanikasista*, 13(1), 1–10.
- Honeycombe, R. W. K., & Bhadeshia, H. K. D. H. (2006). *Steels: Microstructure and properties* (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Lufti, A., Harjanto, B., & Sukahar, S. (2023). Pengabdian kepada masyarakat Prodi Teknik Mesin Pertahanan Akmil kepada masyarakat Kelurahan Karangasem Kabupaten Gunung Kidul Yogyakarta. *Jurnal Nagara Bhakti*, 2(1), 58–67.
- Smallman, R. E., & Bishop, R. J. (1999). *Modern physical metallurgy and materials engineering*. Butterworth-Heinemann.
- Smith, W. F., Hashemi, J., & Prakash, R. (2011). *Foundations of materials science and engineering* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Sukahar, S., Lufti, A., & Harijanto, B. (2026). Model pengelolaan sampah berkelanjutan berbasis komunitas di Kecamatan Taktakan Kota Serang. *JURNAL NAGARA BHAKTI*, 4(2), 64–76.
- Surdia, T., & Saito, S. (1999). *Pengetahuan bahan teknik*. Pradnya Paramita.
- Totten, G. E. (2006). *Steel heat treatment handbook*. CRC Press.