

RANCANG BANGUN *SILENCER* DENGAN TIPE *OMEGA BUFFLE* GUNA MENURUNKAN INTENSITAS SUARA

Maryono, Muhammad Ali, Nur Asriyani, Politeknik Angkatan Darat. Malang

maryono250375@gmail.com

DESIGN OF SILENCER WITH OMEGA BUFFLE TYPE TO REDUCE SOUND INTENSITY

Abstract: *Silencer is a device mounted on the end of the barrel, serves to muffle the firing sound of the thrust stuffing. This tool is intended for when carrying out the task or at the time of targeting cannot be known of its existence by the enemy. The working system of the tool is by rotating / slowing the gas from the combustion thrust in the baffle that have been designed, so the gas pressure coming out of the silencer mouth can be reduced and automatically the voice intensity is also reduced. In omega baffle type silencers capable of muffling firing up to 105 dB where firing before using silencer is 113 dB, the decrease in intensity is about 6.7%. Selection of silencer material by using 304L stainless steel effect from the work of the tool, so that at the time of firing of appliance against gas pressure. From the results of testing the composition of the material in the chemical elements of Vanadium = 0.090, Molybdenum = 0.316, Cobalt = 0.137 where the element has an effect on material hardness. After the hardness test in the hardness value of 98 HRB. The hardness of the material is also reinforced by the observation of micro-structure, where from the observation the material that has been used to shoot does not experience phase change.*

Keywords: *Omega Baffle, Silencer, Stainless Steel.*

ABSTRAK : *Silencer* adalah sebuah alat yang dipasang pada ujung laras, berfungsi untuk meredam suara tembakan hasil pembakaran isian dorong. Alat ini bertujuan agar pada saat melaksanakan tugas atau pada saat membidik sasaran tidak dapat diketahui keberadaannya oleh musuh. Sistem kerja alat tersebut yaitu dengan cara memutar/melambatkan gas hasil pembakaran isian dorong didalam *baffle-baffle* yang sudah di rancang, sehingga tekanan gas yang keluar dari mulut *silencer* bisa berkurang dan secara otomatis intensitas suara juga berkurang. Pada *silencer* dengan tipe *omega baffle* mampu meredam suara tembakan sampai 105 dB dimana penembakan sebelum menggunakan *silencer* sebesar 113 dB, penurunan intensitas tersebut sekitar 6,7%. Pemilihan bahan *silencer* dengan menggunakan *stainless steel* 304L berpengaruh dari kerja alat tersebut, agar pada saat penembakan alat tahan terhadap tekanan gas. Dari hasil pengujian komposisi material di dapat unsur kimia *Vanadium* = 0,090, *Molibdenum* = 0,316, *Cobalt* = 0,137 dimana unsur tersebut berpengaruh pada kekerasan material. Setelah di uji kekerasan di dapat nilai kekerasan sebesar 98 HR_B. Kekerasan bahan tersebut juga di perkuat dengan hasil pengamatan struktur mikro, dimana dari hasil pengamatan material yang sudah dipakai untuk menembak tidak mengalami perubahan fasa.

Kata kunci : *Omega Baffle, Silencer, Stainless Steel.*

PENDAHULUAN

Berkembangnya ilmu pengetahuan teknologi dan di dunia militer saat ini sangat pesat, hal ini terbukti dengan adanya alat utama sistem persenjataan yang baru (Sovacool, et al, 2023). Dengan perkembangan tersebut tentunya disesuaikan dengan kebutuhan dan kendala yang ada, terutama dalam tugas pokok.

Pada era sekarang sangat jarang dijumpai pertempuran jarang di medan perhutanan melainkan kebanyakan di perkotaan bahkan di gedung-gedung. Persenjataan juga sangat mendukung keberhasilan dalam melaksanakan tugas, pergerakan serta *manuver* dengan cepat dan senyap tanpa diketahui oleh lawan. Berkaitan dengan kondisi yang ada sekarang ini maka guna mendukung kerahasiaan dalam melaksanakan tugas perlu adanya alat yang bisa meredam suara tembakan agar pada saat membidik sasaran atau musuh tidak diketahui keberadaan si petembak (Pion-Berlin, 2017).

Alat tersebut digunakan di dunia militer yang dipasang di senjata pada ujung laras senjata, sebagai peredam suara. Alat itu bernama *Silencer*. Menurut Kementerian Perindustrian (2022), *silencer* adalah “bahan yang dapat mengurangi atau menghilangkan pantulan dari bunyi suara yang memiliki fungsi untuk

meredam suara.” Cara kerja alat ini yaitu memanfaatkan sekat atau *baffle* untuk memecah gas dari hasil proses bakar mesiu yang masuk melalui *baffle – baffle* (Daruka, 2022).

Marpaung (2015) menjelaskan bahwa untuk membuat sebuah rancang bangun *silencer*, bahan yang diunakan adalah *stainless steel* dengan tipe *baffle* “K”, sebelum menggunakan *silencer* sebesar 131,9 dB dan setelah menggunakan *silencer* turun menjadi 117,5 dB. Sehingga terjadi beda penurunan sebesar 10%.

Stainless Steel adalah senyawa besi yang mengandung sekitar 10% kromium yang mencegah proses pengkaratan logam, (Vin, 2023). Kemampuan tahan karat diperoleh dari terbentuknya lapisan film oksida kromium, dimana lapisan oksidasi ini menghalangi proses oksidasi besi membuat baja ini tahan terhadap karat (Daniel, et al., 2023).

Untuk mengetahui tekanan gas di ujung mulut laras dibutuhkan rasio tekanan gas (η_p) dan *shot travel* di dalam laras (S_m) serta Perhitungan Luas Penampang Laras (A), Perhitungan tekanan gas rata-rata di dalam laras dan perhitungan rasio tekanan gas.

Pada suhu tetap tekanan gas di dalam ruang tertutup berbanding terbalik dengan volumenya (Li, dkk., 2021). Udara dapat dimampatkan dan selalu berusaha

untuk mengembang. Hukum Boyle Mariote menjelaskan hasil kali dari volume dan tekanan absolut adalah konstanta untuk massa gas tertentu (Rangkuti, 2023; Diepen, dkk., 2023)).

Saat penghisap ditarik, maka volume udara dalam pompa membesar dan udara tidak dapat masuk. Apabila penghisap ditekan maka volume udara dalam pompa mengecil dan udara dapat masuk karena tekanannya membesar (Medjahed, dkk., 2023). Merujuk SK. Menaker No.51/Men/1999, untuk tingkat bising diatas 124 dB, lamanya waktu terpapar yang diperkenankan tidak lebih dari 3,52 detik, sedangkan L_{ea} sebesar 126 dBA diperoleh pada saat pengukuran selama 4 detik, (Kusumaatmaja, 1996). Pada saat melaksanakan penembakan apabila suara hasil ledakan kencang, diperlukan cara atau alat untuk meredam suara (Kilikevičius, dkk., 2023)

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan, maka dilakukan rancang bangun *silencer* pada tipe *omega buffle* guna mengurangi intensitas suara dilihat sesuai dengan komposisi bahan.

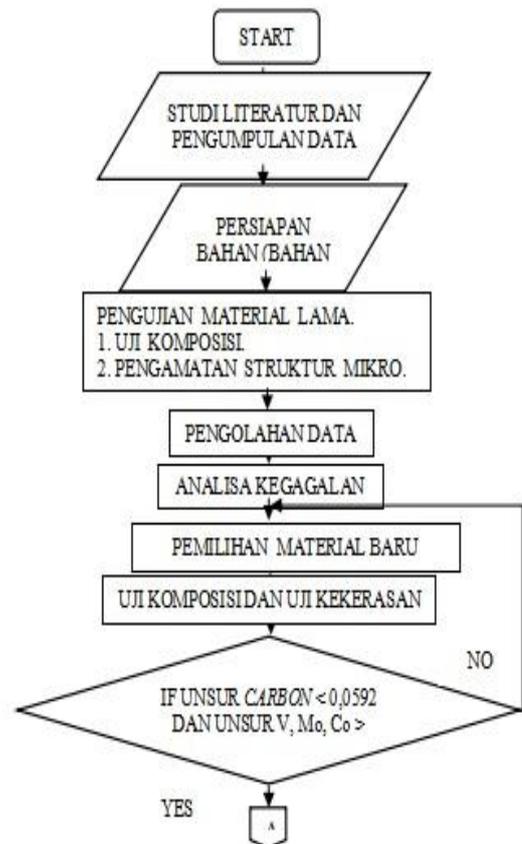
METODE PENELITIAN

Dalam penulisan artikel ini, penulis menggunakan beberapa metode

penelitian yang akan digunakan untuk memperoleh data yang objektif. Adapun metode penelitian yang digunakan, yaitu:

1. Flowchart

Flowchart adalah diagram alir yang menggambarkan bagaimana jalannya kegiatan selama melaksanakan penelitian. Untuk mempermudah rancang bangun alat maka diperlukan blok diagram sistem global mulai awal hingga akhir: Flowchart pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.

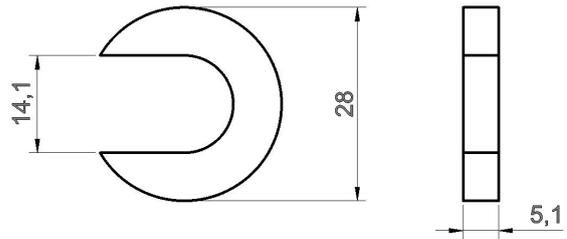




Gambar 1. Diagram alir rancang bangun *silencer* dengan tipe *omega baffle*.

2. *Membuat rancangan desain alat dan prosedur pengujian.*

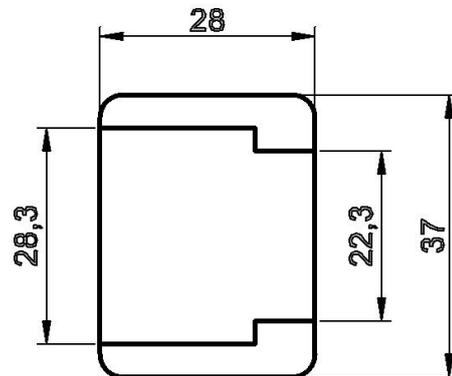
Sebelum memodifikasi atau membuat *silencer* dengan tipe dan desain yang sama maka akan dilakukan analisa dan pengujian material *silencer omega baffle* yang lama yaitu menggunakan bahan material *stainless steel 304*. Spesimen atau material yang kita uji mengambil contoh dari klem pengunci belakang.



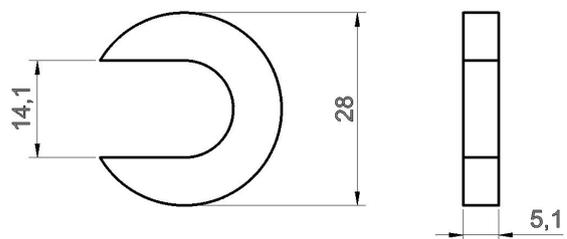
Gambar 2. Desain dan Dimensi Klem Pengunci Belakang.

3. *Membuat desain gambar dan dimensi alat.*

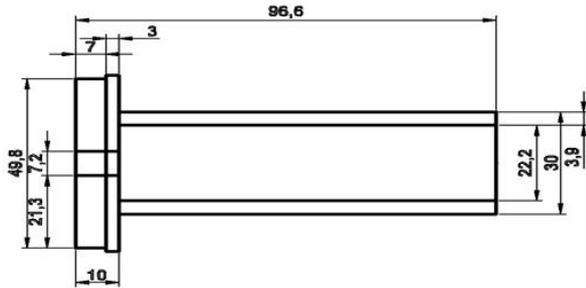
Desain rancang bangun silencer terdapat beberapa bagian diantaranya pengunci belakang, klem pengunci belakang, *gun slot*, tabung/body, *deker* pertama, *baffle 1-6*, *Decker 2-7*, *baffle* terakhir, dan penutup depan.



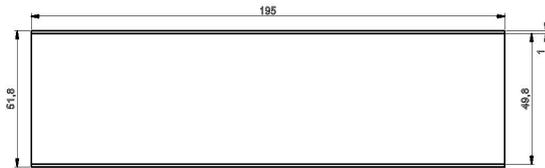
Gambar 3. Dimensi Pengunci Belakang.



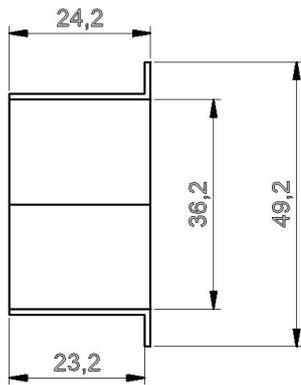
Gambar 4. Dimensi Klem Pengunci Belakang.



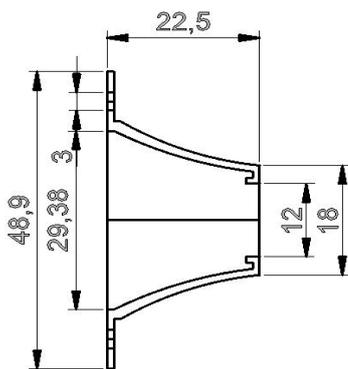
Gambar 5. Dimensi *Gun Slot*.



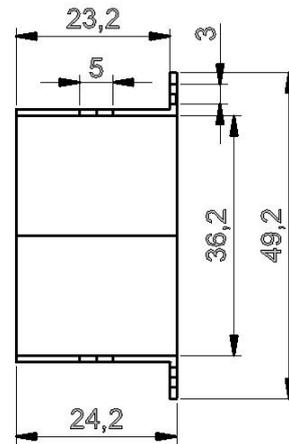
Gambar 6. Dimensi *Tabung/Body*.



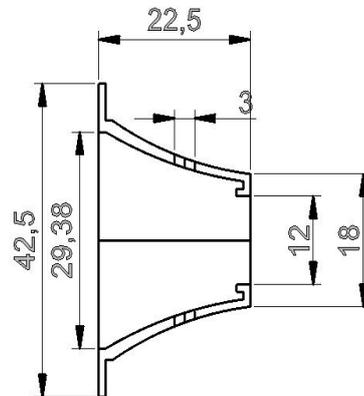
Gambar 7. Dimensi *Decker Pertama*.



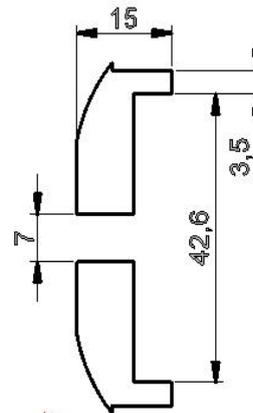
Gambar 8. Dimensi *Buffle ke 1-6*.



Gambar 9. Dimensi *Decker ke 2-6*.



Gambar 10. Dimensi *Buffle Terakhir*.



Gambar 11. Dimensi *Penutup Depan*.

HASIL PENELITIAN

Data Hasil Uji Komposisi. Pengujian komposisi menggunakan alat spektrometer untuk mengetahui komposisi kandungan kimia yang ada dalam spesimen. Pengujian dilakukan dengan mengambil beberapa titik penembakan/*scan* yang beda posisi, dengan hasil rata-rata pengujian sebagai berikut. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.

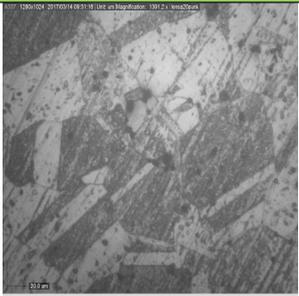
Tabel 1. Data Hasil Pengujian Komposisi Material.

NO	UNSUR	AVG	
		MATERIAL LAMA	MATERIAL BARU
1	2	3	4
1	Fe	67,8703	67,961
2	C	0,0592	0,026
3	Mn	1,8076	1,480
4	P	0,0352	0,036
5	S	0,0305	0,025
6	Si	0,4693	0,327
7	Sn	0,0172	0,014
8	Al	0,0149	0,011
9	Cr	18,6960	18,496
10	Cu	0,3475	0,492
11	Ni	8,4661	8,189
12	V	0,0634	0,090
13	Mo	0,2761	0,316
14	Nb	0,0184	0,022
15	Co	0,1236	0,137
16	Ce	4,4124	4,366

Data Hasil Pengamatan Struktur Mikro. Hasil pengamatan spesimen yang diamati yaitu dengan material lama (*stainless steel 304*) yang belum dipakai untuk menembak dan spesimen yang sudah dipakai menembak/terkena panas

yang disertai tekanan gas dari pembakaran isian dorong yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Struktur Mikro Material Lama (*Stainless Steel 304*)

NO	SPESIMEN	STRUKTUR MIKRO
1	<i>Stainless steel 304</i> (Sebelum penembakan)	
2	<i>Stainless steel 304</i> (Setelah penembakan)	

Pada pengamatan gambar makro, bagian dalam *buffle* mengalami pecahan/patahan menjadi ulet dikarenakan beberapa faktor, yaitu : dikarenakan lintasan/jalannya pelor pada saat meluncur tidak lurus sehingga menabrak bagian dari *buffle*, tebal penampang *buffle* tidak sesuai dengan dimensi yaitu kurang 1 mm, menyebabkan tekanan yang diterima lebih besar sehingga mengalami deformasi. Hasil pengujian isian dorong munisi tajam kaliber 5,56 mm ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Isian Dorong (*Propellant*) Munisi Tajam Kaliber 5,56 mm (Mu-5 Tj).

UJI KE	MASSA ISIAN DORONG (GRAM)	SUHU TITIK NYALA (°C)	SUHU PEMBAKARAN (°C)
1	2	114.6	143,4
2	2	113.2	148,6
3	2	100.9	139,2
4	2	109.8	146,1
5	2	115.7	144,2
6	2	106.3	141,5
7	2	102.8	138,9
8	2	111.3	145,1
9	2	100	150,4
10	2	101.9	140,9

Berdasarkan suhu pembakaran *propellant* munisi kaliber 5,56 MU 5-Tj yang dianggapkan temperatur di dalam laras/*silencer* pada saat penembakan, maka dapat dikatakan bahwa material *stainless stell* 304L yang tergolong 18% Cr dan 8% N tahan terhadap panas yang disertai tekanan gas penembakan. Sifat ini dibuktikan juga dari hasil uji kekerasan material yang baru sebelum dan sesudah penembakan tidak terjadi peningkatan kekerasan (98 HR_B). Data Hasil Pengujian Kekerasan. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan mesin *Rockwell* skala B dengan indentor bola baja 1/16” dan beban mayor 100 kg didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kekerasan Material

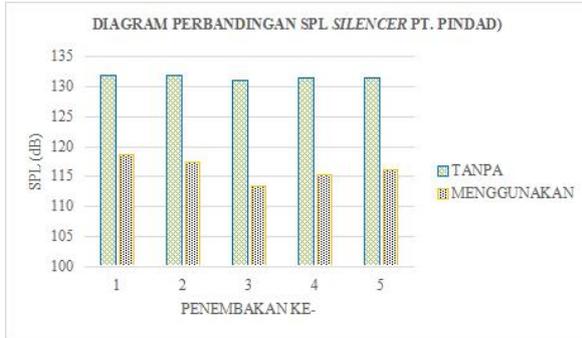
SPESIMEN		HARGA KEKERASAN (HR _B)	RATA - RATA (HR _B)	TENSI LE STRE NGHT (Kg/m ²)
MATER IAL LAMA	SEBELUM PENEMBA KAN	89	90	64
		89		
		91		
MATER IAL BARU	SEBELUM PENEMBA KAN	96	95	71
		95		
		94		
MATER IAL BARU	SEBELUM PENEMBA KAN	97	98	78
		98		
		99		
MATER IAL BARU	SETELAH PENEMBA KAN	99	98	78
		97		
		98,5		

Data diatas rata-rata kekerasan spesimen lama sebelum dipakai untuk menembak lebih rendah daripada setelah dipakai untuk menembak/setelah terkena panas pembakaran isian dorong.

Tabel 4 Data Hasil Pengukuran Volume *Silencer*.

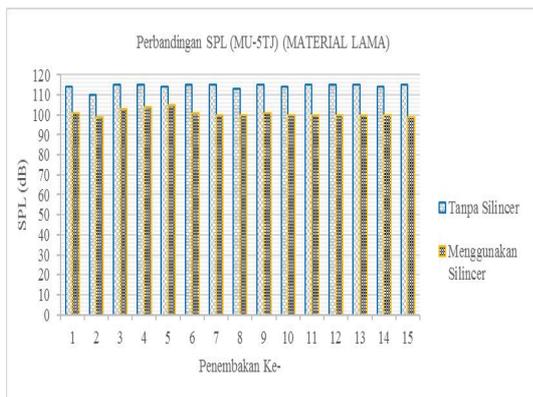
SILENCER	VOLUME (mL)	KETERANGAN
Laras	12,109	Didapat dari hasil perhitungan
<i>Kompensator</i>	10	Dengan cara pengukuran
<i>Buffle</i> 1	47	
<i>Buffle</i> 2	88	
<i>Buffle</i> 3	128	
<i>Buffle</i> 4	168	
<i>Buffle</i> 5	216	
<i>Buffle</i> 6	261	
<i>Buffle</i> 7	299	

Hasil pengujian dapat dibandingkan data penembakan tanpa memakai *silencer* dan penembakan menggunakan *silencer* ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Diagram Perbandingan SPL Penembakan Tanpa *Silencer* dan Menggunakan *Silencer* PT. PINDAD

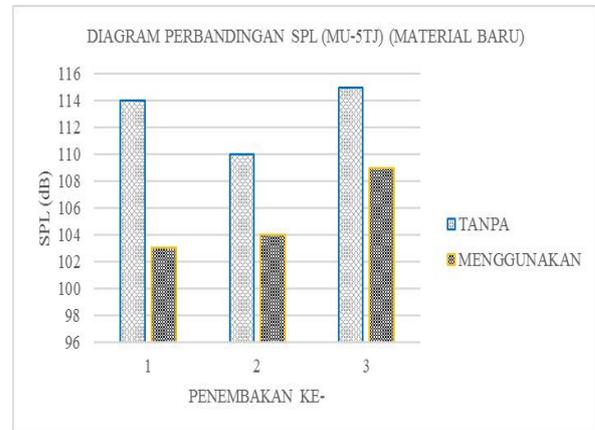
Hasil pengujian dapat dibandingkan data penembakan tanpa memakai *silencer* dan penembakan menggunakan *silencer* ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13 Perbandingan SPL Penembakan Tanpa *Silencer* dan Menggunakan *Silencer* (Material Lama)

Hasil pengujian dapat dibandingkan data penembakan tanpa

memakai *silencer* dan penembakan menggunakan *silencer* ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar14. Perbandingan SPL Penembakan Tanpa *Silencer* dan Menggunakan *Silencer* (Material Baru)

Hubungan perubahan volume terhadap tekanan gas didalam *silencer omega baffle* dapat dibedakan yang ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Diagram Perubahan Volume dan Tekanan Gas Pada *Silencer*

Dari hasil uji dinamis menggunakan senjata SS1-V1 munisi tajam kaliber 5,56 mm didapat rata-rata intensitas suara penembakan tanpa menggunakan *silencer* sebesar 113 dB dan setelah menggunakan *silencer* turun menjadi rata-rata 105 dB maka prosentase penurunan intensitas suara penembakan rata-rata 6,7 % sebesar 113 Db. Setelah menggunakan *silencer* turun menjadi rata-rata 105 Db.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, data uji komposisi mengacu pada (Okamoto, et al., 2016), material lama tergolong *stainless steel* 18-8 (18% Cr dan 8% N) masuk dalam seri 304 yang artinya spesimen tersebut golongan *austenetic*. Sedangkan material baru termasuk *stainless stell* 304L, sesuai dengan perencanaan dengan kadar *Carbon* yang lebih rendah untuk mengurangi terbentuknya Krom Karbida yang bisa menimbulkan deformasi pada material.

Selanjutnya hasil kekerasan rata-rata sebelum penembakan adalah 90 HR_B dan meningkat menjadi 95 HR_B setelah penembakan. Peningkatan kekerasan disebabkan karena adanya ledakan saat penembakan, menyebabkan timbulnya gaya dorong yang cukup besar secara tiba-tiba sehingga material dapat dikatakan

mengalami perlakuan seperti mekanisme pengerjaan dingin. Secara teori material yang mengalami perlakuan pengerjaan dingin akan meningkat kekerasannya. Hal ini terbukti dengan meningkatnya harga kekerasan material dan didukung pula dengan data hasil pengamatan struktur mikro yang menunjukkan terjadinya penghalusan butir *austenite*. Hal ini sesuai dengan rumus Hall Petch yang menyatakan bahwa semakin halus butiran logam maka kekuatan material akan tinggi. Kekuatan suatu material sebanding dengan kekerasan sehingga dalam hal ini kekerasan juga meningkat, (Norman, 2010).

Persamaan ini menunjukkan bahwa kekuatan logam dengan tegangan gesekan ditambah faktor (k) kali kebalikan dari akar kuadrat dari ukuran butir (d). Mengurangi ukuran butir akan menyebabkan material menjadi lebih kuat. Pada material baru peningkatan kekerasan cenderung tetap sesuai perencanaan pemilihan bahan unsur carbon lebih kecil agar tidak menimbulkan terbentuknya Krom Karbida yang menyebabkan deformasi pada material.

Hasil analisa pengamatan struktur mikro terlihat perbedaannya pada saat sebelum ditembakkan dan setelah ditembakkan, dimana ukuran butir material setelah dipakai menembak mengalami perubahan bentuk tampak butiran lebih halus namun dengan fasa tetap *austenite*,

terlihat juga peningkatan Krom Karbida (Cr C) yang terbentuk diikuti dengan terjadinya deformasi.

Pada uji kekerasan material lama terjadi peningkatan kekerasan sebelum penembakan 90 HR_B setelah dipakai untuk menembak menjadi 95 HR_B, hal ini dikarenakan adanya ledakan saat penembakan yang menimbulkan gaya dorong terhadap material secara tiba-tiba. Sedangkan material baru kekerasan cenderung tetap 98 HR_B karena pemilihan bahan unsur *Carbon* lebih kecil sehingga tidak menimbulkan terbentuknya Krom Karbida.

PENUTUP

Berdasarkan analisa data-data yang sudah didapat, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *silencer omega buffle* material yang baru mampu mereduksi/meredam suara tembakan menggunakan munisi tajam kaliber 5,56 mm sebesar 6,7%. Material *stainless steel* 304L sudah bisa dipakai untuk bahan pembuatan *silencer*.

DAFTAR PUSTAKA

Daniel, E. F., Li, C., Wang, C., Dong, J., Udoh, I.I., Okafor, P.C., Zhang, D., Zhong, W., dan Zhong, S. 2023. Insights into the characteristics of corrosion products formed on the contact and exposed regions of C1045 steel bolt and nut fasteners exposed to aqueous chloride

environments. *Journal of Materials Science and Technology*. Vol 135, 250-264.

Daruka, N. (2022). Critical Infrastructure Protection in the Production and Use of Explosives Industry Products. In: Kovács, T.A., Nyikes, Z., Fürstner, I. (eds) *Security-Related Advanced Technologies in Critical Infrastructure Protection*. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-024-2174-3_26.

Diepen, A.V., Bakkes, T. H. G. F., De Bie, A. J. R., Turco, S., Bouwman, R.A., Woerlee, P.H., Mischi, M. 2023. Evaluation of the accuracy of established patient inspiratory effort estimation methods during mechanical support ventilation. Elsevier. Vol 9.

Kementerian Perindustrian. 2022. *Peraturan Menteri Perindustrian No. 38 Tahun 2022*. (Online), (<https://www.paralegal.id>), diakses pada 23 Mei 2023.

Kilikevičius, A., Giedraitis, V., Kilikevičienė, K., Matijošius, J., Selech, J., Buckiunas, G., Rucki, M. 2023. Performance Analysis of Different Gun Silencers. *Appl. Sci.* <https://doi.org/10.3390/app13074426>

Kusumaatmaja, S. 1996. *Keputusan Lingkungan Hidup No. Kep-48/MENLH/1996*. Jakarta: Erlangga.

Li, X., Zhang, H., Yang, C., Liu, Yanli., Dong, C., Ye, Xinwei., dan Jia, S. 2021. Effects of Confined Space Flow Fields on Explosion and Hazard Analysis. *Combustion Science and Technology*. Vol 195.

Marpaung, F, S. 2015. *Rancang Bangun Peredam Suara (Silencer) Pada Senapan Serbu (SS1-V2) PT. PINDAD*. Malang: Lemjiantek Kodiklat TNI AD.

weaponization in the geopolitics of a low-carbon future. *Energy Strategy Review*. Vol 45.

Medjahed, A.S., Blouin, A., Pap, dan B., Brunetiere, N. 2023. Simulation of Air Ingestion in a Mechanical Seal with Inward Pumping Spiral Grooves. The American Society of Mechanical Engineers.

Vin, O. 2007. *Mengenal Lebih Jauh Tentang Stainless Steel*. (Online), (<https://www.alvindocs.com/blog/mengenal-lebih-jauh-tentang-stainless-steel>), diakses pada 22 Juni 2023.

Norman, A. 2010. *Mekanisme Penguatan pada Material Logam*. (Online), (<https://lontar.ui.ac.id>), diakses pada 10 Juni 2023.

Okamoto, et al. 2016. *ASM Handbook Volume 3: Alloy Phase Diagrams*. Cleveland: ASM International.

Pion-Berlin, D. 2017. A Tale of Two Missions: Mexican Military Police Patrols Versus High-Value Targeted Operations. *Armed Forces & Society*. Vol. 43(1), 53-71.

Rangkuti, M. 2023. *Hukum Boyle: Pengertian, Sejarah, Penerapan, Rumus & Contoh Soal*. (Online), (<https://fatek.umsu.ac.id>), diakses pada 23 Juni 2023

Sovacool, B.K., Baum, C., dan Low, S. 2023. The next climate war? Statecraft, security, and