

KAJIAN TEKNIS MODIFIKASI SENJATA LARAS PANJANG UNTUK PRAJURIT TNI

TECHNICAL STUDY FOR MODIFICATION LONG BARRELED RIFLES FOR TNI SOLDIER

Fadli C. Megawanto, Ade Purwanto, Teguh Muttaqie

Pusat Teknologi Industri Pertahanan dan Keamanan-BPPT
Gd. Hankam No. 256/ Lt. 3, BPPT, PUSPIPTEK - Serpong, Tangerang Selatan – 15314
E-mail : fadli.cahya@bppt.go.id, ade.purwanto@bppt.go.id, teguh.muttaqie@gmail.com

Abstrak

Rekayasa alutsista melalui modifikasi teknis (re-engineering) dengan kemampuan mandiri merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kemampuan penguasaan teknologi industri pertahanan nasional. Memodifikasi senjata api M-16 sebagai senjata serbu ringan laras panjang, berkaliber 5.56 mm menjadi senjata laras pendek untuk pertempuran jarak pendek di kapal dapat menginisiasi rancang bangun senjata untuk prajurit TNI AL. Dalam kajian pertempuran di dalam ruang kapal, penggunaan senjata laras panjang standar TNI tipe M-16 dirasa kurang optimal. Ruang gerak prajurit yang sempit dengan jarak tembak relatif dekat, maka senjata serbu laras pendek akan lebih baik. Berkaitan dengan hal tersebut senjata serbu M-16 milik TNI AL dicoba dimodifikasi dengan cara pemendekan laras maupun penggantian laras sesuai postur dan misi tempur prajurit TNI. Dalam kajian disini ditelaah hasil modifikasi senjata laras panjang M-16 yang sesuai untuk digunakan prajurit TNI namun tetap mempunyai kinerja tembak yang optimal.

Kata kunci : Senjata serbu ringan, Senjata laras panjang/pendek. Modifikasi teknik.

Abstract

Technical modification of the main weapon system (Alutsista) through re-engineering with their ownncompetency is one of the efforts to enhance the ability of mastering technology in national defense industry. Modifying an M-16 as lightweight long-barreled rifle having caliber of 5.56 mm into a short-barreled rifles for short range combat in ship can initiate the design of weapons for Indonesian Navy (TNI AL) personnel. Study of the battle in deck space of ships, the use of standard military rifle M-16 type is less optimal. The condition of narrow space for soldier movement and a relatively close of shooting range will lead to better use of the short-barreled rifles. With regard to this issues, the modification of M-16 by means of replacing and shortening the barrel should be based on the posture and combat mission of Indonesian soldier (TNI) has been analyzed and still being complied with tha optimum shooting performance.

Keywords : *lightweight barreled rifles, long-barreled rifles, short barreled rifles, technical modification*

Diterima (received) : 14 Oktober 2017, Direvisi (reviewed) : 9 November 2017,
Disetujui (accepted) : 30 November 2017

PENDAHULUAN

Kekuatan pertahanan nasional merupakan kebutuhan mutlak untuk menegakkan, menjaga dan

mempertahankan kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI), karenanya perlu disusun kekuatan pertahanan secara mandiri, strategis,

terarah, terpadu serta berkelanjutan. Untuk mewujudkan hal tersebut harus didukung dengan pembinaan potensi pertahanan nasional, salah satunya adalah kemandirian industri pertahanan dalam negeri¹⁾.

Bentuk kemandirian dalam kesiapan penyediaan alat utama sistem senjata (alutsista) oleh produksi dalam negeri, dilakukan melalui upaya kemandirian rancang bangun senjata prajurit TNI yang dilaksanakan secara bertahap. Modifikasi teknis (*re-engineering*) alutsista yang ada dengan kemampuan sendiri merupakan salah satu upaya guna meningkatkan kemampuan teknologi industri pertahanan dalam negeri.

Sejalan dengan adanya kebutuhan TNI AL, senjata yang sesuai untuk pertempuran dalam ruang kapal, serta perlunya pemanfaatan secara optimal senjata lama TNI yang tersedia, maka melalui kajian teknis ini dilakukan penelitian dan perekayasa teknis alternatif modifikasi dengan cara pemotongan laras senjata untuk memperbaiki kemampuan tempur senjata TNI untuk pertempuran dalam ruang kapal.

Dari hasil kajian diharapkan dapat menginisiasi kemandirian industri pertahanan dan keamanan dalam negeri untuk dapat menghasilkan alutsista khususnya senjata api laras panjang serta kemampuan mengembangkan rancangan (disain) senjata laras panjang standar yang sesuai dengan postur dan kebutuhan personil TNI AL di lapangan.

BAHAN PENGKAJIAN TEKNIS SENJATA

Dalam kegiatan kajian ini digunakan bahan kajian pada senjata serbu ringan laras panjang standar militer TNI jenis M-16 buatan Amerika^{2,3)}, Sesuai dengan *operation requirement* TNI, senjata serbu berkaliber 5,56 mm dengan beberapa komponen senjata dari bahan paduan alumunium yang dimaksudkan untuk memperingan berat senjata dan tahan karat⁴⁾. Saat ini senjata tersebut banyak digunakan hampir semua prajurit TNI AL. contoh senjata varian M-16 ditampilkan pada Gambar 1.

METODOLOGI

Dilakukan tahapan pengkajian teknis meliputi:

1. Studi Literatur

Mempelajari berbagai jenis senjata standar laras panjang dan amunisi yang digunakan TNI AL serta melakukan analisa

perbandingan dengan produk-produk senjata sejenis yang lain⁵⁾.

2. Survei Modifikasi Senjata

Melakukan survei data kemampuan senjata untuk kebutuhan prajurit TNI-AL di dalam kapal (*Operation Requirements/ Ops-Req*) yang dituangkan sebagai acuan Sistem Standar.Teknis (SST). Dilanjutkan dengan observasi perekayasa modifikasi teknis senjata dengan cara pemotongan laras, penggantian laras baru serta pengujian penembakan

3. Analisa dan Evaluasi

Melakukan studi perilaku amunisi di dalam laras (*internal ballistic*) senjata laras panjang. Studi perilaku amunisi di luar laras (*eksternal ballistic*).

Studi perilaku peluru pada target (*target ballistic*). Serta studi banding hasil modifikasi senjata laras panjang ke PT. PINDAD.



Gambar 1.

Beberapa varian senjata laras panjang M-16 yang digunakan TNI

HASIL PEMBAHASAN

Survei/Observasi Modifikasi Senjata

Survei/observasi modifikasi senjata laras panjang dilaksanakan bekerjasama dengan TNI AL di KOARMATIM TNI AL Surabaya. Spesifikasi teknik sampel senjata digunakan tipe M-16⁶⁾ seperti pada Tabel 1.

Pihak TNI AL menginginkan modifikasi dilakukan dengan cara mengganti laras M-16A1 dengan laras yang lebih pendek. Hal ini mempertimbangkan misi, fungsi dan ukuran postur prajurit TNI serta adanya

ketersediaan cukup banyak senjata tipe M-16A1 yang \pm 40 tahun belum digunakan secara optimal seperti pada Gambar 2. .

Tabel 1.
Spesifikasi Senjata M-16

	Ukuran
Unloaded Weight (tanpa magasin)	3,2 Kg
Loaded Weight	4,0 Kg
Length	840 mm
Barrel Length	370 mm
Barrel Profile	1 / 12
Action Gas Operated	Rotated Bolt
Cartridge (NATO stnd)	5,56 x 45
Effective Range	100 m
Muzle Velocity	900 m/s



Gambar 2.

Contoh senjata tipe M16A1 belum dimodifikasi (original)

Dalam pelaksanaan rekayasa modifikasi senjata laras panjang digunakan 3 (tiga) cara dengan pemotongan dan penggantian laras, sebagaimana pada Tabel 2.

Tabel 2.
Modifikasi Laras Senjata M-16

Modifikasi Laras/ Barrel	Keterangan	Material Laras
Dipotong	\pm 30 %	Original
Diganti baru	Barrel M4	Lokal
Diganti baru	Barrel M4-Cbn	Original

Pada modifikasi dengan cara pemotongan laras terlihat pekerjaan dilakukan tidak sempurna. Panjang Laras/barrel dipotong tidak terukur presisi. Sehingga berakibat sisa panjang laras/barrel ataupun parameter lainnya seperti diameter lubang gas dan peletakan pada barrel tidak tepat. Pada pengujian penembakan mengalami kegagalan.

Pada kondisi laras/barrel senjata diganti baru dengan laras yang dimanufaktur

sendiri, faktor kepresisian dan jenis material pengganti masih belum sama. Pada pengujian penembakan juga mengalami kegagalan. Sedangkan pada kondisi laras/ barrel diganti baru dengan menggunakan barrel senjata tipe M4-Carbine hasilnya belum optimal, mengingat umur material sudah tua, hasil penembakan kurang terukur.



Gambar 3.

Contoh senjata tipe M16A1 hasil modifikasi (pemendekan laras)

Pembahasan Teknis

Dari hasil observasi kegiatan modifikasi senjata laras panjang di lapangan disampaikan pokok tinjauan bahasan sebagai berikut :

1. Kemampuan Teknis Senjata

- Secara teori dengan pemotongan laras/barrel \pm 30%, untuk penembakan dengan jarak 100 m, senjata modifikasi M-16 masih bisa digunakan dengan baik, mengingat amunisi kaliber 5,56 mm didesain untuk jarak tembak sampai 600 m. Namun demikian tinggi lubang pada pisir bidik/pejera harus didisain ulang, mengingat sudut berangkat dari lintasan amunisi sudah berubah, karena efek dari pemotongan panjang laras⁷⁾.
- Sebagai senjata serbu kemampuan tembak M16 dengan jarak 100 m masih dapat diandalkan, jika ditinjau dari sisi kondisi komponen senjata memang masih prima/akurat, Namun hasil titik bidikan akan bergeser sedikit karena berubahnya waktu lintasan amunisi dalam barrel (*lock-time*).
- Dengan adanya pemotongan laras, maka gaya hentakan ke belakang (*recoil*) yang dihasilkan akan lebih besar/keras, karena penjaralan tekanan gas ke mulut laras lebih

singkat sedangkan tekanan gas masih cukup besar setelah laras dipotong.

- d. Dengan memotong panjang laras, maka akan menggeser posisi lubang gas pada laras, berarti merubah tekanan gas yang keluar lubang, karenanya diameter lubang gas harus disesuaikan agar senjata tetap bisa berfungsi dengan baik.

2. Kemampuan teknis Amunisi

- a. Senjata dengan jarak tembak 100 - 200 m adalah desain untuk senjata perang kota, sehingga amunisi kaliber 5,56 mm cukup memadai. Untuk perang dalam ruang kapal didesain senjata dengan jarak tembak 25-50 m disarankan cukup dengan amunisi kaliber lebih kecil.
- b. Amunisi kaliber 5,56 mm untuk digunakan pertempuran dalam ruangan mempunyai energi yang berlebih, bila digunakan menembak, kemungkinan musuh belum dapat dilumpuhkan secara total, karena proyektil hanya lewat/menembus sasaran.
- c. Akibat pemotongan laras senjata, terkait perbaruan posisi ketinggian lubang pisir, maka sudut lintasan amunisi/proyektil akan berubah. Untuk itu diperlukan waktu penelitian yang panjang untuk mengetahui sudut lintasan amunisi yang tepat.

3. Tinjauan Data Kepustakaan

Metode penelitian panjang efektif laras/barrel dan efeknya terhadap tekanan ujung laras serta kecepatan amunisi/ peluru melintas dilakukan dengan cara mengukur tekanan di ujung laras menggunakan sensor *piezzo-electric* dan *chronograph* dipasang di ujung laras. Hal ini untuk mengukur tekanan dan kecepatan peluru keluar di ujung laras (*muzzle velocity*), sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4 dan 5. Proses ini diulang dengan variasi panjang laras per 1 inchi pemotongan.



Gambar 4.
Pengukuran tekanan dan kecepatan peluru pada ujung laras



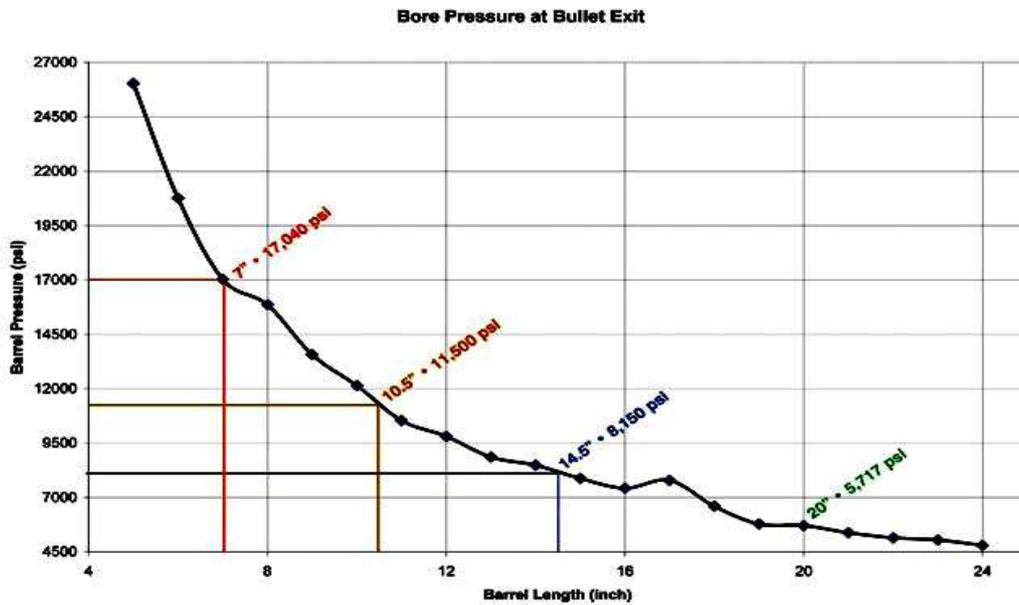
Gambar 5.
Pemasangan sensor piezzo-electric dan chronograph pada ujung laras

Sebagai contoh pada Gambar 6, ditampilkan pengujian tembak pada senapan tipe AR-15 dengan panjang laras semula 24" dan mempunyai twist rate 1:7", menggunakan amunisi tipe M855 (*Military standard NATO*) caliber 5.56 x 45 mm (62 grain) dengan jarak tembak tetap⁸⁾.

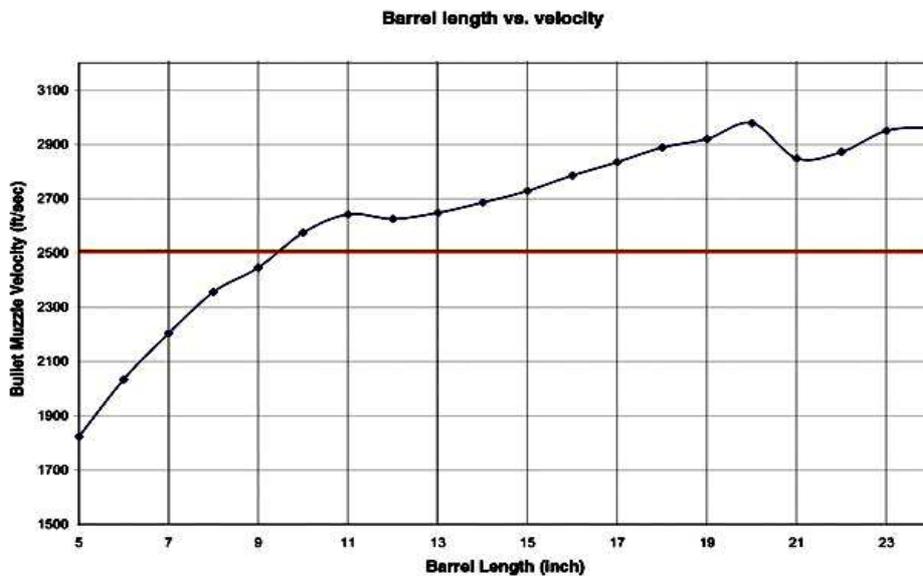


Gambar 6.
Senapan Tipe AR-15 pada saat Dilakukan pengujian tembak

Hasil pengujian tembak semacam ini akan dapat ditampilkan data berupa panjang laras/barrel dan tekanan peluru diujung laras dalam bentuk grafik⁹⁾ seperti pada Gambar 7.



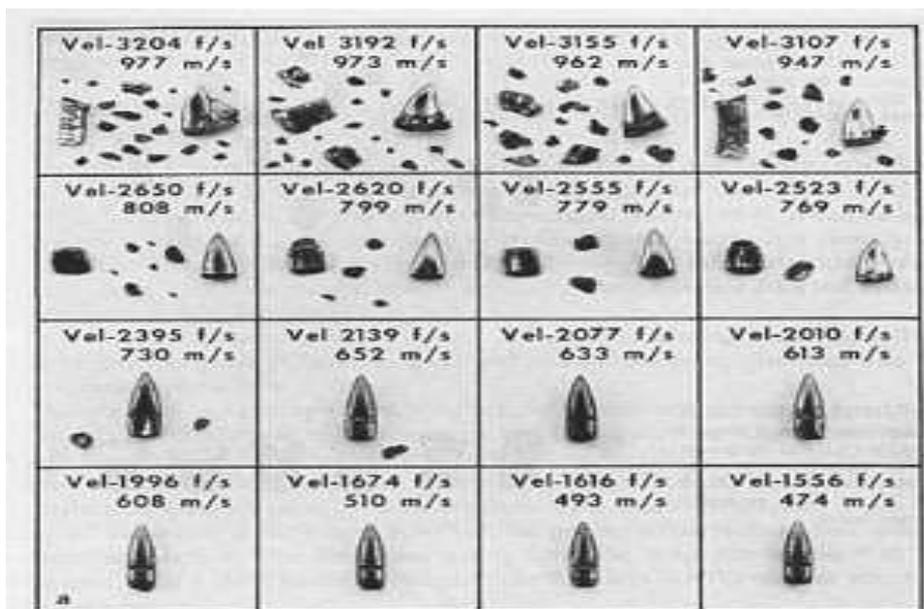
Gambar 7.
Tampilan grafik tekanan (di ujung laras) terhadap panjang laras/ barrel (inch) (Dater *et al*, 2010)



Gambar 8.
Grafik Panjang barrel (ft) dan Kecepatan peluru di ujung laras dalam (ft/sec) (Dater *et al*, 2010)

Pada Gambar 8 ditampilkan grafik panjang barrel dan kecepatan lintas peluru di ujung laras⁹⁾. Sedangkan garis merah menunjukan batas minimal dari kecepatan peluru tipe M855 agar terjadi fragmentasi secara efektif saat mencapai target tembak. Sebagai mana diketahui, bahwa peluru kaliber 5.56 mm kemampuan mematikan (*lethality*) terletak pada kemampuan fragmentasi peluru tersebut di dalam target tembak.

Seperti terlihat pada Gambar 9 ditampilkan bentuk-bentuk fragmentasi peluru kaliber 5,56 mm yang terjadi disaat uji penembakan sesuai dengan kecepatan lintas peluru masing-masing kondisi. Dalam pelaksanaan uji penembakan tersebut digunakan material *gelatin balistik* untuk dapat menggambarkan bentuk dan ukuran fragmentasi material peluru.

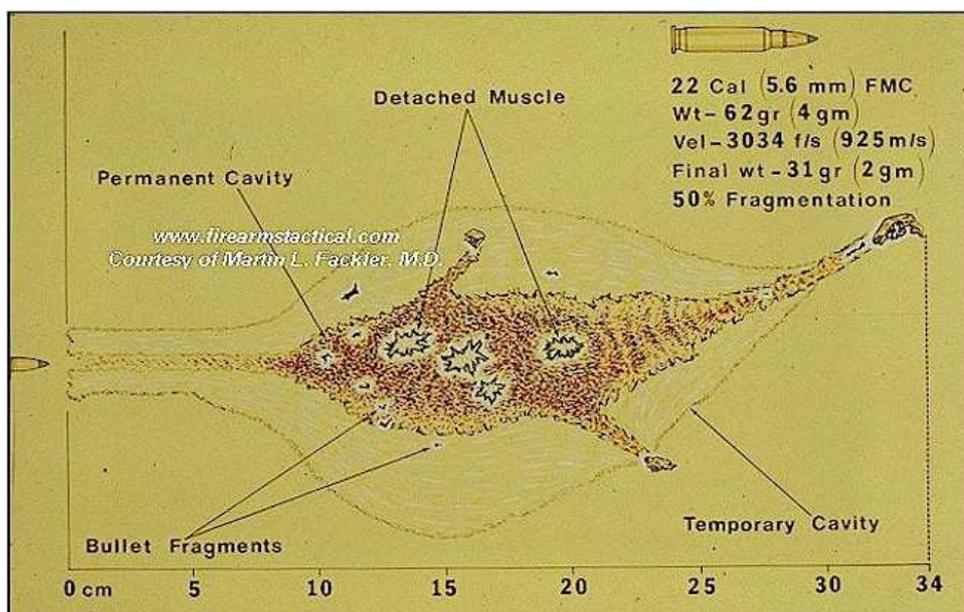


Gambar 9.

Hasil uji tembak peluru kaliber 5.56 x 45 pada gelatin balistik yang mewakili *soft tissue* (Martin L. Fackler - www.AR15.com)

Pada Gambar 9 terlihat gambar, fragmentasi efektif dari peluru yang baru mulai terjadi

pada kecepatan peluru melintas menuju target bidik diatas 2500 ft/sec atau 769 m/s.



Gambar 10.

Ilustrasi profil dari fragmentasi Peluru tipe M855 5.56x45 mm digunakan pada senjata M-16A2 (U.S. Military)

Measurement scale in centimeters (5 cm = 2 inches). Illustration courtesy of Martin L. Fackler, M.D.

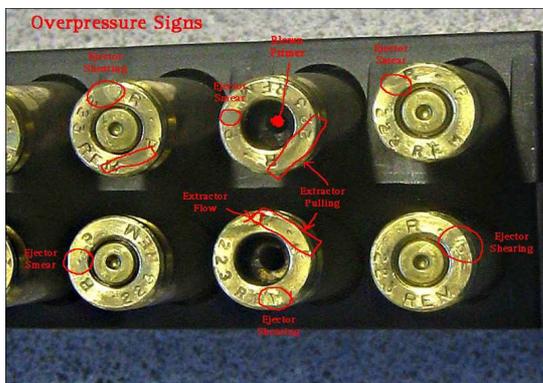
Gambar 10 di atas menampilkan hasil uji tembak peluru kaliber 5.56 x 45 mm terekam pada gelatin balistik yang mewakili *soft tissue*. Terlihat pada gambar bahwa fragmentasi yang timbul menjadi faktor penyumbang terbesar penyebab kematian

(*lethality*). Dari hasil penembakan dapat dihasilkan efek melukai yang besar, terjadi ketika dampak peluru pada kecepatan tinggi menembus jaringan target dan dengan cepat mentransfer energi kinetis menyebabkan fragmentasi amunisi¹⁰.

Dari uraian di atas secara teknis bisa dipahami bahwa bila dilakukan pemotongan panjang laras senjata maka minimum panjang laras tersebut setelah dipotong

menjadi 14.5", dari panjang barrel semula 24" dan panjang barrel optimum 20" untuk peluru kaliber 5.56 mm. Ketika dilakukan pemotongan laras, dimana panjang laras menjadi kurang dari 14.5", maka akan terlihat banyak efek negatif seperti kecepatan peluru yang menurun drastis, level kebisingan akibat ledakan meningkat, terjadi *muzzle flash* yang cukup besar. *Muzzle flash* diperkirakan tidak terlihat lagi ketika panjang barrel minimal 16".

Dari pengujian tembak dengan peluru tipe MU5TJ, dengan berat 4gr (62 grain) maka stabilitas tembakan yang paling tepat adalah dengan twist 1:7⁽¹¹⁾. Sehingga sebaiknya laras/barrel lama senjata M16A1 yang mempunyai twist rate 1:12 dapat dimodifikasi diganti menggunakan barrel baru dengan twist rate 1:7. Penempatan lubang gas amunisi juga harus hati-hati diperhitungkan, hal ini mempertimbangkan *dwell time* yaitu waktu antara peluru melewati lubang gas dan peluru keluar dari laras. Jika hal ini tidak diperhatikan maka bisa terjadi *over-pressure*, yaitu jika lubang gas terlalu dekat dengan *chamber*, ataupun *under-pressure* jika lubang gas terlalu dekat dengan mulut laras.



Gambar 11.
Contoh longsong peluru hasil uji penembakan dengan tekanan berlebih

SIMPULAN

Modifikasi teknis dengan pemotongan laras/barrel senjata akan berpengaruh pada parameter kemampuan senjata antara lain : Lock time peluru akan mengubah proyeksi lintasan peluru di dalam laras sehingga menggeser titik target tembak. Muzzle Flash akan terjadi di ujung laras senjata, hal ini karena bubuk mesiu peluru tidak mempunyai waktu terbakar yang cukup di dalam laras/barrel sehingga mengurangi juga tekanan peluru. Muzzle Velocity (MV)/ kecepatan peluru akan berkurang

dikarenakan gaya tekan yang terbentuk di bagian belakang peluru lebih kecil sehingga jarak tembak efektif yang dicapai akan berkurang. Accuracy Barrel/ Laras semakin baik dikarenakan semakin pendeknya laras, kekakuan (*stiffness*) laras semakin baik. Gas Sadap, akan berpengaruh pada kesempurnaan beroperasinya sistem pembuangan selongsong peluru pasca penembakan. Penggunaan sistem gas sadap yang baik akan memberikan keamanan bagi penggunaan senjata.

Selain itu Modifikasi teknis dengan pemotongan laras/ barrel senjata memerlukan perhitungan ulang posisi pisir, target bidik dan cara manufaktur yang lebih presisi. Hal ini akan terkait juga dengan kondisi prima komponen senjata yang ada serta kinerja hasil penembakan. Modifikasi teknis dengan penggantian laras/ barrel senjata laras pendek dari jenis yang lain. Hal ini memerlukan kesesuaian kaliber amunisi yang akan digunakan sesuai misi tempur senjata yang dimodifikasi.

REKOMENDASI

1. Modifikasi senjata serbu standar laras panjang M-16 untuk menjadi senjata serbu laras pendek dengan cara pemotongan laras tidak direkomendasikan, karena akan mengurangi kinerja dari senjata.
2. Penggunaan senjata serbu untuk pertempuran dalam ruang, sebaiknya menggunakan senjata yang didesain dengan jarak tembak 25 – 50 m. Senjata serbu tersebut sebaiknya menggunakan amunisi kaliber 9 mm yang memang didesain melumpuhkan lawan dalam jarak dekat.
3. Jika terpaksa harus memodifikasi senjata laras panjang, maka cara yang paling tepat adalah dengan mengganti laras senjata lama dengan laras baru yang sesuai misi tempur yang dikehendaki, dengan mempertimbangkan kondisi komponen senjatanya serta dilakukan pengujian laboratorium terlebih dahulu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kajian teknis Modifikasi Senjata Laras Panjang TNI merupakan hasil kegiatan kerjasama antara PTIPK-BPPT dan TNI AL TA 2010, didukung oleh KOARMATIM TNI AL dan PT.PINDAD sebagai mitra kerja/narasumber. Terimakasih kepada semua pihak yang telah bekerjasama dalam menyelesaikan riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Andi Widjajanto, *Krisis Ekonomi dan Kemandirian Pertahanan Indonesia*, Majalah TNI Patriot, Ed. Khusus No. 92, Tahun XIII, Oktober 2012.
2. Cutshaw, Charles Q. and Ness, Leland., *Jane's Ammunition Handbook 2003-2004*, Jane's Information Group Ltd, Sentinel House, Surrey, UK
3. Hogg, Ian V., *Jane's Infantry Weapons 1996-1997*, Jane's Information Group Ltd, Sentinel House, Surrey, UK.
4. Yuwono, Guntur., *Receiver Senapan Serbu dari Bahan Aluminium dan Alternatif Proses Pembuatannya*, Majalah Ilmiah Pengkajian Industri, No.22, April 2004, Deputi Teknologi Rancang Bangun dan Rekayasa, BPPT, 2004
5. Williams, Anthony G., *Assault Rifles And Their Ammunition History And Prospect*, <http://www.quarry.nildram.co.UK>, Februari 2012
6., *M16A1 & M16A2 Wound Profile Illustrations*, Firearms Tactical Institute, <http://firearmstactical.com>, 1999
7. Sutardjo, Fx., *Pengetahuan Dasar Balistik*, Departemen Pendidikan dan Pelatihan DITMINKU PT PINDAD, 2000
8. Dater, Philip H. dan Wong, Jason., *Barrel Length Sties in 5.56mm NATO-Weapons*, <http://sadefensejournal.com>
9. Dater, Philip H. dan Wong, Jason., *Effects of Barrel Length on Bore Pressure, Projectile Velocity and Sound Measurement*, [https://ndiastorage.blob.core.usgovcloudapi.net/ndia/2010/armament/Wednesday Cumberland Philip Dater.pdf.](https://ndiastorage.blob.core.usgovcloudapi.net/ndia/2010/armament/Wednesday%20Cumberland%20Philip%20Dater.pdf), 2010.
10. Wakeman, Randy., *Energy Transfer and Other Bullet Ballistics*, <http://www.chuckhawks.com>, 2006
11., *Kelengkapan Data Anak Peluru MU4-TJ dan MU-5TJ*, PT PINDAD
12., *Bull Barrel Profile*, <http://AR15BARRELS.com/mv.htm>, 2011