

Analisa Pengaruh Penggunaan *Bracket* Senjata Api Untuk Peningkatan Stabilitas Tembakan Senapan Laras Panjang

Islamiati Putri¹, Moh. Arif Batutah², Anastas Rizaly³, Ilyas Sofana⁴
^{1,2,3,4} Prodi Teknik Mesin/ Fakultas Teknik/ Universitas Muhammadiyah Surabaya

arifbatutah@ft.um-surabaya.ac.id dan HP. 081330779054

Diterima (September, 2025), direvisi (Oktober, 2025), diterbitkan (November, 2025)

Abstrak

Peran senjata api sangat signifikan dalam sektor pertahanan dan keamanan untuk menjaga stabilitas dan kedaulatan dari berbagai ancaman, oleh karena itu butuh pengembangan, inovasi agar senjata yang digunakan bisa nyaman, akurat dan memudahkan dalam membidik sasaran. Pengembangan dan inovasi bracket sebagai kelengkapan senjata diperlukan. Bracket merupakan aksesori tambahan yang dipasang untuk menyangga dan membantu mengurangi getaran sehingga memberikan kestabilan yang lebih baik saat menembak. Penggunaan aksesori stabilisasi seperti *bracket* dapat membantu mereduksi *recoil* atau hentakan yang terjadi setelah menekan pelatuk, sehingga meningkatkan akurasi dan konsistensi tembakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan bracket produksi PT. MSI Instrument terhadap stabilitas tembakan senapan mesin Arsenal MG-M2 kaliber $7,62 \times 51$ mm. Pengujian dilakukan secara eksperimental di lapangan menggunakan dua skenario: tanpa bracket dan dengan bracket. Hasil uji menunjukkan bahwa penggunaan bracket menurunkan deviasi rata-rata tembakan sebesar 62,71% dan nilai dispersion sebesar 43,4%. Uji statistik menghasilkan nilai signifikansi 0,028 ($p < 0,05$), menunjukkan bahwa bracket secara signifikan meningkatkan stabilitas tembakan. Bracket direkomendasikan sebagai aksesori pendukung untuk meningkatkan akurasi dalam operasi militer. Penurunan nilai deviasi sebesar lebih dari 33% secara praktis menunjukkan bahwa tembakan menjadi lebih terarah dan efektif., peningkatan ini berdampak pada efisiensi amunisi, efektivitas netralisasi target, dan penghematan waktu dalam kondisi tempur.

Abstract

The role of firearms is very significant in the defense and security sector to maintain stability and sovereignty against various threats; therefore, development and innovation are needed so that the weapons used can be comfortable, accurate, and make targeting easier. The development and innovation of brackets as firearm accessories are necessary. A bracket is an additional accessory that is installed to support and help reduce vibrations, providing better stability when shooting. The use of stabilization accessories like brackets can help reduce recoil or the impact that occurs after pulling the trigger, thereby improving shooting accuracy and consistency. This research aims to determine the effect of using a bracket produced by PT. MSI Instrument on the shooting stability of the Arsenal MG-M2 7.62×51 mm machine gun. Field experiments were conducted under two conditions: without the bracket and with the bracket. The results showed that the use of the bracket reduced the average shooting deviation by 62.71% and dispersion by 43.4%. Statistical analysis yielded a significance value of 0.028 ($p < 0.05$), indicating that the bracket significantly improved shooting stability. Therefore, the bracket is recommended as a supporting accessory to enhance shooting accuracy in military operations. A decrease in deviation value of

more than 33% practically indicates that shots have become more aimed and effective. This improvement impacts ammunition efficiency, target neutralization effectiveness, and time savings in combat conditions.

Keyword: *bracket; shooting stability; MG-M2 machine gun; deviation; dispersion*

1. PENDAHULUAN

Senjata api memiliki peran yang signifikan dalam berbagai sektor, khususnya dalam bidang pertahanan dan keamanan negara. Dalam dunia kemiliteran khususnya TNI Angkatan Laut, senjata api banyak digunakan dalam latihan berperang, pendidikan, serta olahraga. Salah satu aspek kunci dari senjata api yang mempengaruhi ketepatan tembakan adalah akurasi. Untuk mencapai akurasi dalam penembakan, diperlukan kestabilan tangan. Meskipun banyak alat yang dapat menstabilkan lengan atau tangan dengan membatasi pergerakan, namun hanya sedikit alat yang mampu secara aktif mengurangi tremor involunter sekaligus memungkinkan pergerakan membidik dengan skala yang lebih besar [1]. Dalam penggunaan senjata api, salah satu faktor utama yang mempengaruhi akurasi adalah stabilitas saat menembak. Stabilitas tembakan berkaitan erat dengan kontrol *recoil* (daya tolak balik). *Recoil* mempengaruhi akurasi tembakan, dimana akurasi menurun seiring meningkatnya energi yang dihasilkan saat menembak [2]. Salah satu inovasi yang dikembangkan untuk mengontrol *recoil* dan meningkatkan stabilitas tembakan adalah penggunaan *bracket* pada senjata api.

Bracket senjata api merupakan aksesori tambahan yang dipasang pada senjata untuk menyangga dan membantu mengurangi getaran sehingga memberikan kestabilan yang lebih baik saat menembak. Penggunaan aksesori stabilisasi seperti *bracket* dapat membantu mereduksi *recoil* atau hentakan yang terjadi setelah menekan pelatuk, sehingga meningkatkan akurasi dan konsistensi tembakan [3]. Selain itu, *bracket* memungkinkan penembak mempertahankan posisi yang lebih stabil, terutama dalam kondisi menembak cepat (*burst*). Penggunaan *bracket* dapat membantu mengurangi guncangan yang terjadi saat proyektil keluar dari laras sehingga dapat memberikan hasil yang lebih presisi. Senjata api telah menjadi standar dalam beberapa operasi tempur. Tujuannya adalah meningkatkan efektivitas operasional dengan mengurangi kemungkinan tembakan *ricochet* (memantul ke arah lainnya) akibat ketidakstabilan. Dengan demikian, pemanfaatan *bracket* tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan performa individu tetapi juga mendukung keselamatan serta efisiensi penggunaan senjata api.

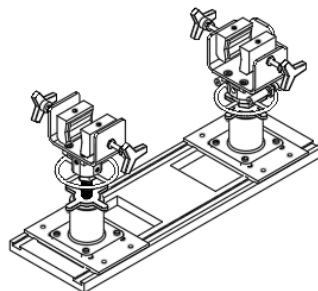


Gambar 1. *Assembly senjata Arsenal 7,62 x 51 mm MG-M2 bracket dan mobile firing*

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, diperlukan suatu analisis yang mendalam mengenai pengaruh penggunaan *bracket* terhadap tingkat kestabilan tembakan, efektivitas *bracket* dalam meningkatkan akurasi tembakan, peran *bracket* dalam membantu penembak mempertahankan keseimbangan, kontrol saat menembak dan memberikan signifikan dalam stabilitas tembakan dibandingkan tanpa *bracket*. Sehingga meningkatkan stabilitas tembakan senapan guna mendukung pengembangan aksesoris senjata api yang ergonomis dan fungsional, sesuai kebutuhan institusi militer, aparat penegak hukum, maupun pengguna sipil profesional.

2. MATERI DAN METODE

Penelitian ini merujuk pada penelitian terdahulu yang relevan dimana disebutkan bahwa properti mekanis seperti kekakuan, massa, dan distribusi gaya sangat mempengaruhi “*firing stability*” dan beberapa parameter struktural (seperti panjang *bracket*, massa, dan distribusi momen) secara signifikan mempengaruhi stabilitas tembakan [4], [5]. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen lapangan untuk menganalisis pengaruh penggunaan *bracket* senjata api terhadap stabilitas tembakan. *Bracket* yang digunakan merupakan produk PT. MSI Instrument bertipe Riffle Mount Type 681-600AS [6]. Kemudian *bracket* akan dipasang pada senapan mesin Arsenal MG-M2 kaliber 7,62 x 51 mm. Hasil rancangan *bracket* seperti di tunjukkan pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Sketsa *Bracket* Senjata Api

Stabilitas tembakan dianalisis melalui tiga parameter utama, yaitu pola sebaran peluru (*grouping*), simpangan terhadap titik bidik (*deviasi*), dan jarak antar titik tembak (*extreme spread*). Penelitian dilaksanakan dalam dua kondisi: skenario pertama tanpa penggunaan *bracket* (kelompok kontrol), dan skenario kedua dengan penggunaan *bracket* (kelompok eksperimen), masing-masing sebanyak 5 (lima) tembakan yang dilakukan pada jarak 100 meter oleh personel militer profesional. Desain penelitian yang digunakan adalah *non-equivalent posttest-only control group design*, di mana perlakuan hanya diberikan pada kelompok eksperimen, dan hasil dibandingkan dengan kelompok kontrol. Populasi dari penelitian ini mencakup seluruh aktivitas penembakan menggunakan senapan mesin Arsenal MG-M2 kaliber 7,62 x 51 mm yang sudah mewakili pengertian populasi yakni benda atau kejadian yang memiliki nilai karakteristik tertentu untuk mendapatkan informasi [7]. Penelitian ini menerapkan variabel bebas berupa penggunaan *bracket*, serta variabel terikat berupa stabilitas tembakan yang diukur berdasarkan hasil

tembakan terhadap sasaran.

Teori pendukung dalam analisis *grouping* mengacu pada perhitungan *mean radius*, yaitu rata-rata jarak titik tembakan dari pusat kelompok yang dirumuskan persamaan 1-4 berikut:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana x_i, y_i adalah koordinat peluru ke- i , dan \bar{x}, \bar{y} adalah rata-rata koordinat ke semua peluru [8]. Deviasi terhadap titik bidik dihitung berdasarkan jarak titik tembak ke titik pusat bidik (0,0), menggunakan rumus:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (x_i^2 + y_i^2)}{n-1}} \dots\dots\dots (2)$$

Untuk parameter jarak antar titik (*extreme spread*), digunakan rumus:

$$ES = \max\{\sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}\} \dots\dots\dots (3)$$

Untuk seluruh kombinasi $i \neq j$ [9]. Selanjutnya, efektivitas penggunaan bracket dihitung dalam bentuk persentase penurunan dari nilai sebelum dan sesudah perlakuan dengan rumus:

$$Efektivitas = \frac{\text{nilai awal} - \text{nilai akhir}}{\text{nilai awal}} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Proses penelitian diawali dengan perumusan masalah dan studi literatur yang memuat teori-teori terkait peran *bracket* dalam mengurangi *recoil* dan meningkatkan presisi senjata api. Selanjutnya, dilakukan identifikasi variabel, pelaksanaan uji tembak di fasilitas laboratorium senjata, dokumentasi hasil tembak melalui papan target, serta pengolahan data tembak berdasarkan koordinat peluru. Alat yang digunakan meliputi senapan mesin Arsenal MG-M2 kaliber 7,62 x 51 mm [10], *bracket riffle mount* PT. MSI, dudukan tembak *mobile firing* STZA12, papan target, serta mistar untuk pengukuran. Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan data secara *purposive sampling* terhadap tembakan uji yang dilakukan oleh operator profesional. Setiap tembakan menggunakan amunisi NATO 7,62 x 51 mm dan pengukuran hasil tembakan dilakukan secara manual.

Data hasil pengujian dianalisis secara statistik menggunakan perangkat lunak SPSS versi 31, dimulai dengan uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk*, yang menyatakan data berdistribusi normal jika nilai signifikansi $> 0,05$ [11]. Kemudian dilakukan uji homogenitas varians antar kelompok menggunakan *Leavene's Test*, dan dilanjutkan dengan uji-t dua sampel independen (*independent sample t-test*) untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh signifikan antara penggunaan *bracket* dan ketiga parameter stabilitas tembakan [12]. Hasil analisis ini akan dijadikan dasar evaluasi efektivitas *bracket* sebagai aksesori peningkat presisi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan bracket senjata api terhadap stabilitas tembakan pada senapan mesin Arsenal MG-M2 kaliber $7,62 \times 51$ mm. Stabilitas tembakan dianalisis melalui tiga parameter utama, yaitu pola sebaran peluru (*grouping*), simpangan terhadap titik bidik (*deviasi*), dan jarak antar titik tembak (*extreme spread*). Pengujian dilakukan pada dua kondisi, yaitu tanpa penggunaan bracket dan dengan penggunaan bracket, masing-masing sebanyak 5 (lima) tembakan pada jarak 100 meter. Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah deviasi tembakan, yaitu sejauh mana arah tembakan menyimpang dari titik tengah sasaran. Nilai deviasi yang kecil mencerminkan tingkat kestabilan dan akurasi yang tinggi, sedangkan deviasi yang besar menunjukkan sebaliknya. Data hasil pengukuran deviasi tersebut dianalisis secara statistik untuk mengevaluasi apakah penggunaan bracket memberikan pengaruh yang signifikan terhadap stabilitas tembakan, koordinat hasil uji tembak dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Data Koordinat Hasil Tembakan Tanpa dan Dengan *Bracket*

No	Tanpa <i>Bracket</i>		Dengan <i>Bracket</i>	
	X	Y	X	Y
1	5,9	3,3	2,1	2,7
2	0,0	2,6	-2,1	-1,4
3	0,6	10,7	-2,4	3,3
4	-3,2	6,5	0,0	0,0
5	-4,5	2,1	-1,1	1,7

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan *bracket* mampu menurunkan nilai ketiga parameter secara signifikan. Rata-rata nilai *grouping* tanpa *bracket* adalah 5,66 cm, sedangkan dengan *bracket* menurun menjadi 4,15 cm. Nilai deviasi terhadap titik bidik juga mengalami penurunan dari 5,89 cm menjadi 3,92 cm. Demikian pula, nilai *extreme spread* dari 11,50 cm menjadi 7,70 cm. Penurunan ini menunjukkan bahwa penggunaan bracket secara nyata meningkatkan konsistensi tembakan, memperkecil simpangan peluru dari titik bidik, dan merapatkan sebaran tembakan terhadap pusat kelompok.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Tembakan Antara Kondisi Menggunakan Bracket dan Tanpa Bracket

Parameter	Tanpa Bracket	Menggunakan Bracket	Efektivitas (%)
Mean Radius (<i>Grouping</i>)	5,66 cm	4,15 cm	26,64%
Deviasi terhadap Bidikan	5,89 cm	3,92 cm	33,45%
<i>Extreme Spread</i>	11,50 cm	7,70 cm	33,04%

Uji normalitas dilakukan untuk memastikan distribusi data. Hasil uji *Shapiro-Wilk* pada kedua kelompok menunjukkan nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, yaitu 0,950 untuk tanpa *bracket* dan 0,738 untuk dengan *bracket*. Hal ini menunjukkan bahwa data

berdistribusi normal dan memenuhi syarat untuk pengujian parametrik.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Normality Test	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Tanpa_Bracket	.196	5	.200*	.983	5	.950
Dengan_Bracket	.204	5	.200*	.950	5	.738

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Selanjutnya, dilakukan uji homogenitas varians menggunakan Levene's Test. Nilai signifikansi berdasarkan *median* adalah 0,337 lebih besar dari 0,05. Artinya, data memiliki variansi yang homogen antar kelompok, sehingga asumsi homogenitas terpenuhi dan dapat dilanjutkan ke uji-t dua sampel independen.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas Varians (Levene's Test)

Deviasi	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Based on Mean	1.261	1,0	8,0	.294
Based on Median	1.043	1,0	8,0	.337
Deviasi Based on Median and with adjusted df	1.043	1,0	5.949	.347
Based on trimmed mean	1.292	1,0	8,0	.289

Uji-t dua sampel independen dilakukan untuk menguji perbedaan nilai deviasi antara kedua kelompok. Hasil menunjukkan bahwa nilai $t = 2.678$ dan signifikan dua sisi sebesar 0.028 (<0.05), sehingga terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara penggunaan *bracket* dan tanpa *bracket*.

Tabel 5. Hasil Uji-t Dua Sampel Independen

t-test for Equality of Means	t	df	Significance		Mean Difference
			One-Sided p	Two-Sided p	
Equal variances assumed	2.678	8,0	.014	.028	4.05000
Deviasi Equal variances not assumed	2.678	6.024	.018	.037	4.05000

Hasil statistik tersebut memperkuat kesimpulan bahwa penggunaan *bracket* secara signifikan meningkatkan stabilitas tembakan. Temuan ini konsisten dengan teori yang dikemukakan oleh *Scheaffer* [8] dan *Zant* [13], yang menjelaskan bahwa penambahan alat stabilisasi seperti *bracket* dapat mereduksi simpangan peluru dengan cara mengontrol *recoil* dan mengurangi getaran laras. Penurunan nilai deviasi sebesar lebih dari 33% secara praktis menunjukkan bahwa tembakan menjadi lebih terarah dan efektif. Dalam konteks operasional militer, peningkatan ini berdampak pada efisiensi amunisi, efektivitas netralisasi target, dan penghematan waktu dalam kondisi tempur. Penelitian ini juga mendukung pengembangan teknologi aksesoris senjata api sebagai bagian dari modernisasi sistem senjata TNI.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data terhadap tembakan senjata Arsenal MG–M2 dengan dan tanpa bracket, dapat disimpulkan bahwa penggunaan bracket memberikan pengaruh signifikan terhadap stabilitas tembakan. Hal ini ditunjukkan dari hasil pengukuran nilai grouping, deviasi terhadap titik bidik, dan extreme spread, yang menunjukkan perbedaan antara dua perlakuan. Analisis statistik menggunakan uji-t dua sampel independen membuktikan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada setiap parameter yang diuji, dengan nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penggunaan bracket senjata api mampu meningkatkan kestabilan tembakan secara kuantitatif.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. M. Baechle, “Maxfas: A Mobile Arm Exocoletion For Firearm Aim Stabilization,” Amerika Serikat, Sep. 2013.
- [2] F. Morelli *et al.*, “Shooter-System Performance Variability as a Function of Recoil Dynamics,” *Hum Factors*, vol. 59, no. 6, pp. 973–985, Sep. 2017, doi: 10.1177/0018720817700537.
- [3] Jacob Grealis, “Revolver Recoil Reduction,” Worcester Polytechnic Institute (WPI), Massachusetts, 2017.
- [4] J. Balla, Z. Krist, L. Jedlicka, M. Havlicek, and F. Racek, “Firing Stability of Mounted Small Arms,” *International Journal of Mathematical Model and Methods in Applied Sciences*, vol. 5, no. 2, pp. 412–422, 2011.
- [5] Bien, Phuc, and Macko, “Effect of Some Structural Parameters on Firing Stability of Shooter-Weapon System,” *Advances in Military Technology*, vol. 1, pp. 236–250, Jul. 2021.
- [6] Isaac Periotto and msinstrumentscouk, “Ms Instruments Ltd Type 681-600as Rifle Mount Operation Manual,” 2016.
- [7] E. Riadi, *Metode Statistka Parametic dan Nonparametic*. Tangerang: PT Pustaka Mandiri, 2016.
- [8] R. L. J. T. M. Scheaffer, *Probability and Statistics fir Engineer*, Second edition. Boston: Duxbury Press, 1986.
- [9] A. Dajan, *Pengantar Metode Statistic*, 1st ed., vol. 1. Jakarta: PT Pustaka LP3ES Indonesia, 1986.
- [10] Arsenal JSCo, “Machine Gun 7.62×51 mm ARSENAL MG-M2,” Arsenal. Accessed: Jun. 17, 2025. [Online]. Available: <https://www.arsenal-bg.com/c/machine-guns-26/762x51-mm-mg-m2-56>
- [11] D. Priyatno, *Teknik Mudah dan Cepat Melakukan Analisis Data Penelitian dengan SPSS dan Tanya Jawab Ujian Pendaran*. Yogyakarta: Gaya Media, 2010.
- [12] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, 2nd ed. Bandung: Alfabeta, 2017.
- [13] C. Zant, “Precision and Group Size,” Precision Rifle Blog. Accessed: Jul. 01, 2025. [Online]. Available: <https://precisionrifleblog.com/>