

KETAHANAN BALISTIK LEMBARAN BAJA PADA BERBAGAI SUDUT TEMBAK

***Rusnaldy, Ismoyo Haryanto, Norman Iskandar, Binar Ade Anugra, Ahmad Zaedun**
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto SH, Tembalang, Semarang 50275 Indonesia
*E-mail: rusnaldy@undip.ac.id

ABSTRACT

Results of study on the performance of 0.4 mm mild steel plate when impacted by 4.5 mm diameter steel ogive-shaped projectile at 45°, 60° (oblique impact) and 90° (normal impact) angles of attack are presented. The projectiles were fired at highest velocity using air riffle gun. The target-holding fixture was located at a distance of 2 m from the gun. Experimental results show that steel plate provides protection at 45° and 60° obliquity, but fails to provide protection at angle of attack of 90° (normal impact)

Keywords: Ballistic performance, steel plate, oblique impact, normal impact

1. PENDAHULUAN

Penelitian tentang pengaruh sudut tembak yang dilakukan ini adalah bagian dari serangkaian percobaan awal untuk melihat karakteristik balistik dari lembaran baja (*mild steel*). Parameter yang lain yang telah dan sedang diteliti adalah pengaruh bentuk hidung proyektil, pengaruh kecepatan dan jarak tembak, pengaruh jumlah dan tebal lapisan material target terhadap ketahanan balistik lembaran baja dengan ketebalan 0,2 dan 0,4 mm yang memiliki kekerasan masing-masing 482 VHN dan 246 VHN. Dari percobaan yang telah dilakukan terlihat bahwa walau baja dengan ketebalan 0,2 mm memiliki kekerasan lebih besar dibanding baja dengan tebal 0,4 mm, namun ketahanan balistiknya tidak lebih baik dibanding dengan baja 0,4 mm [1]. Sehingga baja dengan ketebalan 0,4 mm dipilih pada studi ini. Dari hasil percobaan juga terlihat bahwa proyektil dengan bentuk hidung ogival dengan kekerasan yang jauh lebih tinggi dibanding proyektil dengan bentuk hidung lainnya (*conical, flat dan hemispherical*) memiliki daya penetrasi yang paling besar, sehingga proyektil jenis ini dipilih pada studi ini.

Tidak terlalu banyak publikasi tentang pengaruh sudut tembak pada ketahanan balistik suatu material. Hal ini disebabkan karena analisa dari *oblique impact* akibat pengaruh sudut tembak yang relatif lebih kompleks dibanding *normal impact* [2]. Namun demikian beberapa peneliti telah melakukan percobaan baik dengan eksperimen [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8] maupun dengan simulasi atau analisa numerik [9; 6; 10; 11; 12; 13; 14; 15] pada berbagai jenis material. Tujuan dari studi ini adalah untuk melihat apakah ketahanan balistik lembaran baja akan lebih baik jika proyektil ditembakkan membentuk sudut tertentu bila dibandingkan dengan sudut tembak sebesar 90° (normal)

2. METODOLOGI PENELITIAN

Material Target:

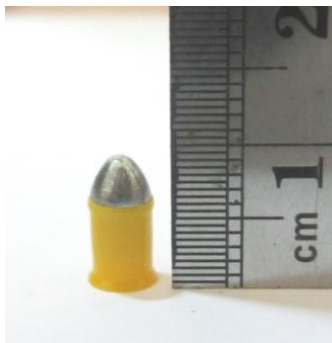
Material target yang digunakan pada penelitian ini adalah lembaran baja karbon (*mild steel*) dengan ketebalan 0,4 mm. Kekerasan rata-rata dari baja tersebut adalah 246 VHN.

Senjata & Proyektil:

Senjata yang digunakan adalah dari jenis senapan angin yang banyak digunakan untuk berburu burung liar (lihat Gambar 1). Senapan ini dapat di-*kokang* satu hingga sepuluh kali. Dimana jumlah pengokangan akan menghasilkan kecepatan peluru yang berbeda-beda. Sedangkan proyektil yang digunakan memiliki bentuk hidung ogival dengan diameter 4,5 mm seperti terlihat pada Gambar 2. Kekerasan rata-rata peluru tersebut adalah 82,6 VHN.



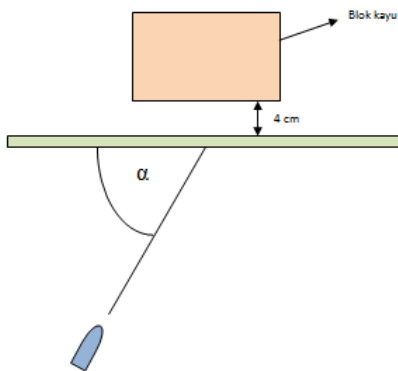
Gambar 1. Senapan angin yang digunakan untuk penelitian.



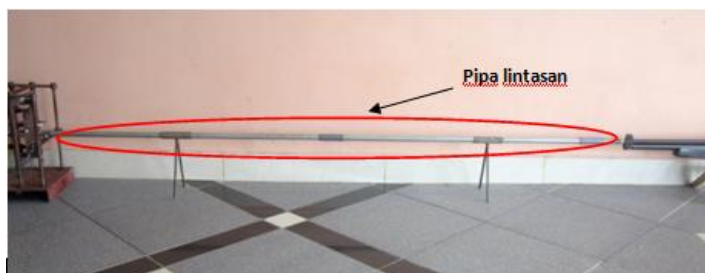
Gambar 2. Peluru yang digunakan untuk penelitian.

Pelaksanaan Pengujian:

Sketsa dan foto pengujian dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4. Balok kayu ditempatkan di belakang material target untuk menjaga agar peluru tidak lari kemana-mana jika menembus material target. Disamping itu kedalaman peluru yang masuk ke dalam balok kayu setelah menembus material target dapat dijadikan sebagai ukuran ketahanan balistik baja. Material target tersebut ditembakkan dengan kecepatan maksimal dari senapan (10x kokang) dengan jarak tembak 2 meter. Ketahanan balistik diukur dari keliling, tinggi dan volume crater yang terjadi akibat penetrasi peluru, besarnya deformasi yang terjadi pada peluru dan kedalaman peluru masuk ke dalam balok kayu yang diletakkan di belakang material target.



Gambar 3. Sketsa pengujian.



Gambar 4. Pelaksanaan pengujian ketahanan balistik.

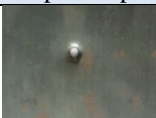
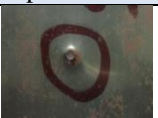






3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Ketahanan balistik lembaran baja terhadap variasi sudut tembak

No	Sudut Tembak (°)	Keterangan
1	90	Tembus
2	60	Tidak
3	45	Tidak

Tabel 1 memperlihatkan ketahanan balistik lembaran baja yang ditembakkan peluru dari berbagai sudut tembak pada jarak 2 meter dan kecepatan tembak diwakili dengan 10 kali kokang. Dari tabel tersebut terlihat bahwa peluru hanya mampu menembus pelat baja jika sudut tembaknya sebesar 90° atau dari arah normal.

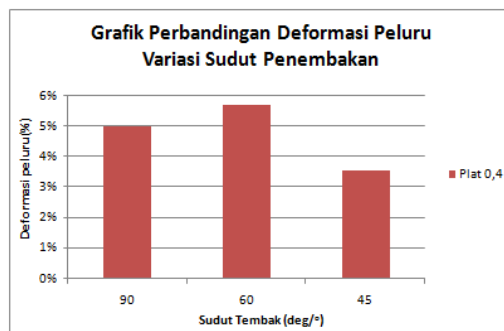
Tabel 2. Foto kerusakan yang terjadi pada material target dan peluru

Sudut Tembak (°)	Tampak Depan	Tampak Belakang	Peluru
90			
60			
45			

Dari Tabel 2 terlihat bahwa pelat yang ditembak pada sudut 90° mampu ditembus oleh peluru. Sementara itu pelat yang ditembak dari sudut 45° dan 60° mampu menahan penetrasi peluru namun tetap terjadi kerusakan pada pelat, dimana kerusakan material target lebih besar terjadi pada pelat yang ditembakkan pada sudut tembak 60° bila dibandingkan dengan sudut tembak 45°. Secara kuantitatif kerusakan tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Keliling *crater* (mm) : 12,56 (45°) dan 28 (60°)
- 2) Tinggi *crater* (mm) : 2,6 (45°) dan 3,4 (60°)
- 3) Volume *crater* (ml) : 0,1 (45°) dan 0,15 (60°)

Kerusakan yang terjadi pada peluru diamati dengan seberapa besar deformasi yang terjadi pada peluru setelah menumbuk material target. Besarnya deformasi yang terjadi pada peluru dapat dilihat pada Gambar 5. Dari gambar tersebut terlihat bahwa bila dibandingkan dengan sudut tembak 45°, maka besarnya deformasi peluru yang menembus pelat (sudut 90°) terlihat lebih besar. Namun bila dibandingkan dengan sudut tembak 60°, deformasi yang terjadi lebih kecil. Hal ini disebabkan karena ketika menembus pelat energi impact yang terjadi digunakan pula untuk menembus pelat.



Gambar 5. Deformasi yang terjadi pada peluru.

4. KESIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Ketahanan balistik pelat akan lebih baik peluru ditembakkan membentuk sudut kurang dari 90°.
- 2) Makin besar sudut tembak menyebabkan peningkatan kerusakan yang terjadi pada material target.
- 3) Deformasi yang terjadi pada peluru yang tidak mampu menembus pelat akan meningkat seiring meningkatnya sudut tembak, namun setelah peluru mampu menembus pelat maka deformasinya akan berkurang.

5. PUSTAKA

- [1] Rusnaldy, Haryanto, I., Nugraha, B.A., Zaedun, A., Widodo, A., Kiyono, B.F.T., (2013), “Studi awal ketahanan balistik pada lembaran baja”, Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesi.n XII, BKSTM-Universitas Lampung, Bandar Lampung
- [2] Dikshit, S.N., (1998), “Oblique impact study in thin steel armour plate”, Defence Science Journal, Vol. 48, No. 2, 185-195.
- [3] Gupta, N.K., Madhu, V., (1997), “An experimental study of normal and oblique impact of hard-core projectile on single and layered plates”, International Journal of Impact Engineering, Vol. 19, no. 5-6, 395-414.
- [4] Orphal, D.L., (1999), “Highly oblique impact and penetration of thin targets by steel spheres”, International Journal of Impact Engineering 23, 687-698.
- [5] Sadanandan, S., Hetherington, J.G., (1997), “Characterisation of ceramic/steel and ceramic/aluminium armours subjected to oblique impact”, International Journal of Impact Engineering, Vol. 19, no. 9-10, 811-819.

- [6] Borvik, T., Olovsson, L., Dey, S., Langseth, M., (2011), "Normal and oblique impact of small arms bullets on AA6082-T4 aluminium protective plates", *International Journal of Impact Engineering* 38, 577-589.
- [7] Chen, X.W., Fan., S.C, Li, Q.M., (2004), "Oblique and normal perforation of concrete targets by a rigid projectile" *International Journal of Impact Engineering* 30, 617-637.
- [8] Zhang, T.G., Stronge, W.J., (1998), "Rupture of thin ductile tubes by oblique impact of blunt missiles: experiments", *International Journal of Impact Engineering* Vol. 21, No. 7, 571-587.
- [9] Liden, E., Mousavi, S., Helte, A., Lundberg, B., (2012), "Deformation and fracture of long-rod projectile induced by an oblique moving plate: numerical simulation", *International Journal of Impact Engineering* 40-41, 35-45.
- [10] Roisman, I.V., Yarin, A.L., Rubin, M.B., (1997), "Oblique penetration of rigid projectile into an elastic-plastic target", *International Journal of Impact Engineering* Vol. 19, No. 9-10, 769-795.
- [11] Warren, T.L., Poormon, K.L., (2001), "Penetration of 6061-T6511 aluminium targets by ogive nosed VAR 4340 steel projectiles at oblique angles: experiment and simulations", *International Journal of Impact Engineering* 25, 993-1022.
- [12] Iqbal, M.A., Gupta, G., Gupta, N.K., (2010), "3D numerical simulations of ductile targets subjected to oblique impact by sharp nosed projectiles", *International Journal of Solids and Structures*, 47, 224-237.
- [13] Fawaz, Z., Zheng, W., Behdinin, K., (2004), "Numerical simulation of normal and oblique ballistic impact on ceramic composite armour", *Composite Structures* 63, 387-395.
- [14] Liu, Y., Ma, A., Huang, F., (2009), "Numerical simulation of oblique-angle penetration by deformable projectiles into concrete targets", *International Journal of Impact Engineering* 36, 438-446.
- [15] Liu, Y., Huang, F., Ma, A., (2011), "Numerical simulation of oblique penetration into reinforced concrete targetss", *Computers and Mathematics with Applications* 61, 2168-2171.