



Analisis Kualitas Peluru MU-5 TJ Pindad dari Pengaruh Suhu Dibawah 0 °C dengan Pengujian Fungsi dan Kadar Abu

(*The Analysis of The Quality of MU-5TJ Pindad Munition from The Effect of Temperature Below 0 °C by Function and Ash Content Test*)

Tata Santosa¹, Rahmat Aryo Bimo²

^{1,2} Teknik Aeronautika Pertahanan, Akademi Angkatan Udara
E-mail: tata@aau.ac.id, aryobimo10817@gmail.com

Abstract— *A munition is an object that has a certain shape and ballistic properties that can be filled with explosives and can be fired with weapons with the intention of to damage or destroy a certain target. The simplest munition consist of a projectile, a shell and an explosive which acts as a propellant. In a military operation, it is very possible for munitions to be exposed to cold temperatures even below 0°C, for example in high mountainous terrain. Therefore, it will be investigated the effect of cold temperature on the quality of the munition in terms of the function of the munition and the ash content of the propellant of the munition. The munition used in this project is the MU-5 TJ 5.56 mm caliber munition produced by PT. Pindad in 2015 at the Yogyakarta Air Force Academy. The MU-5 TJ munition will be analyzed the function of munition and ash content of the propellant of munition after cooling treatment at temperatures below 0°C by storing the munitions in the freezer with variations in cooling time of 3 and 5 days. The ash content test was carried out on the propellant of the munition by heating at a temperature of 700 °C for 1 hour. The function test was carried out by firing 10 munitions with SS1-VI weapons and then calculating the percentage of exploding munitions. Functional and ash content tests were also carried out on uncooled munitions and this was considered a 0 day cooling time for comparison. From the results of the analysis of the data obtained, it can be concluded that the cooling treatment at temperatures below 0 °C for 5 days on the MU-5 TJ munition affects the quality of the munition in terms of ash content and munition function. Ash content increased significantly from 0.596% (0 days cooling time) to 0.925% (5 days cooling time) and bullet function decreased from 100% (0 and 3 days cooling time) to 82% (5 days cooling time). The MU-5 TJ munition which received cooling treatment at temperatures below 0 °C for 5 days was not suitable for use according to PTU standards number 121 Repair I Year 2000 and T.O. 11A-1-10.*

Keywords— Munition, Propellant, quality, cooling, function testing, ash content

Abstrak— *Peluru merupakan suatu benda yang mempunyai bentuk dan sifat balistik tertentu yang diisi dengan bahan peledak dan dapat ditembakkan dengan senjata dengan maksud untuk merusak atau menghancurkan sebuah sasaran. Peluru paling sederhana terdiri dari proyektil, selongsong dan bahan peledak yang berfungsi sebagai pendorong (propellant). Dalam sebuah operasi militer, sangat dimungkinkan peluru mengalami paparan suhu yang dingin bahkan dibawah suhu 0 °C, misalnya di medan pegunungan yang tinggi. Oleh karena itu akan diteliti pengaruh suhu dingin terhadap kualitas peluru ditinjau dari fungsi peluru dan kadar abu propelannya. Peluru yang digunakan dalam penelitian ini adalah peluru MU-5 TJ kaliber 5,56 mm produksi PT. Pindad tahun 2015 yang ada Akademi Angkatan Udara Yogyakarta. Peluru MU-5 TJ ini akan dianalisis fungsi peluru dan kadar abu propelannya setelah dilakukan perlakuan pendinginan suhu dibawah 0 °C dengan cara menyimpan peluru tersebut kedalam frezeer dengan variasi waktu pendinginan 3 dan 5 hari.*

Pengujian kadar abu dilakukan dengan cara memanaskan propelan peluru pada suhu 700 °C selama 1 jam. Uji fungsi dilaksanakan dengan cara menembakkan 10 butir peluru dengan senjata SS1-VI kemudian dihitung prosentasi peluru yang meledak. Pengujian fungsi dan kadar abu juga dilakukan terhadap peluru yang tidak mendapat pendinginan dan ini dianggap sebagai pendinginan 0 hari sebagai perbandingan. Dari hasil analisa data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa perlakuan pendinginan suhu dibawah 0 °C selama 5 hari terhadap peluru MU-5 TJ berpengaruh terhadap kualitas peluru ditinjau dari kadar abu dan fungsi peluru. Kadar abu naik secara signifikan dari 0,596% (waktu pendinginan 0 hari) menjadi 0,925% (waktu pendinginan 5 hari) dan fungsi peluru turun dari 100% (waktu pendinginan 0 dan 3 hari) menjadi 82% (waktu pendinginan 5 hari). Peluru MU-5 TJ yang mendapat perlakuan pendinginan suhu dibawah 0 °C selama 5 hari tidak layak digunakan menurut standar PTU nomor 121 Perbaikan I Tahun 2000 dan T.O. 11A-1-10.

Kata Kunci— Peluru, Propelan, Kualitas, Pendinginan, Pengujian Fungsi, Kadar Abu

I. PENDAHULUAN

Peluru merupakan suatu benda yang mempunyai bentuk dan sifat balistik tertentu yang dapat diisi dengan bahan peledak atau mesiu dan dapat ditembakkan dengan senjata maupun dengan alat lain dengan maksud ditujukan kepada suatu sasaran tertentu guna merusak atau membinasakan. Peluru paling sederhana terdiri dari sebuah proyektil atau anak peluru atau bullet, selongsong atau kelongsong dan bahan peledak rendah yang berfungsi sebagai pendorong atau yang dikenal dengan *propellant*. Peluru sebagai alat pertahanan banyak digunakan oleh prajurit TNI dalam melaksanakan tugasnya yaitu menjaga kedaulatan Negara dari ancaman musuh yang dilaksanakan dalam bentuk Operasi Militer Perang (OMP) dan Operasi Militer Selain Perang (OMSP). Medan operasi yang harus dihadapi oleh TNI sangat beragam dengan kondisi lingkungan dari mulai yang biasa sampai ke kondisi ekstrim misalnya suhu udara yang sangat dingin sampai dibawah 0°C. Untuk itu peluru harus mempunyai ketahanan terhadap lingkungan yang baik agar masih berfungsi saat digunakan dalam kondisi cuaca panas maupun dingin. Dengan kata lain peluru harus mempunyai kualitas yang baik meskipun mendapat pengaruh dari lingkungan yang kurang baik.

Peluru dikatakan baik apabila mempunyai kualitas yang baik, dimana peluru tersebut mempunyai kinerja atau kondisi sesuai standar yang telah ditentukan. Kualitas peluru dapat diketahui dengan cara melakukan serangkaian pengujian. Dua hal yang dapat mewakili kualitas peluru adalah fungsi mampu meledak (ditembakkan) dan kadar abu maksimum. Peluru yang terpapar suhu dingin dalam jangka waktu tertentu ada kemungkinan kurang atau bahkan tidak sensitif terhadap rangsangan awal supaya peluru tersebut mampu meledak. Demikian juga ada kemungkinan adanya perubahan secara kimia terhadap isian pendorong (propelan) yang mengakibatkan kadar abu meningkat.

Penelitian ini mempelajari pengaruh suhu dingin (dibawah 0°C) terhadap peluru MU-5 TJ buatan PT Pindad lot tahun 2015 yang ada di gudang stok munisi AAU dengan variasi waktu terhadap fungsi peluru dan kadar abu propelan peluru tersebut. Peluru dengan jumlah tertentu disimpan pada suhu dingin dengan variasi waktu 1 hari sampai dengan 5 hari, kemudian dilakukan pengujian tembak untuk mengetahui fungsi peluru dengan menghitung prosentase peluru yang tidak meledak. Disamping itu dilakukan pengujian kadar abu dengan cara menimbang berat abu dari propelan yang dipanaskan pada suhu 700 °C selama 1 jam.

II. LANDASAN TEORI

Pada bagian ini akan dijelaskan teori tentang peluru, kualitas peluru, standar kelaikan peluru dan penelitian sejenis yang dilakukan sebelumnya.

A. Peluru

Peluru (amunisi) adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan alat yang digunakan dalam perang, terdiri dari bagian proyektil (anak peluru), selongsong dan isian pendorong (propelan).

Proyektil pada peluru kaliber kecil umumnya berupa logam padat misalnya timah yang dibungkus baja diperkeras. Sedangkan selongsong umumnya terbuat dari bahan kuningan atau baja. Isian pendorong (propelan) pada peluru biasanya berupa propelan *single base* dengan bahan kimianya adalah nitroselulosa atau propelan *double base* dengan bahan kimianya campuran antara nitroselulose dan nitrogliserin. Pada bagian ujung selongsong, terdapat komponen yang berisi bahan kimia yang sangat peka yang berfungsi mengawali ledakan peluru apabila dipukul atau dialiri listrik. Komponen tersebut adalah primer. Bahan kimia yang digunakan dalam primer umumnya adalah Hg-fulminate dan Pb-azide [1]. Peluru dibedakan berdasarkan kaliber menjadi peluru kaliber kecil dan peluru kaliber besar. Sedangkan kaliber sendiri adalah ukuran yang menyatakan diameter proyektil pada bagian yang terbesar. Di TNI Angkatan Udara menggolongkan peluru dengan kaliber 12,7 mm ke bawah sebagai peluru kaliber kecil [2].

B. Kualitas Peluru

Kualitas adalah sebuah parameter yang menunjukkan bahwa barang atau produk itu telah memenuhi standar yang telah ditentukan oleh pengguna. Sedangkan kualitas amunisi atau peluru berarti suatu standar yang telah ditentukan yang harus ada pada amunisi tersebut. Menurut Peraturan Teknik Udara (PTU) nomor 121 perbaikan I tahun 2000 bahwa kualitas peluru dapat ditentukan melalui hal-hal berikut ini antara lain kandungan Nitrocellulosa (NC) dan Nitrogliserin (NG), deflagrasi, kelembaban atau kadar air, kadar abu, kepekaan primer, kualitas/usia propelan, dan sebagainya [3]. Berdasarkan referensi lain, kualitas suatu bahan peledak dapat ditentukan dari kandungan energi setiap gramnya [1]. Kualitas peluru juga dapat ditentukan dari hasil pengujian fungsi yaitu ditembakkan dengan senjata sesuai kaliber peluru kemudian dihitung prosentase peluru yang meledak. Menurut PTU nomor 260 tahun 2009 disebutkan bahwa kualitas peluru dapat ditentukan dengan pengujian balistik untuk mengetahui kecepatan, ketepatan (akurasi), tekanan gas, kepad air, ketahanan (*resistance*) dan sebagainya [2].

C. Standar Kelaikan Peluru

Menurut PTU nomor 121 Perbaikan I Tahun 2000 tentang Penggunaan Standar Spesifikasi Amunisi Pada Laboratorium Kimia di Depohar 60 disebutkan bahwa peluru yang masih baik dan layak digunakan adalah peluru yang kadar abunya tidak melebihi 0,9% [2]. Sedangkan menurut PTU nomor 260 tahun 2009 tentang Pengujian Balistik Munisi disebutkan bahwa uji kepad air peluru harus berfungsi 100% untuk dikatakan sebagai peluru yang baik dan layak digunakan [3]. Menurut T.O. 11A-1-10 tentang *Technical Manual : Air Force Munitions Surveillance Program and Serviceability Procedures*, disebutkan bahwa peluru tidak dapat diterima apabila terdapat cacat besar sebanyak 3 butir dari 8-13 butir yang diuji [4]. Ini berarti peluru dapat diterima bila terdapat cacat besar sebanyak 2 dari 8-13 butir dan bila diprosentasekan menjadi $2 / 13 \times 100\% = 15\%$. Fungsi peluru yang diartikan sebagai kemampuan peluru bisa meledak, maka peluru yang tidak berfungsi dapat digolongkan kepada cacat besar. Dengan demikian standar peluru dikatakan baik apabila dapat berfungsi minimal sebesar 85%.

D. Penelitian Sejenis Sebelumnya

Penelitian tentang kualitas peluru pernah dilakukan oleh Endy Mada pada tahun 2020. Penelitian yang berjudul "Analisis Kualitas Amunisi MU-5TJ Kal. 5,56 mm Terhadap Pengaruh Suhu Rendah melalui Uji Kadar Air dan Uji Tembak" oleh Endy Mada tersebut menghasilkan kesimpulan bahwa semakin rendah suhu penyimpanan dan semakin lama waktu penyimpanan maka daya ledak amunisi akan semakin berkurang dan kadar air semakin bertambah sehingga hal tersebut dapat menurunkan kualitas amunisi [5].

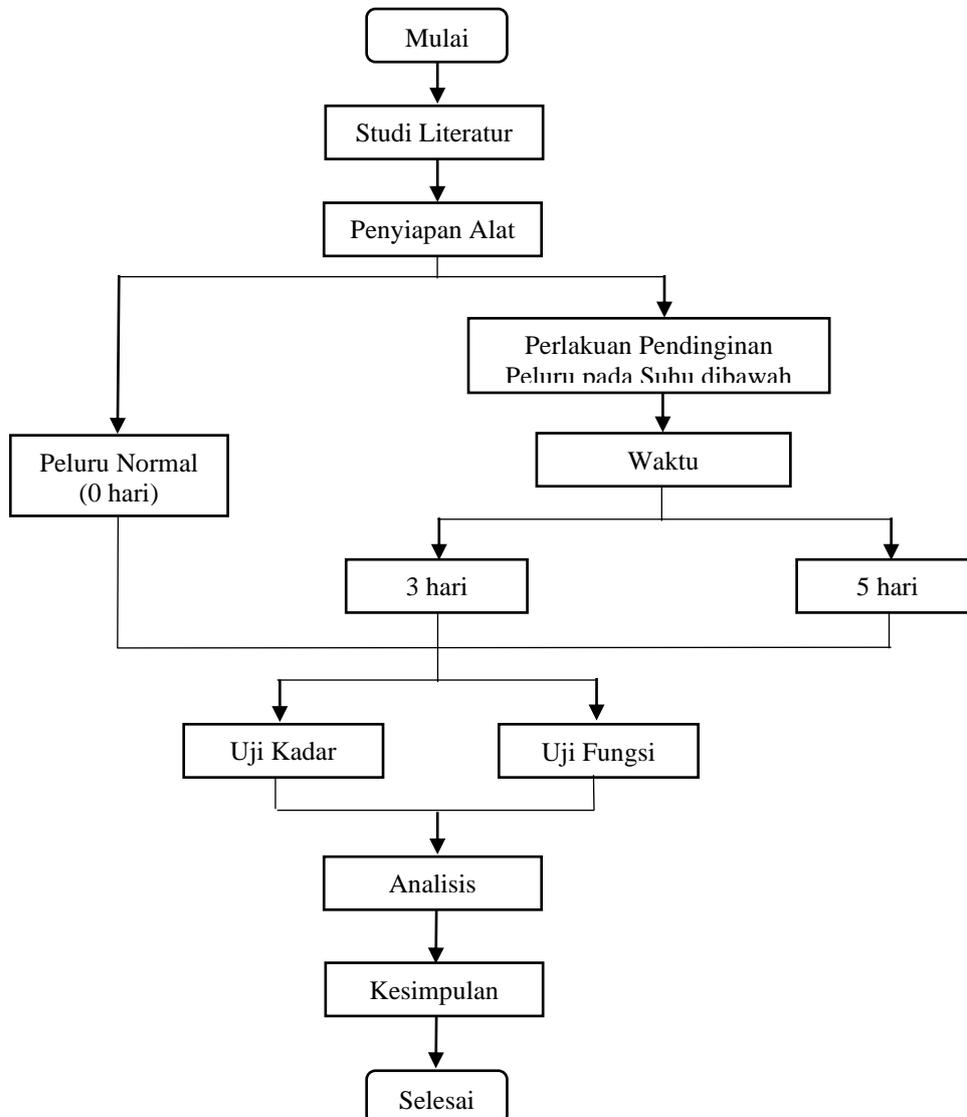
III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Umum

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kualitas peluru MU-5 TJ Pindad Lot No. 266/15 Tahun 2015 dari pengaruh paparan suhu dibawah 0°C selama waktu tertentu yang divariasikan terhadap fungsi peluru dan kadar abu propelan. Paparan suhu dilaksanakan dengan cara menyimpan peluru pada *freezer* selama waktu yang telah ditentukan pada kondisi pengaturan paling dingin kemudian suhu diukur dengan menggunakan alat thermometer digital yang dapat dibaca dari luar *freezer*. Pengujian fungsi peluru dilaksanakan dengan cara menembakkan 10 butir peluru dengan senjata SS-1 V-1 Pindad kaliber 5,56 mm kemudian dihitung prosentase peluru yang meledak. Sedangkan pengujian kadar abu dilakukan terhadap propelan peluru dengan cara dipanaskan sampai suhu 700°C selama 1 waktu jam kemudian ditimbang sisa propelan yang telah menjadi abu. Pengujian semuanya dilaksanakan di Laboratorium Senjata Depaero AAU.

B. Diagram Alir Penelitian

Proses penelitian yang dilakukan melalui tahapan dan digambarkan dalam diagram alir penelitian seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

C. Bahan, Alat dan Proses

Penelitian ini menggunakan bahan berupa peluru MU-5 TJ Pindad Lot Tahun 2015 yang ada di Akademi Angkatan Udara (AAU) sebanyak 100 butir peluru. Alat yang digunakan adalah senjata SS-1 V1 kaliber 5,56 mm yang ada di AAU 1 pucuk yang digunakan untuk uji fungsi, furnace digunakan untuk memanaskan propelan dalam uji kadar abu, dan freezer yang digunakan untuk perlakuan pendinginan. Gambar dokumentasi terlihat pada Gambar 2 sampai dengan Gambar 6.



Gambar 2. Peluru MU-5 TJ saat proses pendinginan pada freezer



Gambar 3. Proses pengujian kadar abu



Gambar 4. Proses pendinginan peluru pada freezer dengan suhu dibawah 0°C



Gambar 5. Peluru dikeluarkan dari *freezer* dan akan ditembakkan dengan senjata SS-1 V1



Gambar 6. Proses Uji fungsi pada peluru dengan ditembakkan pada senjata SS1-V1

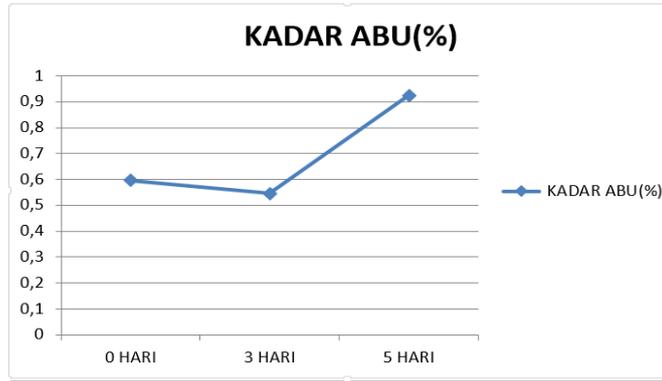
IV. HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Kadar Abu

Pengujian kadar abu propelan dilakukan terhadap peluru MU-5TJ Lot 2015 pada kondisi normal atau tidak mengalami proses pendinginan (disebut waktu pendinginan 0 hari), pada kondisi pendinginan suhu dibawah 0 °C selama 3 hari dan 5 hari. Hasil pengujian kadar abu terlihat pada Tabel 1 dan Gambar 7

Tabel 1. Hasil pengujian kadar abu

Perlakuan pendinginan suhu dibawah 0 °C	Kadar Abu (%)
0 HARI	0,596
3 HARI	0,545
5 HARI	0,925



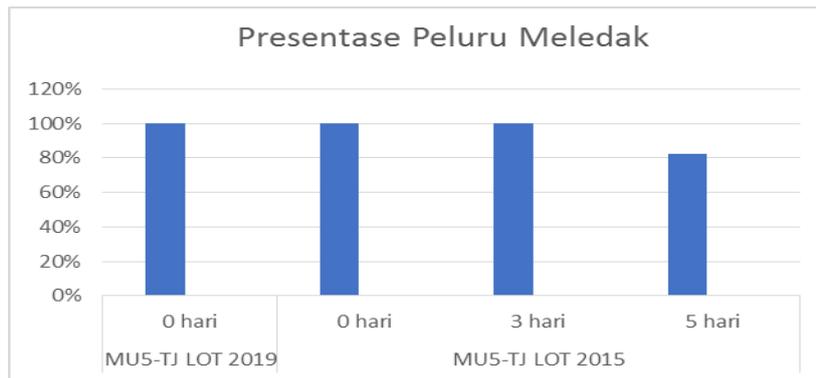
Gambar 7. Grafik kadar abu propelan peluru yang mendapat perlakuan pendinginan

B. Pengujian Fungsi Peluru

Uji fungsi peluru dilakukan terhadap peluru MU-5 TJ Lot 2015 dalam kondisi normal atau belum mendapat perlakuan pendinginan (0 hari), pendinginan waktu 3 hari dan pendinginan waktu 5 hari. Sebagai perbandingan dilakukan juga uji fungsi terhadap peluru MU-5 TJ Lot 2019. Hasil pengujian fungsi peluru MU 5 TJ terlihat pada Tabel 2 dan Gambar 8.

Tabel 2. Data hasil pengamatan Uji Fungsi

No	Spesimen	Presentase peluru yang meledak
1	MU5-TJ LOT Tahun 2019	100%
2	MU5-TJ LOT Tahun 2015 variasi waktu 0 hari	100%
3	MU5-TJ LOT Tahun 2015 variasi waktu 3 hari	100%
4	MU5-TJ LOT Tahun 2015 variasi waktu 5 hari	82%



Gambar 8. Grafik presentase peluru yang meledak pada uji fungsi

C. Pembahasan

Dari Tabel 1 dan Gambar 7 diatas, terlihat bahwa Kadar abu propelan waktu 0 hari dan 3 hari masih relatif sama yaitu 0,596% dan 0,545%, namun untuk waktu pendinginan 5 hari naik secara signifikan menjadi 0,925%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu

pendinginan maka semakin tinggi kadar abunya. Kenaikan kadar abu ini kemungkinan disebabkan adanya perubahan kimia dari propelan akibat paparan suhu dingin dalam jangka waktu yang lama. Hasil pengujian kadar abu bila dibandingkan dengan standart kadar abu yang diijinkan yaitu maksimal sebesar 0,90%, maka peluru MU-5 TJ yang mendapat perlakuan pendinginan selama 5 hari tidak layak digunakan.

Dari Tabel 2 dan Gambar 8 diatas, terlihat bahwa peluru masih berfungsi meledak 100% sampai dengan waktu pendinginan 3 hari, namun untuk waktu pendinginan 5 hari turun cukup signifikan yaitu menjadi 82%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu pendinginan maka semakin turun fungsi peluru tersebut. Penurunan fungsi peluru MU-5 TJ ini kemungkinan disebabkan karena pada bagian primer peluru mendapat tekanan suhu dari luar sehingga pada saat ditembakkan mengalami kemacetan / tidak bisa ditembakkan. Hasil pengujian fungsi peluru bila dibandingkan dengan standar yaitu minimal sebesar 90%, maka peluru MU-5 TJ yang mendapat perlakuan pendinginan selama 5 hari tidak layak digunakan.

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisa data yang diperoleh, dapat diambil kesimpulan bahwa perlakuan pendinginan suhu dibawah 0 °C selama 5 hari terhadap peluru MU-5 TJ berpengaruh terhadap kualitas peluru ditinjau dari kadar abu dan fungsi peluru. Namun untuk paparan suhu dibawah 0 °C selama kurang dari 5 hari tidak berpengaruh terhadap kualitas peluru MU-5 TJ. Kadar abu naik secara signifikan dari 0,596% (pendinginan 0 hari) menjadi 0,925% (pendinginan 5 hari). Fungsi peluru turun dari 100% (pendinginan 0 dan 3 hari) menjadi 82% (pendinginan 5 hari). Selain itu dapat disimpulkan juga bahwa Peluru MU-5 TJ yang mendapat perlakuan pendinginan suhu dibawah 0 °C selama 5 hari tidak layak digunakan berdasarkan standar PTU nomor 121 Perbaikan I Tahun 2000 dan T.O. 11A-1-10. Pada pendinginan selama 5 hari diperoleh kadar abu sebesar 0,925% sedangkan standar kelaikannya adalah 0,90%, dan fungsi peluru sebesar 82% sedangkan standar kelaikannya adalah 90%.

Penelitian ini masih jauh dari sempurna sehingga diperlukan penyempurnaan maupun pengembangan. Oleh karena itu dapat disaran hal-hal berikut guna menyempurnakan dan mengembangkan penelitian berkaitan dengan kualitas peluru ini. Yang pertama variasi waktu pendinginan ditambah lagi misalnya sampai dengan 10 hari guna memperjelas kecenderungan perubahan kualitas peluru. Yang kedua perlu dilakukan analisis kualitas peluru yang lainnya misalnya kandungan energi, tekanan gas, kecepatan peluru, dan sebagainya. Yang ketiga pengaruh variasi suhu pendinginan untuk waktu pendinginan yang tetap terhadap kualitas peluru. Dan yang keempat adalah dikembangkan penelitian kualitas terhadap jenis peluru dan kaliber yang berbeda.

REFERENSI

- [1] White, T. E and Robinson, P, 1988, *Modern Commercial Explosives & Accessories*, "Explosives Engineering Handbook", Institute of Explosives Engineers.
- [2] TNI AU, 2009, Peraturan Teknik Udara (PTU) Nomor 260, Pengujian Balistik Munisi.
- [3] TNI AU, 2000, Peraturan Teknik Udara (PTU) Nomor 121 Perubahan I, Prosedur Pengujian Dan Standar Spesifikasi Amunisi Pada Laboratorium Kimia Di Depohar 60.
- [4] TO 11A-1-10 Change 5, 2012, *Technical Manual : Air Force Munitions Surveillance Program and Serviceability Procedures*.
- [5] Mada, Endy. (2020). "Analisis Kualitas Amunisi MU-5TJ Kal. 5,56 mm Terhadap Pengaruh Suhu Rendah melalui Uji Kadar Air dan Uji Tembak". Yogyakarta. Teknik Aeronautika Pertahanan Akademi Angkatan Udara.