



Perancangan Alat Pengukur Stabilitas Tangan Guna Latihan Menembak di Akademi Angkatan Udara

(Design of Hand Stability Measuring Device for Shooting Training at the Air Force Academy)

Muhammad Syafiqi Ramananda¹, Bambang Gastomo²

¹ Prodi Teknik Elektronika Pertahanan, Akademi Angkatan Udara, Yogyakarta, Indonesia

² Dosen Golongan IV, Akademi Angkatan Udara, Yogyakarta, Indonesia
msyafiqirama@gmail.com, bgastomo123@aau.ac.id

Abstract— *The purpose of this study was to design a shooting hand vibration measuring device using a MPU6050 accelerometer sensor based on the Arduino Uno microcontroller. As soon as there is a vibration on the hand, the MPU6050 accelerometer sensor will measure the vibration and send the data to the Arduino Uno microcontroller to be displayed on the Liquid Crystal Display (LCD) screen and sound the buzzer component if the detected vibration has exceeded the limit of 0.3 G on each axis. It is hoped that the creation of this tool can be a solution to the problem, namely the need to display data on the vibration of the shooting hand to help the shooting training process at the Air Force Academy (AAU).*

Keywords— **Hand Stability, Arduino Uno, Accelerometer, Buzzer, LCD**

Abstrak— *Tujuan penelitian ini adalah membuat rancang bangun alat pengukur getaran tangan petembak menggunakan sensor accelerometer MPU6050 berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Begitu terjadi getaran pada tangan maka sensor accelerometer MPU6050 akan mengukur getaran tersebut dan mengirim datanya ke mikrokontroler Arduino Uno untuk kemudian ditampilkan di layar Liquid Crystal Display (LCD) dan membunyikan komponen buzzer apabila getaran yang terdeteksi telah melebihi batas yaitu sebesar 0,3 G di setiap sumbu. Diharapkan dengan dibuatnya alat ini dapat menjadi solusi dari permasalahan yaitu perlu ditampilkannya data getaran tangan petembak untuk membantu proses latihan menembak di Akademi Angkatan Udara (AAU).*

Kata Kunci— **Stabilitas Tangan, Arduino Uno, Accelerometer, Buzzer, LCD**

I. PENDAHULUAN

Menembak pistol merupakan salah satu kemampuan dasar yang harus dimiliki setiap prajurit Tentara Nasional Indonesia (TNI), tidak terkecuali para Taruna Akademi Angkatan Udara (AAU) yang merupakan calon Perwira TNI di masa yang akan datang. Kemampuan ini dapat dikuasai dengan frekuensi latihan serta dukungan sarana dan prasarana yang memadai agar dapat menghasilkan tembakan yang akurat. Untuk menghasilkan tembakan yang akurat itu dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satu faktor yang sangat menentukan yaitu kestabilan tangan petembak saat sedang membidik sasaran.

Tangan yang stabil saat membidik sasaran adalah syarat mutlak untuk mendapatkan hasil tembakan yang akurat. Untuk melatihnya, para Taruna yang tergabung dalam kelompok pelatihan menembak pistol di AAU melaksanakan latihan hingga 3 kali dalam seminggu, dimana setiap Taruna dapat menembakkan hingga 90 butir amunisi tajam dalam setiap latihan. Dengan amunisi sebanyak itu, kerap terjadi kelelahan pada tangan petembak saat sedang

membidik sasaran yang akan akan menyebabkan terjadinya tangan petembak gemetar. Karena tangan yang gemetar saat membidik itu tembakan kerap meleset dari sasaran, sehingga peluru tersebut terbuang percuma.

Guna meningkatkan efisiensi penggunaan peluru dalam penembakan agar tidak terjadi pemborosan peluru dari tembakan yang dipaksakan tersebut, perlu dibuat suatu alat yang dapat mengukur stabilitas tangan agar dapat dijadikan indikator dalam pengambilan keputusan bagi petembak untuk istirahat sejenak sebelum kembali melanjutkan tembakan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, akan dibuat sebuah alat yang dapat mengukur getaran tangan petembak saat sedang membidik sasaran menggunakan pistol berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang dilengkapi sensor getaran. Dibuatnya alat ini diharapkan mampu mengukur dan menampilkan besar getaran pada tangan petembak.

II. LANDASAN TEORI

Penelitian ini dijelaskan tentang dasar teori yang mendukung perancangan alat pengukur stabilitas tangan berbasis Arduino Uno dengan accelerometer MPU6050 sebagai alat bantu petembak pistol di lapangan tembak Astra Krida AAU. Dasar teori meliputi pengertian dari stabilitas tangan, accelerometer MPU6050, Arduino Uno, Catu Daya, LCD, dan buzzer.

A. Stabilitas Tangan

Stabilitas berasal dari kata dasar stabil berarti mantap, tidak goyah atau tetap. Stabilitas tangan adalah kemampuan tangan untuk menahan atau meredam gerakan baik berupa getaran atau *tremor* yang terjadi[1]. *Tremor* adalah gerakan ritmis dan *involunter* yang terjadi akibat kontraksi bolak-balik atau tidak teratur dari otot-otot yang berlawanan dengan frekuensi dan amplitudo tetap untuk jangka waktu yang lama. *Tremor* adalah gangguan gerakan yang paling umum terjadi. Insiden dan intensitas kejadiannya meningkat sejalan dengan penambahan usia seseorang[2].

Ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi stabilitas tangan, salah satunya yang paling berpengaruh yaitu *tremor* tangan, yang dapat disebabkan oleh : kelelahan otot, cemas, panic, usia lanjut, efek samping obat-obatan, riwayat tremor keluarga, riwayat penyakit seperti Parkinson, konsumsi alkohol dll.

Secara umum, tremor dibagi atas *tremor* normal dan *tremor* abnormal. *Tremor* normal terjadi saat otot berkontraksi dan getarannya tidak dapat dilihat dengan mata, frekuensinya berkisar antara 0,8-1,3 Hz. *Tremor* normal disebabkan oleh kelelahan, stress, emosi, rasa panas dan lainnya. Sementara itu, *tremor* abnormal adalah *tremor* yang biasa terjadi pada jari-jari tangan ataupun lengan yang disebabkan karena membawa beban[2].

TABEL I
KLASIFIKASI TREMOR [3]

Jenis <i>tremor</i>	Frekuensi	Kejadian	Contoh
<i>Tremor</i> istirahat	Rendah (3-6 Hz)	Ketika otot sedang tidak beraktifitas	Penyakit <i>Parkinson</i> , <i>alcoholic withdrawal</i>
<i>Tremor</i> postural	Sedang (4-12 Hz)	Mempertahankan posisi melawan gravitasi	Saat tangan bergantung di tiang
<i>Tremor</i> kinetik	Sedang (3-10 Hz)	Melakukan suatu gerakan dengan sengaja	Ketika memutar pergelangan tangan
<i>Task-spesific tremor</i>	Sedang (4-10 Hz)	Terjadi pada aksi tertentu	Menulis, bermain musik
<i>Tremor Isometrik</i>	Sedang (4-10 Hz)	Kontraksi otot melawan tahanan konstan	Memegang benda pada satu tangan

Berkaitan dengan penelitian dan perancangan alat ini, penulis berfokus pada *tremor* isometrik (dalam tabel terlihat diblok berwarna biru), yang mana merupakan *tremor* yang kerap terjadi

akibat tangan kelelahan karena menahan beban pada sebelah tangan, dalam kaitannya dengan alat ini yaitu dapat mengganggu stabilitas tangan petembak pistol.

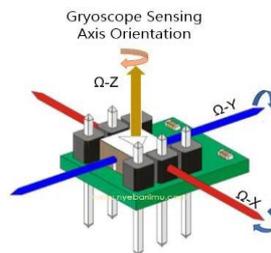
B. Accelerometer

Accelerometer adalah suatu alat atau komponen rangkaian elektronika yang dapat mengukur gaya percepatan suatu objek atau struktur dalam satuan gravitasi bumi. Untuk sensor akselerometer yang penulis gunakan dalam perancangan alat ini yaitu *accelerometer sensor MPU6050*. Sensor akselerometer ini menggunakan semikonduktor dan komponen piezoelektrik, yang mana dapat mengukur percepatan maupun getaran suatu struktur atau objek[4].



Gambar 1. Accelerometer MPU6050 dan Skema komponen accelerometer MPU6050[5]

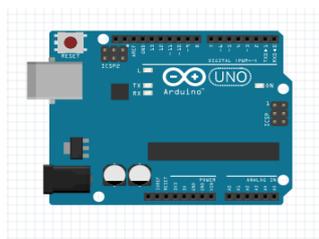
Akselerometer sendiri dapat mengukur dua macam percepatan, percepatan statis yaitu pengukuran percepatan terhadap benda diam, lalu percepatan dinamis yaitu pengukuran percepatan terhadap benda bergerak. Prinsip kerja dari akselerometer adalah melepaskan beban yang akan bergerak dengan suatu percepatan sampai kondisi tertentu hingga berhenti, apabila terjadi guncangan maka beban akan berayun kembali. Berikut ini adalah spesifikasi sensor MPU6050 dan cara kerja akselerometer[6]



Gambar 2. Orientasi Sumbu accelerometer MPU6050[6]

C. Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler yang berbasis IC ATmega 328P. Board Arduino memiliki 14 I/O digital, 6 diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 *input* analog, kristal 16 MHz, koneksi USB, konektor *power*, header ICSP dan tombol reset. Kata "Uno", yang berarti "satu" dalam bahasa Italia, dipilih dari tanda rilis Arduino *Software (IDE)* 1.0. Papan Uno dan perangkat lunak Arduino (*IDE*) versi 1.0 adalah versi referensi Arduino yang saat ini berkembang ke versi terbaru (Rev3 atau 3.0). Arduino sendiri dapat melakukan 3 jenis komunikasi yaitu format SPI, UART, dan I2C. Berikut adalah gambar dan bentuk dan spesifikasi dari *board* Arduino Uo R3 serta cara kerjanya[7].

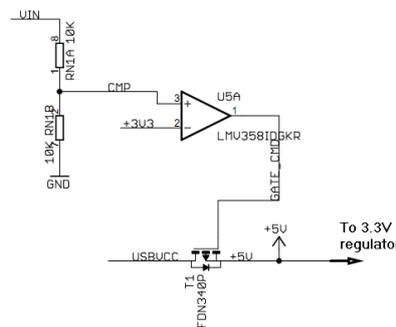


Gambar 3. Bentuk board Arduino Uno R3[8]

D. Catu Daya

Terdapat berbagai cara untuk mengalirkan tegangan ke papan (*board*) Arduino R3, diantaranya yaitu dengan melalui port USB yang terhubung dengan PC, lalu dengan port *jack* 2,1 mm yang dihubungkan dengan sumber tegangan PLN, lalu yang terakhir yaitu dihubungkan langsung ke pin Vin untuk sumber tegangan yang berasal dari baterai. Namun, dalam perancangan alat kali ini penulis hanya akan membahas mengenai catu daya yang dipakai yaitu (*power supply*) yang berasal dari PC dan dihubungkan dengan kabel USB.

Tegangan yang berasal dari hubungan USB dengan PC akan masuk ke P-Mosfet T1 yang kemudian berfungsi sebagai saklar, lalu masuk ke jalur +5V. Mosfet dikontrol oleh op-amp LMV358 yang bertindak sebagai pembanding (komparator). Tegangan *input* op-amp dihubungkan ke saluran 3,3V dan *input* positif diambil dari rangkaian pembagi tegangan, yang besarnya setengah dari tegangan pada jalur VIN. Saat tegangan VIN lebih besar dari 6,6V, maka *input* positif op-amp akan menjadi lebih besar dari *input* negatif, kemudian op-amp akan menonaktifkan mosfet yaitu P-Mosfet T1. Lalu pada saat tegangan VIN lebih kecil dari 6,6V maka *input* positif op-amp akan menjadi lebih rendah daripada *input* negatif dan op-amp akan mengaktifkan mosfet[9].



Gambar 4. Skema rangkaian *power supply* USB Arduino Uno R3[9]

E. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD adalah salah satu jenis media tampilan (*display*) yang memanfaatkan kristal cair untuk menghasilkan gambar yang terlihat pada tampilan. Layar LCD pada dasarnya terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian backlight (lampu latar belakang) dan bagian liquid crystal (kristal cair). LCD tidak memancarkan pencahayaan apapun, LCD hanya memantulkan dan mentransmisikan cahaya yang melewatinya. Oleh karena itu, LCD memerlukan backlight atau Cahaya latar belakang untuk sumber pencahayaannya. Cahaya backlight tersebut pada umumnya berwarna putih. Sedangkan kristal cair itu sendiri adalah cairan organik yang terletak diantara dua pelat kaca dengan permukaan konduktif transparan[10].

Dalam perancangan alat ini, penulis menggunakan layar LCD ukuran 16 x 2 I2C, artinya dapat menampilkan 16 karakter dalam 2 baris. Adapun lapisan-lapisan LCD meliputi lapisan terpolarisasi 1, Elektroda positif, lapisan kristal cair, elektroda negative, lapisan terpolarisasi 2, *backlight* atau cermin[11].

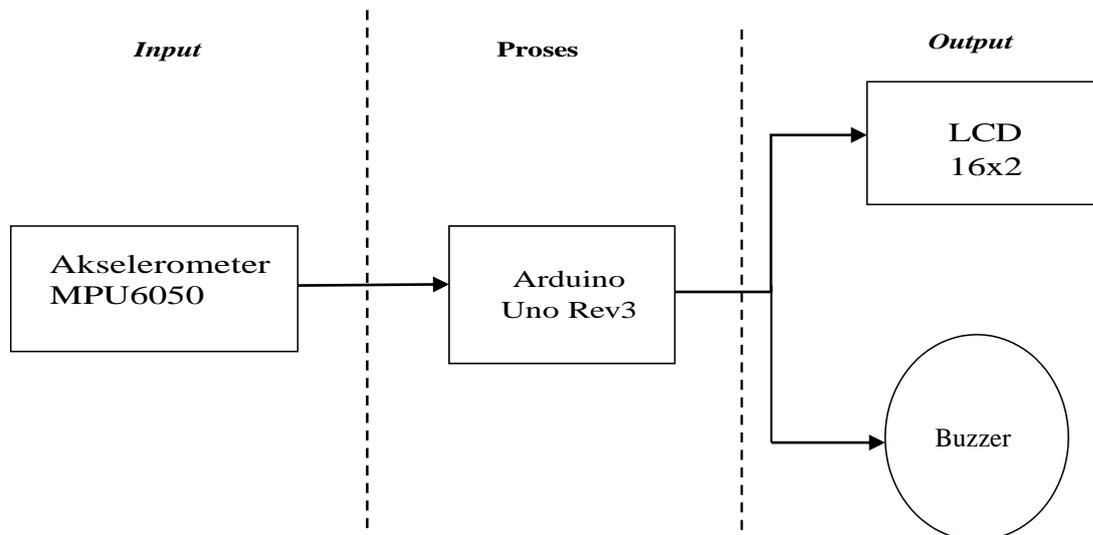
F. Buzzer

Buzzer elektronik adalah komponen rangkaian elektronika yang dapat menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi. Buzzer elektronik akan menghasilkan getaran yang dapat didengar oleh manusia, yang terdengar ketika tingkat tegangan tertentu diterapkan, tergantung pada spesifikasi bentuk dan ukuran dari buzzer elektronik itu sendiri. Pada umumnya buzzer elektronik ini sering digunakan sebagai jam pengingat (*alarm*) karena sangat mudah digunakan. Saat buzzer diberikan tegangan *input*, maka bel elektronik akan menghasilkan getaran suara dalam bentuk gelombang bunyi yang dapat didengar telinga manusia[12].

III. METODE/MODEL YANG DIUSULKAN

A. Blok Diagram Sistem

Dalam blok diagram sistem ini menggambarkan secara umum tentang proses kerja rancangan alat yang dibuat, mulai dari pendeteksian dan pengukuran *tremor* tangan yang menjadi *input* sistem hingga menampilkan besar frekuensi getaran yang terjadi pada layar *LCD* dan bunyi dari *buzzer* yang menjadi *output* dari sistem.

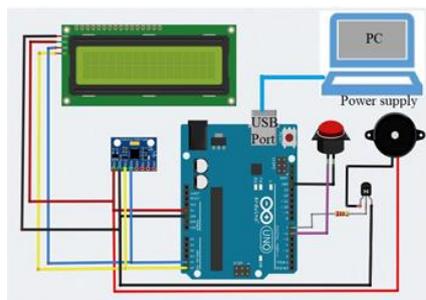


Gambar 5. Blok Diagram Sistem

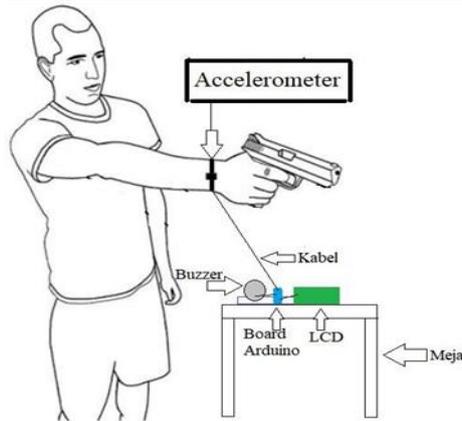
B. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

1. Perancangan Alat

Dalam menggambar rancangan alat ini penulis menggunakan *software fritzing*. Berikut di bawah ini adalah gambar rancangan rangkaian alat dan gambar skematik rancangan alat yang dibuat.



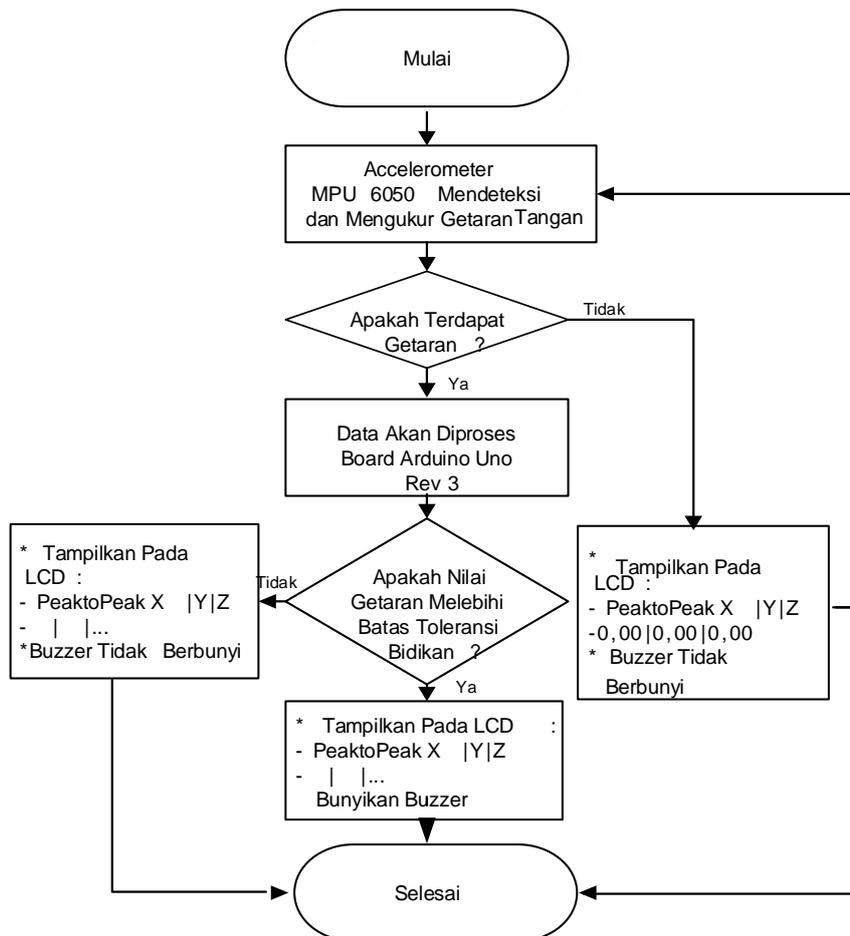
Gambar 6. Gambar rancangan alat



Gambar 7. Rencana penempatan rancangan alat

2. Perancangan Perangkat Lunak (flowchart)

Penulisan *flowchart* atau alur diagram harus sesuai rancangan alat yang dibuat seperti pada gambar 8 berikut:



Gambar 8. Flow Chart Sistem Kerja Alat

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dan Analisis yang akan dilaksanakan antara lain yaitu pengujian dan analisis sensor MPU6050, pengujian dan analisis layar *LCD 16x2 I2C*, pemrograman pengolahan data Arduino, pengujian kerja tombol kalibrasi, pengujian dan analisis *buzzer* elektrik, serta pengujian dan analisis kerja alat secara keseluruhan.

Pengujian Sensor MPU6050. Sensor *accelerometer* MPU6050 dalam perancangan alat ini berfungsi sebagai komponen yang dapat mengukur getaran tangan petembak. Sensor ini sendiri akan diletakkan di pergelangan tangan petembak dengan gelang yang telah disiapkan untuk dikenakan. Untuk pengujian awal sensor MPU6050 dilaksanakan dengan menembak 10 butir peluru tajam dengan pistol Glock 19 pada jarak kurang lebih 30 meter, pengujian ini dilaksanakan untuk mendapatkan data pengaruh getaran tangan terhadap hasil tembakan, kemudian dari data getaran tangan hasil pengukuran sensor ini akan digunakan sebagai penentuan batas toleransi getaran tangan.

Tabel Hasil Pengujian Sensor MPU6050. Pada pengujian ini dilaksanakan dengan penembakan 10 butir amunisi tajam menggunakan pistol Glock 19 dengan bobot kosong tanpa magazen seberat 600 gram. Diproyeksikan 5 butir pertama adalah tembakan dalam kondisi tangan yang stabil, diasumsikan tangan tidak lelah sehingga getaran tangan cenderung kecil atau stabil. Sedangkan untuk 5 butir terakhir adalah tembakan dalam kondisi tangan yang gemetar, diasumsikan tangan sudah lelah sehingga getaran tangan lumayan besar atau tidak stabil.

TABEL II

Data Getaran Tangan Hasil Pengujian dengan Sensor MPU6050

Tembakan ke-	Getaran Tangan Sesaat Sebelum Letusan (G)			Keterangan
	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z	
1	0,27	0,15	0,2	Tangan stabil
2	0,19	0,1	0,09	Tangan stabil
3	0,18	0,03	0,04	Tangan stabil
4	0,18	0,04	0,2	Tangan stabil
5	0,29	0,06	0,18	Tangan stabil
6	0,34	0,24	0,39	Tangan tidak stabil
7	0,33	0,29	0,27	Tangan tidak stabil
8	0,37	0,3	0,41	Tangan tidak stabil
9	0,35	0,44	0,35	Tangan tidak stabil
10	0,33	0,45	0,24	Tangan tidak stabil

Pengujian Tampilan Layar *LCD 16x2 I2C*. Dalam perancangan alat ini, komponen *LCD* berperan sebagai media output yang akan menampilkan besar getaran tangan yang diukur oleh sensor *accelerometer*. *LCD 16x2 I2C* dihubungkan dengan *Port B* dari *board* Arduino sehingga dapat menerima informasi langsung dari mikrokontroler.

Pemrograman Kerja Komponen *Buzzer*. Dalam perancangan alat ini, *buzzer* berfungsi sebagai komponen yang dapat mengeluarkan bunyi. Komponen ini berperan sebagai pengingat bagi petembak apabila getaran tangan melebihi batas toleransi yang telah ditentukan, maka alat ini akan berbunyi.

Program Pengolahan Data Arduino. *Board* Arduino Uno dalam perancangan alat ini berperan sebagai mikrokontroler tempat pusat pengolahan data *input* yang dikirimkan oleh sensor MPU6050 untuk kemudian dikonversi ke dalam satuan *Gravity* (G), kemudian data yang telah diolah tersebut akan diteruskan ke *LCD* sebagai media tampilan. *Board* Arduino Uno merupakan pusat pengendalian sistem kerja alat ini.

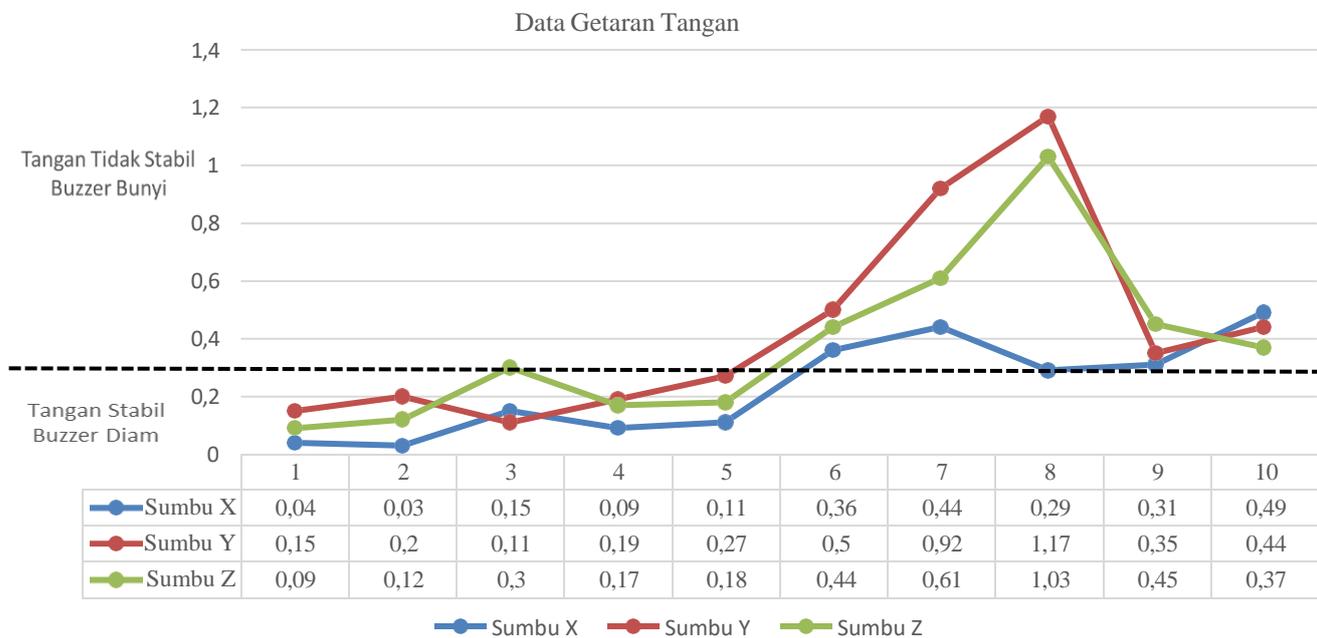
Pengujian Kerja Tombol Kalibrasi. Tombol berwarna biru yang terdapat dalam rangkaian alat ini difungsikan sebagai komponen untuk mengkalibrasi ulang pengukuran yang dilakukan oleh sensor MPU6050. Setelah sensor MPU6050 melaksanakan pengukuran getaran tangan dalam waktu tertentu, hasil pengukuran dapat dikalibrasi ulang, dengan kata lain pengukuran dapat diulang dari 0 kembali. Hal ini dimaksudkan ketika alat sudah

melaksanakan pengukuran getaran tangan dalam waktu tertentu, lalu pengguna ingin mengulang pengukuran dari 0 kembali, maka pengguna dapat menggunakan tombol yang telah disediakan ini.

Pengujian Catu Daya. Terdapat 2 pin penyedia tegangan bagi rangkaian komponen yang tersedia di *board* mikrokontroler Arduino Uno, yaitu pin 5 V yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 5 Volt dengan sumber dari regulator tegangan dari Arduino Uno, serta pin 3 V yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 3,3 Volt bersumber dari regulator tegangan Arduino Uno. Pengujian catu daya dilakukan dengan menggunakan alat bantu yaitu multimeter analog.

Pengujian Sistem Kerja Alat Secara Keseluruhan. Alat pengukur getaran tangan ini terdiri dari beberapa komponen yang saling terhubung menjadi satu kesatuan sistem yang saling berkesinambungan antara satu dengan yang lainnya.

TABEL III
Data dan Grafik Hasil Pengujian Alat



TABEL IV
Data Hasil Pengujian Keseluruhan Alat

Tembakan ke-	Tampilan LCD			Buzzer	Indikasi
	Getaran Tangan Sesaat Sebelum Letusan (G)				
	Sumbu X	Sumbu Y	Sumbu Z		
1	0,04	0,15	0,09	Mati	Tangan Stabil
2	0,03	0,2	0,12	Mati	Tangan Stabil
3	0,15	0,11	0,3	Mati	Tangan Stabil
4	0,09	0,19	0,17	Mati	Tangan Stabil
5	0,11	0,27	0,18	Mati	Tangan Stabil
6	0,36	0,5	0,44	Bunyi	Tangan Tidak Stabil
7	0,44	0,92	0,61	Bunyi	Tangan Tidak Stabil
8	0,29	1,17	1,03	Bunyi	Tangan Tidak Stabil
9	0,31	0,35	0,45	Bunyi	Tangan Tidak Stabil
10	0,49	0,44	0,37	Bunyi	Tangan Tidak Stabil

A. Pembahasan

Analisis Sensor MPU6050. Berdasarkan tabel 4 yang menunjukkan getaran tangan hasil pengukuran sensor MPU6050 dan nilai tembakan diatas mengindikasikan bahwa getaran tangan yang lebih dari 0,3 G dapat mempengaruhi hasil akurasi tembakan. Dimana seperti ditunjukkan pada tabel, getaran tangan di bawah 0,3 G akan menghasilkan tembakan dengan nilai >6 atau masuk ke sasaran warna hitam. Sementara itu, getaran tangan di atas 0,3 G maka akan menghasilkan tembakan dengan nilai <7 atau keluar dari sasaran hitam. Untuk itu penulis menentukan batas toleransi getaran tangan agar tembakan lebih akurat adalah kurang dari 0,3

Analisis Tampilan LCD 16x2 I2C. Sebagai tampilan awal layar yang menandakan alat telah dinyalakan dan siap dipakai yaitu berupa tulisan "HAND GUN AIMING CONTROL" pada layar LCD. Lalu sesuai dengan *script* program di atas, setelah 3 detik lalu layar LCD akan menampilkan nilai besar getaran tangan petembak pada 3 sumbu, yaitu sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z dengan nilai masing-masing dalam satuan *Gravity* (G). Tingkat kecerahan layar LCD 16x2 I2C dapat diatur dengan memutar sekrup pengatur kecerahan yang terdapat di bagian belakang *board LCD*. Untuk LCD 16x2 I2C yang digunakan dalam rancang bangun alat ini hanya dapat menampilkan kata dan angka dengan jumlah tidak lebih dari 16 huruf di tiap barisnya, sementara LCD ini hanya dapat menampilkan 2 baris kata atau tulisan. LCD ini juga dapat membedakan tampilan untuk huruf kecil ataupun huruf besar (kapital) dengan jelas.

Analisis Kerja Buzzer. Dalam perancangan alat ini, *buzzer* berperan sebagai indikator yang dapat memberi tahu petembak bila getaran tangannya sudah melebihi batas toleransi tembakan yang akurat. *Buzzer* sudah diprogram, sehingga apabila menerima sinyal *input* 'HIGH' dari mikrokontroler Arduino Uno, maka akan mengeluarkan bunyi. Namun, apabila sinyal yang diterima dari mikrokontroler Arduino Uno adalah 'LOW', maka *buzzer* tidak akan mengeluarkan bunyi. Bunyi dari *buzzer* sendiri akan berhenti otomatis apabila getaran sudah di bawah batas toleransi yang telah ditentukan sebelumnya yaitu sebesar 0,3 *Gravity* (G).

Analisis Catu Daya. *Power supply* atau catu daya bagi alat ini diperoleh dengan cara menghubungkan board mikrokontroler Arduino Uno dengan laptop melalui kabel USB. Begitu board Arduino Uno terhubung dengan laptop melalui kabel USB, maka rangkaian alat akan mendapat *supply* tegangan sebesar 5 Volt dan dengan kapasitas 500 mA. Untuk perbandingan besar tegangan antara teori dengan hasil pengukuran menggunakan multimeter analog pada pin 3 V dan 5 V board Arduino Uno memiliki hasil pengujian yang relative sama dan selisih yang kecil. Hal ini disebabkan oleh hambatan dalam instrumen pengukuran multimeter itu sendiri.

V. KESIMPULAN

Hasil dari uji tembak senjata menggunakan peluru tajam oleh petembak yang mengenakan alat ini menunjukkan bahwa tangan petembak yang stabil yaitu getaran tangannya di bawah 0,3 G di tiap sumbu akan menghasilkan tembakan yang akurat yaitu nilai >6 pada sasaran atau mengenai area hitam. Sementara apabila getaran tangan petembak di atas 0,3 G di tiap sumbu maka akan menghasilkan tembakan yang tidak akurat yaitu nilai <7 atau mengenai area berwarna putih. Dari hasil pengujian ini maka alat ini sudah dapat dipakai dan diterapkan dalam latihan menembak di lapangan tembak Astra Krida AAU sebagai alat bantu bagi petembak maupun oleh pelatih untuk memudahkan pengawasan dan evaluasi latihan.

Salah satu hal yang mempengaruhi stabilitas atau getaran tangan pada petembak yaitu denyut nadi atau jantung yang dapat terdeteksi dengan mudah di pergelangan tangan, sehingga dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor pendeteksi denyut nadi (*heart rate pulse sensor*) untuk dijadikan indikator tambahan. Selain itu alat ini juga dapat dikembangkan kembali dengan menambahkan sumber catu daya berupa baterai sehingga alat ini akan lebih *mobile*

karena tidak bergantung pada catu daya sebesar 5 V yang berasal dari laptop melalui hubungan dengan kabel USB.

REFERENSI

- [1] “Arti kata stabilitas - Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Online.” <https://www.kbbi.web.id/stabilitas> (accessed Sep. 27, 2022).
- [2] Eudon Muliawan, Seilly Jehosua, and Rizal Tumewah, “Diagnosis Dan Terapi Deep Brain Stimulation Pada Penyakit Parkinson,” *J. Sinaps*, vol. 1 No.1, pp. 67–84, 2018.
- [3] Rizal Tumewah, “Penatalaksanaan Tremor Terkini,” *J. Biomedik JBM*, vol. 7, pp. 107–116, Jul. 2015.
- [4] “Dickson Kho, Author at Teknik Elektronika - Page 4 of 35,” *Teknik Elektronika*. <https://teknikelektronika.com/author/admin/> (accessed Sep. 27, 2022).
- [5] A. Infantono, T. B. Adji, and H. A. Nugroho, “Modeling of the 3D-view geometry based motion detection system for determining trajectory and angle of the unguided fighter aircraft-rocket,” 2014, vol. 53, pp. 163–175. doi: 10.2495/Intelsys130161.
- [6] “Tutorial Arduino mengakses module accelerometer & Gyroscope MPU6050,” *Nyebarilmu*, Jan. 21, 2019. <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-module-accelorometer-gyroscope-mpu6050/> (accessed Sep. 27, 2022).
- [7] “ARDUINO UNO: Pengertian, Fungsi dan Spesifikasi (lengkap),” *PintarElektro*, Jul. 20, 2020. <https://pintarelektro.com/pengertian-arduino-uno/> (accessed Sep. 27, 2022).
- [8] Henril Satrian Purnama, “Skema Komponen board Arduino Uno R3.” https://www.researchgate.net/figure/Rangkaian-keseluruhan-Sistem-mikrokontroler-Arduino-Uno-ATmega-328_fig5_327954482/download (accessed Sep. 27, 2022).
- [9] “Pilihan Power Supply Pada Arduino – Catatan Triyan.” <https://triyen.wordpress.com/2015/11/23/pilihan-power-supply-pada-arduino/> (accessed Sep. 27, 2022).
- [10] D. Kho, “Pengertian LCD (Liquid Crystal Display) dan Prinsip Kerjanya,” *Teknik Elektronika*, Jun. 01, 2018. <https://teknikelektronika.com/pengertian-lcd-liquid-crystal-display-prinsip-kerja-lcd/> (accessed Sep. 27, 2022).
- [11] “16x2 LCD Module,” *Components101*. <https://components101.com/displays/16x2-lcd-pinout-datasheet> (accessed Sep. 27, 2022).
- [12] “Tutorial Arduino mengakses buzzer,” *Nyebarilmu*, Aug. 29, 2017. <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-buzzer/> (accessed Sep. 27, 2022).