

KETEPATAN DAN KECEPATAN PEMBIDIKAN PISIR PENJERA PADA LATIHAN BIDIK KERING MENGGUNAKAN *FUZZY LOGIC*

Salman

Abstrak: Lesan tembak bidik kering dibuat dalam rangka membantu meningkatkan kualitas pada bidang menembak untuk mendapatkan prajurit yang handal, dimana setiap prajurit harus mahir menembak. Perencanaan dan pembuatan alat dibangun dengan menggunakan alat perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan yaitu motor DC, mikrokontroler ATmega16, driver ULN2003, bluetooth, joystick, limit switch dan mekanik. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan yaitu Software Code Vision AVR sebagai alat pengendali. Dalam pembuatan alat yang dimaksud supaya dapat berfungsi dengan baik, maka diperlukan pemahaman yang mendalam tentang karakteristik dan cara kerja komponen-komponen yang digunakan. Hal ini perlu dikuasai sebaik-baiknya untuk menghindari kesalahan penggunaan komponen yang mengakibatkan kegagalan dalam pembuatan alat. Pada perencanaan hardware akan meliputi seluruh perihal yang digunakan pada sistem. Pada perencanaan software merupakan piranti lunak meliputi flowchart dan software secara umum. Perangkat tersebut saling terintegrasi sehingga dalam kerjanya akan maksimum sesuai apa yang diharapkan. Software ini diharapkan mampu memenuhi tugas pokok TNI AD khususnya keahlian menembak agar lebih efektif, akurat dan tepat dalam melaksanakan latihan menembak di satuan TNI AD.

Kata Kunci: *Bluetooth, Joystick, Limit Switch, Mikrokontroler ATmega16*

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini telah mengalami kemajuan dengan pesat, seperti penggunaan perangkat keras maupun perangkat lunak elektronika, penggunaan robot dalam menggantikan peran manusia dan lain-lain. Alutsista di jajaran TNI Angkatan Darat terdiri dari berbagai macam dan jenis, baik yang masih dikendalikan secara manual oleh personel TNI AD maupun yang sudah dapat dikendalikan secara otomatis. Dalam mengikuti perkembangan dan memenuhi kebutuhan alutsista maka perlu sebuah pengembangan dalam sistem pengontrolan, yang dapat dikendalikan baik secara langsung maupun dari jarak jauh. Salah satu perkembangan teknologi diatas adalah dalam bidang simulasi bidik kering dalam menembak senapan di jajaran TNI AD. Adapun pemanfaatan teknologi alat bidik kering pada senjata senapan untuk membantu pelaksanaan bidik kering bagi prajurit sebelum melaksanakan latihan menembak, serta untuk melatih ketepatan mata dalam membidik sasaran lesan tembak. Hal ini menjadi latar belakang pemikiran penulis untuk merancang alat ketepatan dan kecepatan pembidikan pisir penjera menggunakan fuzzy logic.

Pembuatan alat ini mempunyai beberapa tujuan yaitu membantu pelaksanaan tugas prajurit pada bidang menembak untuk mendapatkan prajurit yang handal yang dimana setiap prajurit harus wajib dan mahir menembak, untuk mencapai kemahiran menembak maka harus dilaksanakan latihan bidik kering terlebih dahulu untuk mengukur ketepatan menembak setiap prajurit. Kemudian untuk mengurangi personil dalam pelaksanaan latihan bidik kering.

Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya yaitu Implementasi Sinar Laser Pada Penembakan Senapan Dengan Menampilkan Data Tembakan dan Data Tremor Penembak Senapan Disatuan TNI AD (Bodro Irawan, 2012). Pada penelitian ini nilai erort tinggi yaitu pada saat melakukan evaluasi hasil tembakan

yang mempunyai lubang yang sama atau bersinggungan serta komponen *software* dan sinar laser yang masih terkendala dengan sinar matahari sehingga lesan tembak hanya bisa digunakan saat dalam ruangan.

METODE

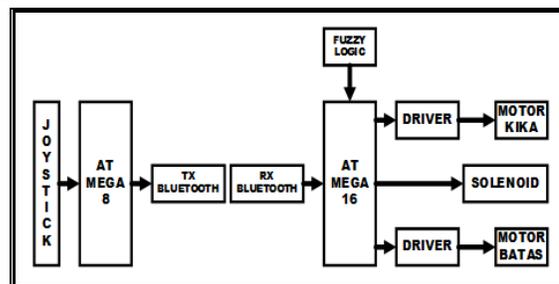
Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah beberapa perangkat elektronik yang terdiri dari *joystick*, mikrokontroler atmega8, mikrokontroler atmega16, *bluetooth* HC-05, motor DC, *driver* motor, *relay*, *Limit Switch*, dan *solenoid*.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah komputer/laptop, multimeter/alat ukur, 1 set *toolkit*, solder, timah, dan *power supply*.

Tahap Awal

Penelitian dimulai dengan merancang perangkat *hardware* untuk mempermudah dalam pembuatan alat yang dimana ditunjukkan dalam blok digram *hardware* pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Blok Diagram *Hardware*.

Pada gambar 1 diatas dapat dijelaskan dari masing-masing modul dimana prinsip kerja rangkaian alat yaitu *Joystick* berfungsi untuk memasukkan data menggerakkan sasaran bidikan dari arah kiri ke kanan dan dari arah bawah keatas. Mikrokontroler ATMega8 berfungsi mengkonversikan data *joystick* menjadi data digital menggunakan ADC. Dengan pemrograman *code vision AVR* data akan dikonversikan menjadi suatu informasi yang dikirim melalui *bluetooth* HC-05 (TX). *Bluetooth* berfungsi sebagai pengirim dan penerima data. Mikrokontroler ATMega16 berfungsi mengkonversikan data *joystick* menjadi data digital menggunakan ADC. Dengan pemrograman *code vision AVR* data akan dikonversikan menjadi suatu informasi yang diterima melalui *bluetooth* HC-05 (RX). Motor kika dan motor batas adalah motor DC yang menggerakkan bidikan dari kiri kekanan dan dari bawah ke atas sesuai perintah dari *joystick*. *Solenoid* berfungsi sebagai penitik tanda bidikan mata pada lesan bidik kering.

Analisis Produk

Hasil yang diperoleh dari serangkaian proses tersebut selanjutnya melaksanakan uji coba alat dengan melaksanakan latihan bidik kering selama 5 (lima) kali percobaan dengan tiap percobaan dilakukan terdiri dari 3 (tiga) kali bidikan mata pada pisir pejera untuk mengetahui nilai ketepatan pembidikan dan nilai *error* yang terjadi selama melaksanakan latihan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

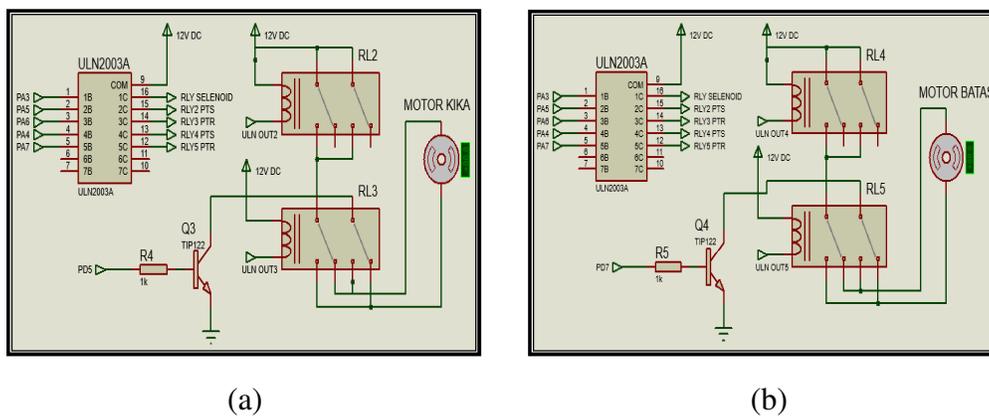
Pada pengujian dan analisis data akan membahas tentang bagaimana cara pengujian alat, hasil pengujian alat serta cara kerja atau pengoperasian dari alat yang telah dibuat. Adapun tujuan dari pengujian alat disini adalah untuk mengetahui sekaligus sebagai acuan, sampai sejauh mana rangkaian pada alat bisa bekerja dengan baik sesuai dengan apa yang diinginkan, termasuk mengenai kelayakkan kerja maupun kemampuan

maksimal dari sistem alat yang telah dibuat. Pengujian alat bertujuan untuk mengetahui kerja keseluruhan sistem yang dibuat secara blok rangkaian sehingga dapat diketahui kesesuaian kerja sebagaimana sesuai dengan sasaran yang ingin dicapai. Untuk dapat mengetahui bagaimana prinsip kerja atau cara kerja dari sistem, maka perlu adanya petunjuk tentang cara kerja alat dan cara pengujiannya.

Pengujian Driver Motor DC.

Tujuan pengujian *driver* motor DC adalah untuk mengetahui apakah motor DC dapat bekerja dengan baik sesuai dengan program yang dibuat, dalam sistem ini *driver* motor DC difungsikan sebagai penggerak gerakan arah kiri kekanan dan arah atas kebawah.

Dalam melaksanakan pengujian *driver* motor tahap-tahapan dalam prosedur pengujian yaitu buat rangkaian *driver* motor kiri kanan dan *driver* motor bawah atas seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Rangkaian *Driver* Motor Kiri Kanan dan Atas Bawah.

Gambar 2 (a) diatas merupakan rangkaian *driver* motor DC kiri kanan untuk menggerakkan bidikan dari arah kiri ke kanan dan sebaliknya yang terdiri dari IC ULN2003A, *relay* pemutus, *relay* pemutar, dan motor DC. Gambar 2 (b) diatas merupakan rangkaian *driver* motor DC bawah atas untuk menggerakkan bidikan dari arah bawah ke atas dan sebaliknya yang terdiri dari IC ULN2003A, *relay* pemutus, *relay* pemutar, dan motor DC. Hasil pengujian dari rangkaian *driver* motor dari arah kiri kekanan dan sebaliknya ditunjukkan pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Driver* Motor Kiri Kanan.

No	PA5	PA6	Relay		Arah Putaran Motor
			Out 2	Out 3	
1	0	0	On	On	Kanan
2	0	1	On	Off	Diam
3	1	0	Off	On	Kiri
4	1	1	Off	Off	Diam

Analisa yang dapat diambil dari hasil pengujian *driver* motor kiri kanan berdasarkan tabel 3 diatas yaitu pada saat PA5 diberikan logika 0 dan PA6 diberikan logika 0, maka motor akan berputar kekanan searah jarum jam. Hal ini disebabkan ketika *driver* kondisi *aktif*, dan akan mengaktifkan *relay* 2 sebagai pemutus dan *relay* 3 sebagai pemutar, sehingga *switch relay* 2 dan *relay* 3 akan tertarik yang menghubungkan ke Vcc karena arus mengalir sampai ke *ground*. Pada saat PA5 diberikan logika 0 dan PA6 diberikan logika 1, maka motor akan diam. Hal ini

disebabkan ketika *driver* kondisi *aktif*, dan akan mengaktifkan *relay* 2 sebagai pemutus dan *relay* 3 tidak *aktif* sebagai pemutar, karena tidak ada arus yang mengalir pada rangkaian *driver* sehingga pada *relay* putar dalam kondisi *off*. Pada saat PA5 diberikan logika 1 dan PA6 diberikan logika 0, maka motor akan berputar ke kiri berlawanan arah jarum jam. Hal ini disebabkan ketika *driver* kondisi *aktif*, dan akan mengaktifkan *relay* 3 sebagai pemutar dan *relay* 2 tidak *aktif* sebagai pemutus, sehingga *switch relay* 3 akan tertarik yang menghubungkan ke Vcc karena arus mengalir sampai ke *ground*. Pada saat PA5 diberikan logika 1 dan PA6 diberikan logika 1, maka motor dalam keadaan diam karena tidak ada arus yang mengalir pada rangkaian *driver* sehingga *relay* 2 sebagai pemutus dan *relay* 3 sebagai pemutar dalam kondisi *off*. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai sebagai berikut:

Diketahui :

- Vcc = 12 VDC
- Vce(SAT) saat Ic = 3A = 2 V
- Vce(SAT) saat Ic = 5A = 4 V
- Hfe TIP 122 = 100 x
- VBB (MIKROKONTROLER) = 5 V
- VBE (DATASHEET) = 2,5 V
- RB = 1 KΩ

Rumus :

$$\begin{aligned}
 IB &= VB/RB \\
 &= VBB-VBE/RB \\
 &= 5 V - 2,5 V / 1000 \Omega \\
 &= 2,5 V / 1000 \Omega \\
 &= 0,0025 A
 \end{aligned}$$

Daya Minimum

$$\begin{aligned}
 P &= VC \times IC \\
 &= (VCC - VCE) \times IC \\
 &= (12V - 2V) \times 3 A \\
 &= 30 Watt
 \end{aligned}$$

Daya Maksimum :

$$\begin{aligned}
 P &= VC \times IC \\
 &= (VCC - VCE) \times IC \\
 &= (12V - 4V) \times 5 A \\
 &= 40 Watt
 \end{aligned}$$

Dari analisa perhitungan diatas dapat dibuktikan bahwa IB *driver* motor adalah 0,0025 A, sedangkan daya minimum adalah 30 Watt dan daya maksimum adalah 40 Watt.

Hasil pengujian dari rangkaian *driver* motor dari arah bawah keatas dan sebaliknya ditunjukkan pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Driver* Motor Bawah Atas.

No	PA4	PA7	Relay		Arah Putaran Motor
			Out 4	Out 5	
1	0	0	On	On	Atas
2	0	1	On	Off	Diam
3	1	0	Off	On	Bawah
4	1	1	Off	Off	Diam

Analisa yang dapat diambil dari hasil pengujian *driver* motor atas bawah berdasarkan tabel 2 diatas yaitu pada saat PA4 diberikan logika 0 dan PA7 diberikan logika 0, maka motor akan berputar keatas. Hal ini disebabkan ketika *driver* kondisi *aktif*, dan akan mengaktifkan *relay* 4 sebagai pemutus dan *relay* 5 sebagai pemutar, sehingga *switch relay* 4 dan *relay* 5 akan tertarik yang menghubungkan ke Vcc karena arus mengalir sampai ke *ground*. Pada saat PA4 diberikan logika 0 dan PA7 diberikan logika 1, maka motor akan diam. Hal ini disebabkan ketika *driver* kondisi *aktif*, dan akan mengaktifkan *relay* 4 sebagai pemutus dan *relay* 5 tidak *aktif* sebagai pemutar, karena tidak ada arus yang mengalir pada rangkaian *driver* sehingga pada *relay* putar dalam kondisi *off*. Pada saat PA4 diberikan logika 1 dan PA7 diberikan logika 0, maka motor akan berputar kebawah. Hal ini disebabkan ketika *driver* kondisi *aktif*, dan akan mengaktifkan *relay* 5 sebagai pemutar dan *relay* 4 tidak *aktif* sebagai pemutus, sehingga *switch relay* 5 akan tertarik yang menghubungkan ke Vcc karena arus mengalir sampai ke *ground*. Pada saat PA4 diberikan logika 1 dan PA7 diberikan logika 1, maka motor dalam keadaan diam karena tidak ada arus yang mengalir pada rangkaian *driver* sehingga *relay* 4 sebagai pemutus dan *relay* 5 sebagai pemutar dalam kondisi *off*. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai sebagai berikut:

Diketahui :

Vcc	= 12 VDC
Vce(SAT) saat Ic = 3A	= 2 V
Vce(SAT) saat Ic = 5A	= 4 V
Hfe TIP 122	= 100 x
VBB (MIKROKONTROLER)	= 5 V
VBE (DATASHEET)	= 2,5 V
RB	= 1 KΩ

Rumus :

$$\begin{aligned}
 IB &= VB/RB \\
 &= VBB-VBE/RB \\
 &= 5 V - 2,5 V/1000 \Omega \\
 &= 2,5 V / 1000 \Omega \\
 &= 0,0025 A
 \end{aligned}$$

Daya Minimum :

$$\begin{aligned}
 P &= VC \times IC \\
 &= (VCC - VCE) \times IC \\
 &= (12V - 2V) \times 3 A \\
 &= 30 Watt
 \end{aligned}$$

Daya Maksimum :

$$\begin{aligned}
 P &= VC \times IC \\
 &= (VCC - VCE) \times IC \\
 &= (12V - 4V) \times 5 A \\
 &= 40 Watt
 \end{aligned}$$

Dari analisa perhitungan diatas dapat dibuktikan bahwa IB *driver* motor adalah 0,0025 A, sedangkan daya minimum adalah 30 Watt dan daya maksimum adalah 40 Watt.

Rancangan Perhitungan Logika Fuzzy

Rancangan perhitungan logika *fuzzy* pada penelitian ini meliputi proses fuzzifikasi, penentuan *rule base*, dan defuzzifikasi hingga akhirnya didapatkan nilai Z sebagai output dari hasil perhitungan logika *fuzzy*.

Penentuan Membership Function (Fuzzifikasi)

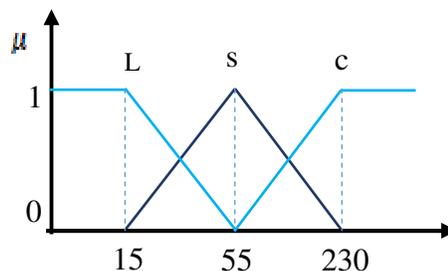
Penentuan *membership function* dilakukan dengan cara mengambil data dari gerak *joystick* selama 3 kali bidikan untuk menentukan tegangan terendah hingga tertinggi agar didapatkan nilai tengah tegangan keluaran *joystick*. Hal ini digunakan untuk menentukan rentang kawasan masukan logika *fuzzy* saat menentukan gerak motor DC.

Grafik *membership function* menggunakan tiga himpunan *fuzzy* berupa tegangan keluaran (V_{out}) *joystick*, yang direpresentasikan dalam himpunan gerak motor DC yaitu lambat, sedang, dan cepat. Pada penelitian ini digunakan *joystick* untuk menggerakkan bidikan dari arah kanan ke kiri dan dari bawah ke atas maupun sebaliknya yang juga menggunakan tiga himpunan *fuzzy* yang sama.

Himpunan *fuzzy* pada *joystick* direpresentasikan dalam fungsi keanggotaan segitiga dengan derajat keanggotaan semakin tinggi ketika nilai tegangan keluaran *joystick* semakin tinggi pada nilai 15 mVolt pada himpunan lambat, 115 mVolt pada himpunan sedang dan 230 mVolt pada himpunan cepat seperti ditunjukkan pada tabel 3 dan pada Gambar 3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian Arah *Joystick*.

No	Nilai ADC/ mV	Nilai PWM/%	Ket Joystick
1	0	0 %	Posisi Kekiri
2	15	7,6 %	Posisi sedikit kekiri
3	35	15,2 %	Posisi sedikit kekiri
4	55	22,8 %	Posisi sedikit kekiri
5	75	30,4 %	Posisi sedikit kekiri
6	95	38 %	Posisi sedikit kekiri
7	115	45,6 %	Posisi Pull kekiri
8	135	53,2 %	Posisi sedikit kekakan
9	155	60,8 %	Posisi sedikit kekakan
10	175	68,4 %	Posisi sedikit kekakan
11	195	76 %	Posisi sedikit kekakan
12	210	83,6 %	Posisi sedikit kekakan
13	230	100 %	Posisi Pull Kekanan



Gambar 3. *Membership Function* Masukan Logika *Fuzzy*.

Pengujian secara manual dilakukan untuk mendapatkan data gerak motor DC sebagai masukan perhitungan logika *fuzzy*. Penentuan derajat keanggotaan atau disebut

juga proses fuzzifikasi dilakukan dengan persamaan yang ditunjukkan pada persamaan dibawah ini.

Fungsi Keanggotaan:

Lambat (L):

$$\mu[L]=\begin{cases} 1, & x\leq 30 \\ 0, & x\geq 55 \\ \frac{55-x}{55-30}, & 30<x<55 \end{cases} \quad (1)$$

Sedang (S):

$$\mu[S]=\begin{cases} 0, & x\leq 30 \text{ &atau} x\geq 115 \\ \frac{x-30}{55-30}, & 30<x\leq 55 \\ \frac{115-x}{115-55}, & 55<x<115 \end{cases} \quad (2)$$

Cepat (C):

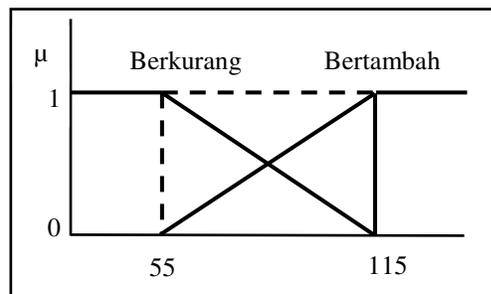
$$\mu[C]=\begin{cases} 1, & x\geq 115 \\ 0, & x\leq 55 \\ \frac{x-55}{115-55}, & 55<x<115 \end{cases} \quad (3)$$

Penentuan Rule Base

Pada metode tsukamoto perhitungan logika fuzzy dilakukan pada *joystick* untuk gerak motor dari arah kanan kekiri dan dari arah bawah keatas maupun sebaliknya. Penentuan jumlah rule didapatkan dari jumlah *range* yang diberikan oleh *joystick* dipangkat dengan jumlah gerak motor yang digunakan untuk mencari nilai z yaitu 3 range yang digunakan (lambat, sedang, cepat) sehingga rule base yang digunakan adalah $3^2 = 9$ aturan. Penentuan Rule base pada *Joystick*.

1. Jika *joystick* rendah dan motor lambat maka z adalah 0
2. Jika *joystick* rendah dan motor sedang maka z adalah 0
3. Jika *joystick* rendah dan motor cepat maka z adalah 0
4. Jika *joystick* menengah dan motor lambat maka z adalah berkurang
5. Jika *joystick* menengah dan motor sedang maka z adalah 0
6. Jika *joystick* menengah dan motor cepat maka z adalah berkurang
7. Jika *joystick* tinggi dan motor lambat maka z adalah bertambah
8. Jika *joystick* tinggi dan motor sedang maka z adalah bertambah
9. Jika *joystick* tinggi dan motor cepat maka z adalah 0

Salah satu himpunan Fuzzy untuk output Z *joystick* dan motor ditunjukkan dalam Gambar 4. Pada Gambar dibawah ini menunjukkan nilai output Z akan bertambah atau berkurang sesuai *rule base* yang telah ditentukan sesuai nilai derajat keanggotaan pada *joystick* dan motor.



Gambar 4. Himpunan Fuzzy Output.

Perhitungan *fire strength* pada *joystick* ditentukan berdasarkan persamaan dibawah ini, sesuai dengan *rule base*.

$$\mu_{Pr \text{ putaran motor berkurang}} [Z] = \begin{cases} 1, & Z \leq 55 \\ 0, & Z \geq 115 \\ \frac{155 - Z}{155 - 55}, & 55 < Z < 115 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{Pr \text{ putaran motor bertambah}} [Z] = \begin{cases} 0, & Z \leq 55 \\ 1, & Z \geq 115 \\ \frac{Z - 55}{115 - 55}, & 55 < Z < 115 \end{cases} \quad (5)$$

Penentuan Output (*Weight Average*)

Metode Tsukamoto untuk mencari nilai Z berdasarkan nilai *joystick* dan motor ditunjukkan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Perhitungan Output Pada Joystick.

Rule Joystick	Rule Motor	Min μZ	Z
μ Rendah	μ Rendah	0	0
μ Rendah	μ Menengah	0	0
μ Rendah	μ Tinggi	0	0
μ Menengah	μ Rendah	0	55
μ Menengah	μ Menengah	0.08	0
μ Menengah	μ Tinggi	0.22	40
μ Tinggi	μ Rendah	0	55
μ Tinggi	μ Menengah	0.08	60
μ Tinggi	μ Tinggi	0.78	0

Maka didapatkan hasil keluaran Z adalah sebagai berikut:

$$Z = \frac{210}{1,16} = 181$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dengan nilai 181 maka arah gerak motor kebawah begitu pula dengan perhitungan dengan gerak arah motor keatas dan ke arah kiri dan kanan. Dengan nilai *erort* kecil berdasarkan pada tabel 3 yaitu bernilai 230-181=49 dibagi 100% maka hasil nilai *erort* yaitu 0,49%.

KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan, pembuatan alat, cara kerja dan pengujian alat, maka dapat disimpulkan bahwa sistem kontrol bidik kering dapat dirancang dengan menggunakan mikrokontroler ATmega16 yang dapat mengendalikan motor DC kearah kiri kekanan, dari arah bawah keatas maupun sebaliknya dengan memanfaatkan *bluetooth* sebagai media kirim terima data, *joystick* sebagai media penunjuk arah sasaran bidikan, *solenoid* untuk menitik bidikan sesuai dengan data input yang dikirim dari *joystick* dan perancangan *software* untuk mikrokontroler ATmega16 menggunakan *code vision AVR* yang berbasis bahasa C, program yang didesain menangani data input *joystick* yang dikirim melalui *bluetooth* yang merupakan data yang digunakan untuk pergerakan arah motor.

DAFTAR REFERENSI

- Andrianto, Heri, 2008, *Pemrograman Mikrokontroller AVR ATmega 16*, Informatika Bandung.
- Buku Petunjuk Teknik Tentang Menembak dan Latihan Menembak Senjata Ringan (Senapan) Nomor PERKASAD/260/XII/2007 tanggal 28 Desember 2007.
- Hartono, didik, kolonel Caj, *Sistem Pembinaan Latihan*, Lampiran III Keputusan Dankodiklat. Hal 3 Th 2010.
- Irawan Bodro, 2013, *Implementasi Sinar Laser Pada Simulasi Penembakan Dengan Menampilkan Data Tembak Dan Data Tremor Penembak Senapan Di Satuan TNI AD*. UNMER, Malang
- Malvino, Albert Paul, Phd.1986. Prinsip-Prinsip Elektronika. Jakarta:Erlangga.
- Pambudi, Setyo , Wahyu, 2011, *Rancang Bangun 3 Wheels Omni-Directional Mobile Robot Menggunakan Sensor Position Sensitive Device (Psd) Serta Sensor Vision Dengan Metode Kendali Fuzzy Logic Controller (Flc) Untuk Menghindari Halangan*, Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Internasional Batam.
- Syahrul, 2014, *Pemrograman Mikrokontroler AVR*, Informatika, Bandung.