

PROTOTYPE PENENTU SUDUT ELEVASI LENGAN MERIAM SECARA NIRKABEL MENGGUNAKAN MOTOR LANGKAH BERBASIS MIKROKONTROLER

PROTOTYPE OF ELEVATION ANGLE SET WIRELESS ARM USING MICROCONTROLLER BASED STEP MOTOR

Endang Rosdiana¹, Rahmat Awaludin Salam¹, Reza Fauzi Iskandar¹, Dudi Darmawan¹, Ahmad Marjan², Octo Emerald Siregar², Melina Melina², Vivien Restianim³, Dewi Novianti⁴, Valentina Adimurti Kusumaningtyas²

¹Program studi Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Telkom University

²Fakultas Sains dan Informatika, Universitas Jenderal Achmad Yani

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Flores

⁴Program Studi Matematika, Fakultas Teknik, Universitas Samudra

endangr@telkomuniversity.ac.id

ABSTRACT

Problems that usually arise in gun arm control are the lack of accuracy of the angle formed and the safety factor of the gun operator itself. By designing a computer-based control system that can calculate accurately and quickly, and utilize wireless technology, this problem can be overcome. The prototype made is quite simple, consisting of a computer with Bluetooth installed, a bluetooth module, a microcontroller, a stepper motor and an electric circuit driving a stepper motor. Step motors are used to drive mechanical systems either vertically or horizontally. From the measurement data, the characteristics of this tool are obtained, namely the vertical angle accuracy is better when the elevation angle exceeds 14.5° , while the horizontal angle accuracy is smaller when the elevation angle exceeds 180° . For tool precision, the vertical angle has an uncertainty value of 0 so that for repetitions with the same conditions the same value is obtained, while for the horizontal angle the uncertainty value will be greater when the elevation angle is more than 180° . This prototype works quite well with the maximum distance between the computer and the stepper motor 7 meters without any barrier media, with no effect on the elevation angle formed.

Keywords: *Bluetooth, Microcontroller, Stepper Motor.*

ABSTRAK

Permasalahan yang biasa timbul pada pengendalian lengan meriam adalah kurangnya akurasi sudut yang terbentuk dan faktor keamanan dari operator meriam itu sendiri. Dengan mendisain suatu sistem kendali berbasis komputer yang dapat menghitung dengan teliti dan cepat, serta memanfaatkan teknologi nirkabel permasalahan itu dapat diatasi. Prototipe yang dibuat ini cukup sederhana, terdiri dari komputer dengan Bluetooth terpasang, modul bluetooth, mikrokontroler, motor langkah dan rangkaian elektrik penggerak motor langkah. Motor langkah digunakan untuk menggerakkan sistem mekanis baik secara vertikal maupun horizontal. Dari data pengukuran diperoleh karakteristik alat ini yaitu akurasi sudut vertikal lebih baik saat sudut elevasi melebihi 14.5° , sedangkan akurasi sudut horizontal lebih kecil saat sudut elevasi melebihi 180° , untuk tingkat kepresisian alat, sudut vertikal memiliki nilai ketidakpastian 0 sehingga untuk pengulangan dengan kondisi yang sama diperoleh nilai yang sama, sedangkan untuk sudut horizontal nilai ketidakpastian akan semakin besar saat sudut elevasi lebih dari 180° . Prototipe ini bekerja cukup baik dengan jarak maksimum antara komputer dan motor langkahnya 7 meter tanpa ada media penghalang, dengan tidak mempengaruhi sudut elevasi yang terbentuk.

Kata Kunci: *Bluetooth, Microcontroller, Stepper Motor.*

PENDAHULUAN

Pengaturan arah atau sudut tembakan melalui lengan meriam

merupakan hal penting dalam pengoperasian suatu meriam. Hal tersebut dikarenakan pengaturan arah

sangat erat kaitannya dengan lokasi jatuhnya peluru terhadap target (Halliday et al., 2010). Semakin presisi pengarahannya lengan meriam, semakin presisi pula peluru menysasar target. Akan tetapi, pengendalian lengan meriam yang masih dilakukan secara manual, memungkinkan adanya penurunan tingkat akurasi yang dimiliki oleh peluru. Selain itu, pengoperasian dari jarak dekat mengakibatkan rentannya operator meriam terhadap kecelakaan yang diakibatkan oleh gaya reaksi dari ledakan meriam (Halliday et al., 2010).

Sebagai upaya menanggulangi tingkat kegagalan hasil tembakan akibat ketidakakuratan penentuan arah laras meriam serta kerentanan operator terhadap kecelakaan, suatu sistem kendali jarak jauh perlu untuk diterapkan (Ogata, 2001). Terdapat banyak jenis sistem kendali yang telah diterapkan untuk berbagai kebutuhan (Ogata, 2001; Salam et al., 2019). Diantara sistem-sistem kendali tersebut, sistem kendali loop terbuka memberikan kemudahan pada proses pengontrolannya (Ogata, 2001). Di lain pihak, proses pengendalian jarak jauh dari sistem meriam dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi nirkabel (Morris, 2001). Tidak hanya untuk menanggulangi kerentanan operator, pemberian teknologi nirkabel ini juga dapat digunakan untuk mengondisikan tingkat kegagalan meriam akibat kerusakan kabel dan lain sebagainya. Oleh karena itu, suatu sistem kendali jarak jauh berbasis teknologi nirkabel perlu untuk diterapkan pada sistem lengan meriam.

Pada penelitian ini, sebuah prototipe penentu sudut elevasi lengan meriam telah dikembangkan secara nirkabel. Pergerakan lengan meriam akan diatur menggunakan sistem kendali loop terbuka dengan pengendalian jarak jauh

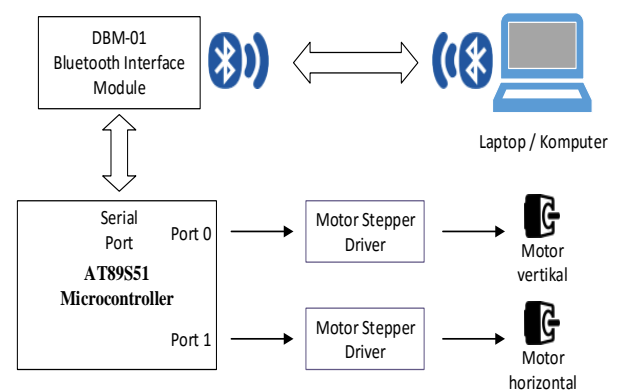
dilakukan menggunakan teknologi bluetooth. Detail pembuatan sistem beserta hasilnya akan dijelaskan secara terperinci pada bagian berikutnya.

METODE

PERANCANGAN ALAT

Rancang Bangun Sistem

Rancang bangun sistem dalam penelitian ini ditunjukkan oleh diagram blok pada gambar 1. Dalam sistem ini, input yang digunakan adalah kecepatan awal peluru, jarak target dan sudut horizontal. Input tersebut diolah oleh program aplikasi yang dibuat pada Visual Studio yang mana keluaran dari aplikasi tersebut berupa sudut vertikal dan sudut horizontal lengan meriam. Keluaran tersebut dikirim secara nirkabel melalui Bluetooth ke rangkaian Bluetooth Interface Module (DBM-01) yang terhubung secara serial dengan mikrokontroler AT89S51.



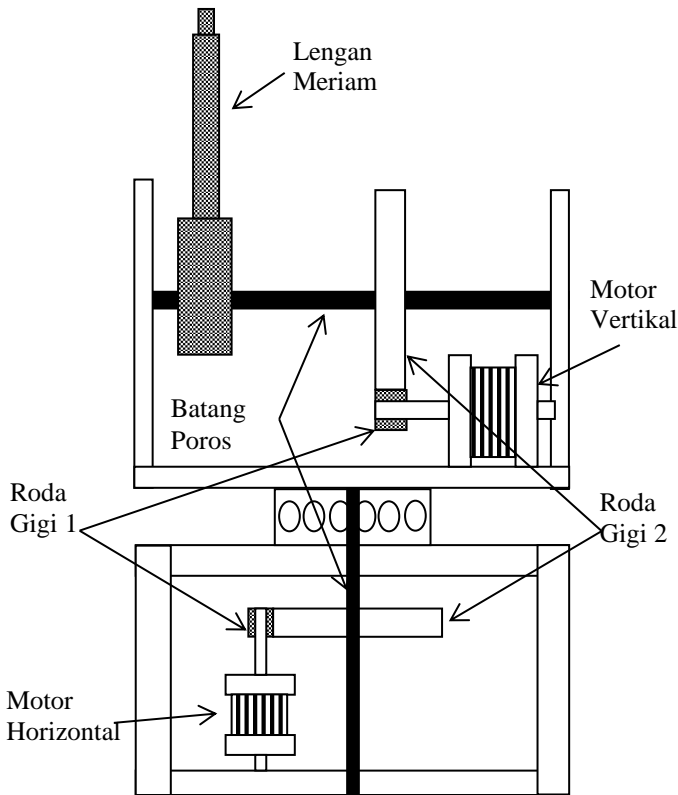
Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Nilai sudut elevasi yang diterima oleh mikrokontroler selanjutnya diolah untuk dijadikan sebagai perintah pada motor langkah melalui Port 0 dan Port 1. Masing-masing motor akan menggerakkan mekanisme lengan meriam sedemikian rupa sehingga lengan meriam dapat membentuk sudut vertikal dan horizontal sesuai dengan keluaran program aplikasi pada komputer (Ruifeng et al., 2015).

Perencanaan Mekanisme Meriam

Mekanisme pergerakan lengan meriam ini menggunakan sistem perputaran roda

gigi sebanyak dua tingkat (termasuk roda gigi pada motor langkah). Motor langkah yang digunakan memiliki sudut $1,8^\circ$ per langkah, yang dengan mode half step akan menghasilkan resolusi sudut $0,9^\circ$ per langkahnya. Pada pembuatan prototipe ini akan menggunakan mode *half step*. Namun, untuk jumlah 400 *step* dirasakan kurang teliti, oleh karena itu digunakan perbandingan jumlah gir sebesar 1 : 9 dari poros motor terhadap pergerakan lengan meriam dengan menggunakan gir. sehingga diharapkan didapat akurasi sudut $0,1^\circ$ pada lengan meriam. Prototipe sistem lengan yang dibangun, ditunjukkan oleh gambar 2.



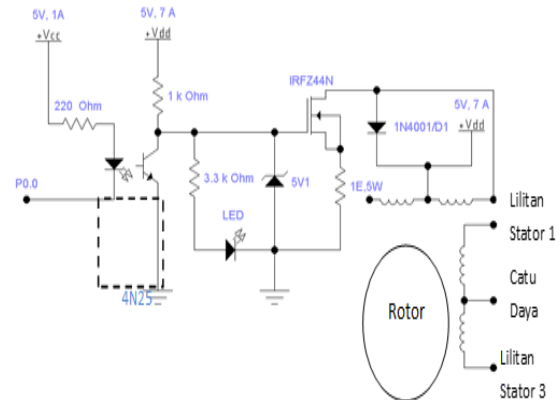
Gambar 2. Mekanisme Lengkap Prototipe Meriam Artileri

Rancang Bangun Perangkat Keras dan Lunak

Perancangan perangkat keras terdiri dari pembuatan rangkaian elektronika yang terdiri dari rangkaian minimum AT89S51 dan rangkaian switching transistor sebagai penggerak motor

langkah. Sedangkan untuk mekanisme lengan meriam meliputi pemilihan bahan, fabrikasi sasis dan gear kemudian perangkaian. Pada bagian perangkat lunak terdiri dari pemrograman assembly untuk mikrokontroler AT89S51 dan pemrograman berorientasi obyek (OOP) untuk program aplikasi di komputer menggunakan Visual Studio (Wu & Zhang, 2017). Data pengukuran sudut Lengan Meriam akan disimpan dalam suatu Database MySQL merupakan suatu perangkat lunak database yang berbentuk database relasional atau disebut Relational Database Management System yang menggunakan suatu bahasa perintah yang bernama SQL (Structured Query Language) (Melina et al., 2020).

Rangkaian penggerak sebagai mana ditunjukkan oleh gambar 3 digunakan untuk menjembatani antara output mikrokontroler dengan motor langkah. Rangkaian ini diperlukan karena arus keluaran dari mikrokontroler tidak mampu untuk menggerakkan motor langkah (Liu dan Dong, 2015).

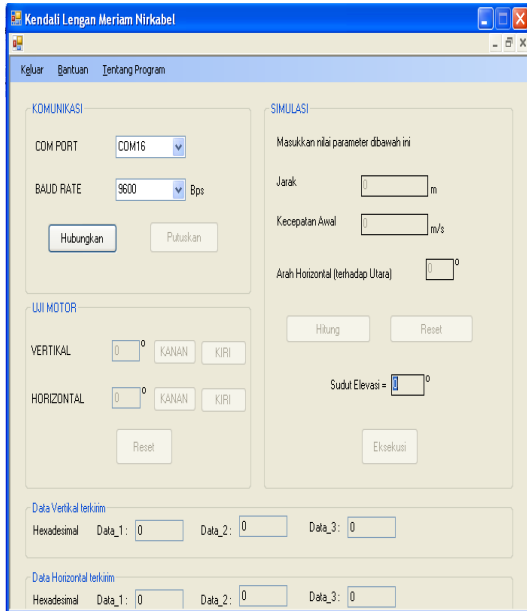


Gambar 3. Rangkaian Penggerak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah semua koneksi perangkat keras dan sistem mekanis meriam dipersiapkan, maka langkah selanjutnya adalah menjalankan aplikasi lengan meriam. Tampilan aplikasi ini

ditunjukkan oleh gambar gambar 4. Terdapat dua bagian yang diatur pada sistem ini, yakni sudut vertikal, dan sudut horizontal. Sudut vertikal dikondisikan untuk mengatur arah tegak dari laras meriam sehingga pada kondisi ini dibatasi hanya dari 0° hingga 180°, adapun sumbu horizontal dikondisikan dapat bergerak dalam satu putaran penuh.

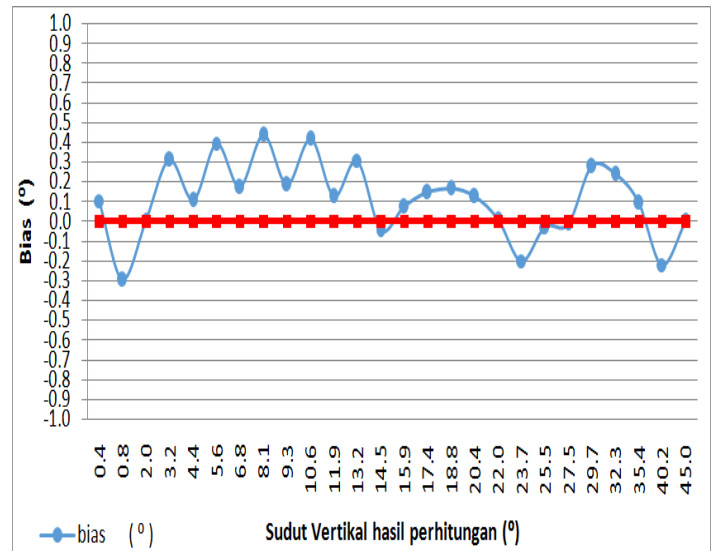


Gambar 4. Tampilan Aplikasi Kendali Lengan Meriam

Adapun hasil pengukuran sudut vertikal dan sudut horizontal dapat dilihat pada tabel 1 dan 2, secara berurutan. Pada kondisi ini, kecepatan awal peluru dikondisikan 600 m/s, yang merupakan nilai kecepatan awal standar untuk meriam artileri, dengan nilai jarak yang dikondisikan bervariasi. Percobaan dilakukan sebanyak lima kali untuk melihat tingkat akurasi dan presisi yang dimiliki oleh sistem prototipe laras meriam yang dikembangkan.

Tabel 1. Pengukuran sudut Lengan Meriam untuk Kecepatan awal 600 m/s

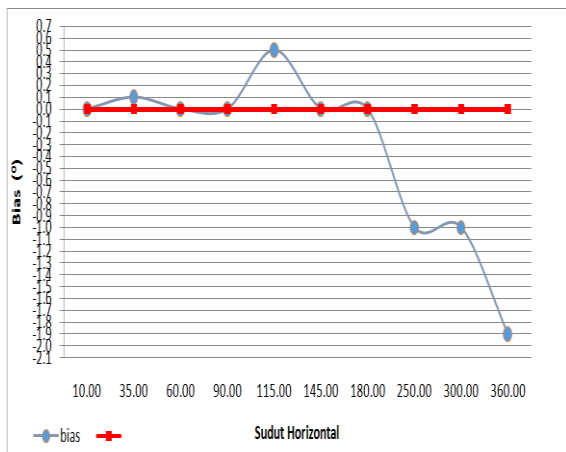
No	Kecepatan Awal Peluru v_0 (m/s)	Jarak Target s (m)	Sudut hasil perhitungan α (°)	Sudut terbentuk (α) Pada Pengukuran ke-					Rata-rata sudut terbentuk α	bias
				I	II	III	IV	V		
1	600	500	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.1
2	600	1000	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-0.3
3	600	2500	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.01
4	600	4000	3.2	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	0.3
5	600	5500	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	0.1
6	600	7000	5.6	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	0.4
7	600	8500	6.8	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	0.2
8	600	10000	8.1	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	0.4
9	600	11500	9.3	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	0.2
10	600	13000	10.6	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	0.4
11	600	14500	11.9	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	0.1
12	600	16000	13.2	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	0.3
13	600	17500	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	-0.04
14	600	19000	15.9	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	0.07
15	600	20500	17.4	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	0.1
16	600	22000	18.8	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	19.0	0.2
17	600	23500	20.4	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	20.5	0.1
18	600	25000	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	0.01
19	600	26500	23.7	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	-0.2
20	600	28000	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	-0.03
21	600	29500	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	-0.01
22	600	31000	29.7	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	0.3
23	600	32500	32.3	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5	32.5	0.2
24	600	34000	35.4	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	35.5	0.09
25	600	35500	40.2	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	-0.2
26	600	36000	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	45.0	0.00



Gambar 5. Grafik Bias Untuk Sudut Vertikal

Tabel 2. Pengukuran Sudut Horizontal

No	Sudut Horizontal (α)	Sudut terbentuk (α') Pada Pengukuran ke-					Rata-rata sudut terbentuk	bias
		I	II	III	IV	V		
1	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.0	0.000
2	35.00	35.50	35.00	35.00	35.00	35.00	35.1	0.100
3	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.0	0.000
4	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.0	0.000
5	115.00	115.50	115.50	115.50	115.50	115.50	115.5	0.500
6	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	145.0	0.000
7	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.0	0.000
8	250.00	249.00	249.00	249.00	249.00	249.00	249.0	-1.000
9	300.00	299.00	299.00	299.00	299.00	299.00	299.0	-1.000
10	360.00	358.00	358.50	358.00	358.00	358.00	10.0	0.000



Gambar 6. Grafik bias untuk sudut horizontal

Dari hasil pengukuran yang dilakukan secara berulang dengan rentang sudut antara 0 – 45° untuk sudut vertikal dan 0-360° untuk sudut horizontal, dapat dilihat berdasarkan gambar 5 dan 6, bahwa alat yang dibuat dapat membentuk sudut dengan baik. Hal tersebut dikarenakan bias yang terbentuk relatif kecil (<0,5%)(Liu dan Dong, 2015).

Sedangkan untuk pengukuran kualitas transmisi data melalui Bluetooth adalah dengan menggerakkan lengan meriam untuk 10 sudut berbeda dan diulang pada jarak yang berbeda sampai 10 meter. Hasil pengujiannya terlihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Pengaruh Jarak Terhadap Sudut Terbentuk

No	Sudut (α)	Sudut Terbentuk (α') pada Jarak (m)									
		1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m
1	10	10	10	10	10	10	10	10	KT	KT	KT
2	30	30	30	30	30	30	30	30	KT	KT	KT
3	45	45	45	45	45	45	45	45	KT	KT	KT
4	60	60	60	60	60	60	60	60	KT	KT	KT
5	90	90	90	90	90	90	90	90	KT	KT	KT
6	120	120	120	120	120	120	120	120	KT	KT	KT
7	135	135	135	135	135	135	135	135	KT	KT	KT
8	150	150	150	150	150	150	150	150	KT	KT	KT
9	165	165	165	165	165	165	165	165	KT	KT	KT
10	180	180	180	180	180	180	180	180	KT	KT	KT

Keterangan:

KT = Komunikasi Terputus

Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui bahwa sistem yang dikembangkan memiliki tingkat kepresisian yang tinggi pada sudut vertikal. Hal itu terlihat berdasarkan hasil pengukuran berulang yang dilakukan dengan perolehan hasil yang sama serta nilai $\bar{\sigma} = 0$. Adapun untuk arah horizontal nilai rata-rata kesalahannya adalah $\bar{\sigma} = 0.09$. Dengan kondisi tersebut, kedua arah lengan meriam dapat bekerja dengan sangat presisi (Cohen, 1998).

Dari data hasil pengukuran terlihat bahwa sampai dengan jarak 7 meter lengan meriam dapat membentuk sudut sampai 180° dengan baik. Sedangkan untuk jarak lebih dari tujuh meter tidak ada komunikasi antara komputer dan perangkat.

SIMPULAN

Prototipe penentu sudut lengan meriam telah berhasil dikembangkan dengan teknologi pengendalian jarak jauh. Sistem yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi rata-rata sudut vertikal diperoleh sebesar 0,2°, sedangkan sudut horizontal sebesar 0,4° dengan kepresisian yang sangat baik yakni 0 untuk setiap sudut. Selain itu,

perangkat ini dapat bekerja dengan jarak maksimum antara komputer dan perangkat sejauh 7 meter dengan tanpa penghalang

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., & Budiman, M. (2011). Home-made PIC 16F877 microcontroller-based temperature control system for learning automatic control. *Computer Applications in Engineering Education, 19*(1), 10-17.
- Cohen, E. R. (1998). An introduction to error analysis: The study of uncertainties in physical measurements.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2010). *Fundamentals of Physics*, Chapters 33-37. John Wiley & Sons.
- Liu, J., & Dong, Z. (2015, November). A design for high voltage DC power supply. In *2015 5th International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies (DRPT)* (pp. 2227-2231). IEEE.
- Melina, P. E., Witanti, W., & Sukrido, K. V. (2020). Design and Implementation of Multi Knowledge Base Expert System Using the SQL Inference Mechanism for Herbal Medicine. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1477, No. 2, pp. 1-9).
- Morris, A. S. (2001). Measurement and instrumentation principles.
- Ogata, K. (2001). *PTR Upper Saddle River. Modern Control Engineering; Prentice-Hall: Upper Saddle River, NJ, USA.*
- Ruifeng, W., Zhe, W., & Liying, W. (2015, June). Stepper Motor Control Based on AT89S51 Microcontroller. In *2015 8th International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA)* (pp. 844-847). IEEE.
- Salam, R. A., Munir, M. M., Warsahemas, T., Saputra, C., Latief, H., & Khairurrijal, K. (2019). A simple solar simulator with highly stable controlled irradiance for solar panel characterization. *Measurement and Control, 52*(3-4), 159-168.
- Wu, M., & Zhang, H. (2017, August). Design and Development of Circuit Board for Serial Interface Technology. In *2nd International Conference on Automatic Control and Information Engineering (ICACIE 2017)* (pp. 26-30). Atlantis Press.