

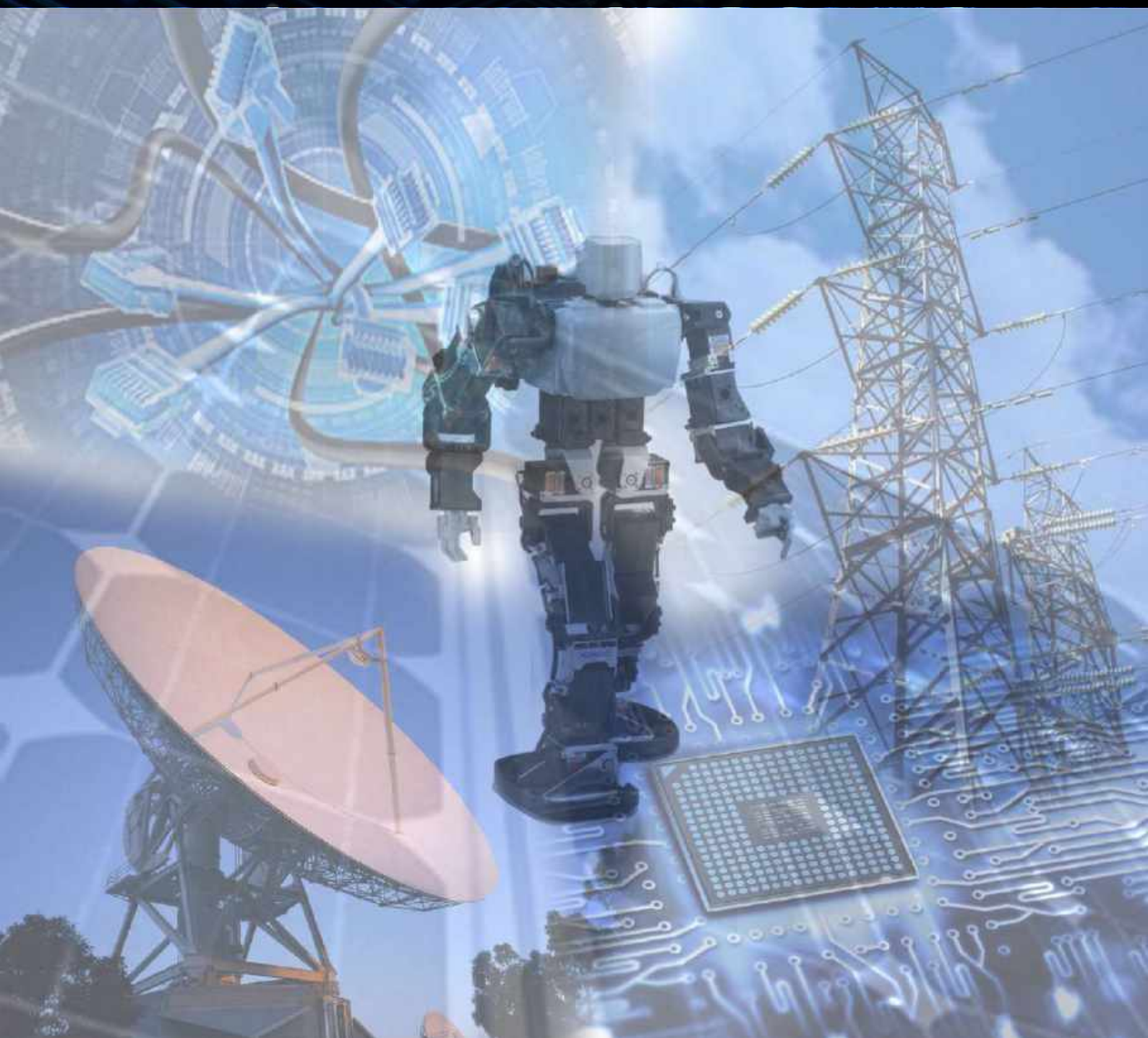
JURNAL

ELECTRICE

p-ISSN 2355-5068
e-ISSN 2622-4852
Terakreditasi Kemenristekdikti (SINTA 4), SK. No.10/E/KPT/2019

Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering

Volume 8, Nomor 2, Oktober 2021



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG



Dewan Redaksi

Penerbit

Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung

Ketua Redaksi

Rudy Kurniawan, S.T., M.T.

Manajer Jurnal

Muhammad Yonggi Puriza, S.T., M.T.

Mitra Bestari

Prof. Ir. Refdinal Nazir, M.S., Ph.D.
Dr. Triwahju H., S.T., M.T.
Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.
Dr. Tedy Juliandhy, S.T., M.Eng.
Dr. Yuli Asmi Rahman, S.T., M.Eng.
Dr. Prajna Deshanta Ibnugraha, S.T., M.T.
Dr. Riko Arlando Saragih, S.T., M.T.
Dr. Sabhan Kanata, S.T., M.Eng.
Anton Yudhana, S.T., M.T., Ph.D.
Made Andik Setiawan, S.S.T., M.Eng., Ph.D.
Wahri Sunanda, S.T., M.Eng.
Hanalde Andre, S.T., M.T.
Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng.
Esa Prakarsa, M.T., Ph.D.
Andri Ashfahani, S.T., M.T.

Editor

Dr. Munirul Ula, S.T., M.Eng.
Mohamad Abdul Hady, S.T., M.T.
Asmar, S.T., M.Eng.
Ghiri Basuki Putra, S.T., M.T.
Welly Yandi, S.Pd., M.T.

Staf Administrasi

Ridwan Andrian, S.T.
Hendy, S.T.

Jurnal Ecotipe terindeks pada:



Alamat Redaksi:

Gedung Dharma Penelitian
Jurusan Teknik Elektro - Fakultas Teknik
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung
Balunujuk, Kab. Bangka, Prov. Kep. Bangka Belitung
Telp. (0717) 4260033 ext. 2125, 2128
Laman : <http://journal.ubb.ac.id/index.php/ecotipe>
e-Mail : jurnal.ecotipe@yahoo.com - jurnal.ecotipe@gmail.com

Kata Pengantar

Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering) Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung saat ini telah terakreditasi oleh Kementerian Riset dan Teknologi berdasarkan SK. No. 10/ E/KPT/2019 dengan peringkat SINTA 4. Saat ini, Jurnal Ecotipe sedang mengajukan perpanjangan akreditasi dan dalam proses penilaian dengan harapan Jurnal Ecotipe mendapatkan penilaian terbaik dan kenaikan peringkat.

Jurnal Ecotipe Vol.8 No.2, Oktober 2021 telah diterbitkan dan terdapat 10 artikel yang berasal dari luar instansi dan dalam instansi Universitas Bangka Belitung. Artikel yang diterbitkan meliputi bidang Teknik Elektronika, Teknik Kontrol, Teknik Telekomunikasi, Teknik Informatika dan Informatika, dan Teknik Listrik/ Ketenagalistrikan.

Penghargaan setinggi-tingginya kami sampaikan kepada Dewan Redaksi, Mitra Bestari/Reviewer, serta Penulis dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan dan penerbitan Jurnal Ecotipe edisi ini. Semoga jurnal ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan keilmuan di bidang Teknik Elektro pada khususnya dan Teknik pada umumnya. Saran dan kritik yang membangun tetap kami harapkan untuk perbaikan Jurnal Ecotipe ke arah yang lebih baik agar Jurnal Ecotipe menjadi jurnal yang berkualitas secara nasional dan internasional.

(Ketua Redaksi)

p-ISSN 2355-5068
e-ISSN 2622-4852



DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
<i>Desain dan Simulasi Buck Konverter dengan Kontrol Logika Fuzzy untuk Pengisian Baterai</i> Azizah Istiqomah Yustikasari, Epyk Sunarno, Putu Agus Mahadi Putra	59-64
<i>Karakterisasi Antena Mikrostrip dengan H-slot untuk Aplikasi Synthetic Aperture Radar Pita X</i> Vahaldyo Arbandy, Rheyuniarto Sahlendar Asthan	65-74
<i>Rancang Bangun Antena Yagi 2400 MHZ untuk Receiver Komunikasi WiFi</i> Gusni Amini Siagian, Lindawati, Sopian Soim	75-84
<i>Rancang Bangun Monitor Jarak Jauh Lampu Penerangan Menggunakan Teknologi Real Time Storage Firebase</i> Ladrena Mesiah, Ali Nurdin, Suroso	85-92
<i>Perancangan Antena Mikrostrip Fractal Minkowski Array pada Frekuensi 3,5G untuk Sistem Komunikasi 5G</i> Raissa Syafira, Syah Alam, Indra Surjati	93-99
<i>Perancangan dan Pembuatan Sterilizer Portabel Sebagai Kontrol Mikrobiologi Produk Pangan</i> Mohamad Syafaat, Wulan Fitriani Safari, Trianto Haryo Nugroho	100-105
<i>Desain dan Implementasi Automatic Fish Machine Sebagai Solusi Pembersih dan Pemotong Ikan Otomatis</i> Darma Sandi, Muhammad Iqbal, Muhammad Yusup, Regita Umami, Suci Dwijayanti	106-111
<i>Rancang Bangun Robot Minuman Menggunakan ATmega 8535 dan Mini Water Pump</i> Edilla, Muhammad Anwardi Pulungan, Amnur Akhyan	112-119
<i>Rancang Bangun Solar Charger Dengan Maximum Power Point Tracking (MPPT) dan Kontrol Proportional Integral Derivative (PID) Untuk Pengisian Baterai Lithium-Ion</i> Novie Ayub Widarko, Irianto, Agus Tami	120-130
<i>Rancang Bangun Aplikasi Bahan Habis Pakai di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung</i> Asmar, Ridwan Andrian	131-135

Desain dan Simulasi *Buck Converter* dengan Kontrol Logika Fuzzy Untuk Pengisian Baterai

Azizah Istiqomah Yustikasari¹, Epyk Sunarno², Putu Agus Mahadi Putra³

Program Studi Teknik Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya¹

Program Studi Teknik Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya²

Program Studi Teknik Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya³

*azzhistiqomahyst7@gmail.com¹, epyk@pens.ac.id², mahadi@pens.ac.id³

ABSTRACT

Along with the increasing demand for energy, Indonesia has begun to turn to developing alternative energy. Alternative energy that has great potential is solar energy. With the help of solar panels, solar energy will be converted directly into electrical energy. Given that the intensity of sunlight varies, to maximize the conversion process of solar energy, energy is stored in batteries. In the process of storing energy into the battery, the output voltage of the solar panel will vary following the irradiation captured by the solar panel. To adjust the solar panel output voltage, a buck type converter and fuzzy logic control are used to keep the converter output voltage stable. From the results of the system that has been simulated in MATLAB software, the buck converter is able to adjust the solar panel output voltage and fuzzy logic control can run well. The solar panel output voltage for the battery charging process with a capacity of 45 Ah 12 V can be stable between 14.4 V to 14.26 V from the reference voltage for battery charging of 14.4 V with irradiation captured by the solar panel between 1000 W/m² to 400 W/m². By using fuzzy logic control the average error of the buck converter output voltage is 0.37%, it shows that the error obtained is not significant, so fuzzy logic control can be used to control the battery charging voltage so that it is stable.

Keywords: *Buck Converter, Battery Charging, Fuzzy Logic Control, Solar energy.*

INTISARI

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi, Indonesia mulai beralih untuk mengembangkan energi alternatif. Energi alternatif yang mempunyai potensi besar ialah energi surya. Dengan bantuan panel surya, energi surya akan dikonversi secara langsung menjadi energi listrik. Mengingat bahwa intensitas cahaya matahari yang berubah-ubah, untuk memaksimalkan proses konversi energi surya dilakukan penyimpanan energi ke dalam baterai. Dalam proses penyimpanan energi ke baterai, tegangan keluaran panel surya akan berubah-ubah mengikuti iradiasi yang ditangkap oleh panel surya. Untuk mengatur tegangan keluaran panel surya digunakan *converter* jenis *buck* dan kontrol logika fuzzy untuk menjaga tegangan keluaran *converter* agar stabil. Dari hasil sistem yang telah disimulasikan pada *software* MATLAB, *buck converter* mampu mengatur tegangan keluaran panel surya dan kontrol logika fuzzy dapat berjalan dengan baik. Tegangan keluaran panel surya untuk proses pengisian baterai dengan kapasitas 45 Ah 12 V dapat stabil diantara 14,4 V sampai 14,26 V dari tegangan referensi untuk pengisian baterai sebesar 14,4 V dengan iradiasi yang ditangkap oleh panel surya antara 1000 W/m² sampai 400 W/m². Dengan menggunakan kontrol logika fuzzy rerata *error* dari tegangan keluaran *buck converter* sebesar 0,37%, hal tersebut menunjukkan bahwa *error* yang didapat tidak signifikan, sehingga kontrol logika fuzzy dapat digunakan untuk kontrol tegangan pengisian baterai agar stabil.

Kata kunci: *Buck Converter, Energi Surya, Kontrol Logika Fuzzy, Pengisian Baterai.*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi akan semakin meningkat setiap tahun, pemakaian energi di Indonesia masih mengandalkan sumber daya energi minyak bumi yang memiliki keterbatasan persediaan [1]. Banyak negara

termasuk Indonesia yang mulai beralih untuk mengembangkan energi terbarukan, untuk mendapatkan sumber energi alternatif. Salah satu sumber energi alternatif yang mempunyai potensi besar ialah energi surya, selain ketersediaannya tidak

akan pernah habis, energi surya juga ramah lingkungan dan dapat diandalkan [2].

Dalam pemanfaatan energi surya digunakan panel surya untuk konversi tenaga surya menjadi tenaga listrik secara langsung. Terlepas dari keuntungan energi surya sebagai energi alternatif, panel surya memiliki kekurangan dalam proses konversi energi surya berkaitan dengan sinar matahari bersifat intermiten, karena dipengaruhi oleh waktu, iklim, polusi, dan musim [3]. Sehingga dilakukan penyimpanan energi ke dalam baterai untuk memaksimalkan proses konversi tenaga surya menjadi tenaga listrik.

Dalam proses penyimpanan energi tersebut, tegangan keluaran dari panel surya tidak stabil [4]. Oleh karena itu, tegangan panel surya akan diatur agar stabil oleh kontrol logika fuzzy dengan topologi *buck converter*. *Buck converter* merupakan topologi *DC-DC Converter* dimana nilai dari tegangan keluaran yang dihasilkan bernilai lebih kecil dari tegangan masukan. Kontrol logika fuzzy digunakan untuk mengatur nilai *duty cycle* pada *buck converter*, sehingga tegangan keluaran dari *buck converter* dapat disesuaikan dengan tegangan yang dibutuhkan untuk proses pengisian baterai.

II. LANDASAN TEORI

A. Panel Surya

Panel surya merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Listrik yang dikeluarkan oleh panel surya dipengaruhi beberapa hal seperti, iradiasi yang ditangkap oleh panel surya, sudut posisi dari modul panel surya, suhu panel surya, dan beda potensial antara panel surya dengan beban (seperti baterai) [5]. Semakin besar iradiasi dan semakin rendah suhunya, semakin besar daya yang dihasilkan oleh panel surya dan sebaliknya. Sementara lebih banyak bayangan yang menutupi panel surya akan membuat daya yang dihasilkan oleh panel surya semakin kecil dan sebaliknya [6].

Spesifikasi dari panel surya yang digunakan pada sistem ini disajikan pada Tabel 1.

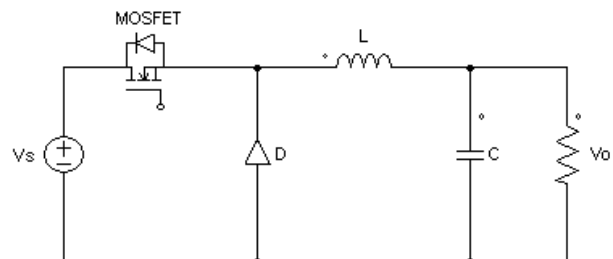
Tabel 1. Spesifikasi panel surya

Parameter	Nominal
Model Type	100 W
Maximum Power (Pmax)	100 W ± 3%
Voltage at Pmax (Vmax)	18 V
Current at Pmax (Imax)	5,56 A
Open Circuit Voltage (Voc)	22 V
Short Circuit Current (Isc)	6,06 A
Series Connected	2

B. Buck Converter

Buck Converter merupakan jenis *non isolated DC-DC converter* yang digunakan untuk menurunkan tegangan masukan dengan melakukan pengaturan nilai *duty cycle*.

Buck converter beroperasi dalam 2 kondisi, yaitu ketika saklar tertutup dan ketika saklar terbuka. Pada saat kondisi saklar tertutup (kondisi *ON*), dioda berada dalam kondisi *reverse-biased*, maka dioda terbias mundur sehingga arus induktor mengalir menuju beban dan menjadikan tegangan induktor bernilai positif. Karena perubahan arus adalah konstan positif, maka arus naik secara linier. Pada saat kondisi saklar terbuka (kondisi *OFF*), dioda berada dalam kondisi *forward-biased*, maka dioda menjadi bias maju yang menyebabkan arus induktor akan mengalir ke sisi beban [3],[7].



Gambar 1. Rangkaian *buck converter*

Gambar 1 menunjukkan rangkaian dasar dari *buck converter* dan persamaan (1) sampai (3) digunakan untuk memodelkan *buck converter* agar dapat bekerja pada kondisi mode konduksi kontinu (*Continuous Conduction Mode/CCM*).

$$V_o = V_{in} \times D \tag{1}$$

$$L = \frac{V_o \times (1-D)}{\Delta i_L \times f} \quad (2)$$

$$C = \frac{1-D}{8 \times L \times \left(\frac{\Delta V_o}{V_o}\right) \times f^2} \quad (3)$$

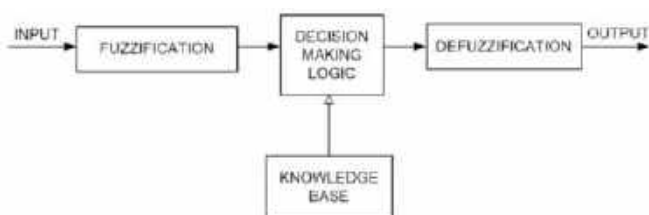
Keterangan:

- Δi_L = Riak arus induktor (A)
- ΔV_o = Riak tegangan kapasitor (V)
- C = Nilai kapasitor (F)
- D = Duty cycle (%)
- F = Frekuensi *switching* (Hz)
- L = Nilai induktor (H)
- V_o = Tegangan keluaran (V)
- V_{in} = Tegangan masukan (V)

C. Kontrol Logika Fuzzy

Logika fuzzy diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh pada tahun 1965. Merupakan metode yang mempunyai kemampuan untuk memproses variabel yang bersifat kabur atau tidak dapat dideskripsikan secara pasti seperti tinggi, lambat, bising, dan lain-lain. Logika fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1.

Kontrol logika fuzzy berarti kontrol rangkaian tertutup dari proses teknis, termasuk pengolahan nilai yang terukur, berasal dari variabel terukur, dan set poin. Variabel keluaran dalam bentuk variabel pengoreksi. Transformasi harus dilakukan antara masukan dan variabel keluaran dari proses dan dunia fuzzy (*fuzzifikasi, defuzzifikasi*) komponen inti pengendalian fuzzy terdiri dari linguistik aturan dasar (*rule base*) dan kesimpulan (*inference*) [8].



Gambar 2. Blok diagram kontrol logika fuzzy

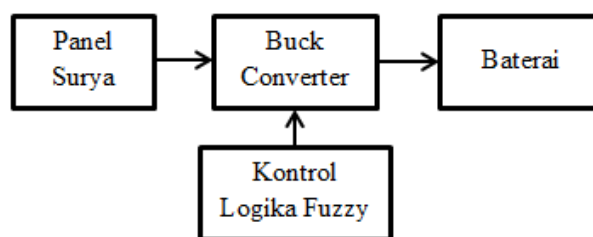
Kontrol logika fuzzy digolongkan ke dalam kontrol cerdas (*intelligent control*). Alasan masih digunakannya logika fuzzy sampai sekarang [9], yaitu:

1. Konsep fuzzy *logic* mudah dimengerti,

2. Fuzzy *logic* bersifat fleksibel dan memiliki toleransi terhadap data yang kurang tepat,
3. Fuzzy *logic* mampu membentuk fungsi non linier yang kompleks dan didasari pada bahasa alami.

III. METODE PENELITIAN

Perencanaan dari sistem yang akan dibuat dapat dilihat melalui blok diagram pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok diagram sistem

Sistem ini dirancang dengan sumber panel surya, dengan tegangan masukan DC sebesar 44 V yang dihasilkan oleh dua buah panel surya yang disusun secara seri. Tegangan tersebut akan diatur nilainya menjadi 14,4 V melalui *buck converter* untuk melakukan pengisian baterai dengan kapasitas 45 Ah 12 V. Kontrol logika fuzzy dirancang untuk menjaga tegangan keluaran dari *buck converter* agar stabil sebagai tegangan pengisian baterai.

A. Perancangan Buck Converter

Buck converter digunakan untuk mengatur tegangan panel surya agar dapat sesuai nilainya dengan tegangan yang dibutuhkan pada proses pengisian baterai. Dengan bantuan kontrol logika fuzzy tegangan keluaran dari *buck converter* akan dijaga nilainya agar stabil. Tabel 2 merupakan parameter perancangan *buck converter* yang digunakan pada sistem.

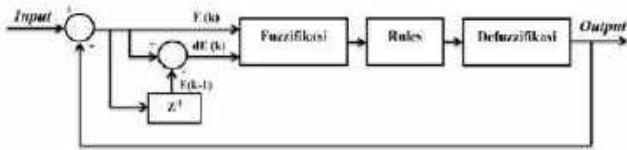
Tabel 2. Parameter *buck converter*

Parameter	Nominal
Input Voltage (V_{in})	44 V
Switching Frequency (f_s)	40 kHz
Output Voltage (V_{out})	14,4 V
Output Current (I_{out})	4,5 A
Duty Cycle	33 %
Inductor (L)	268 μ H
Capacitor (C)	97,656 μ F

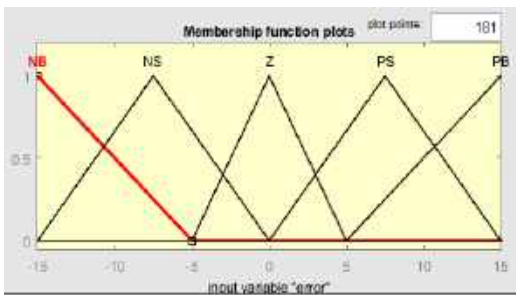
B. Perancangan Kontrol Logika Fuzzy

Kontrol logika fuzzy berfungsi sebagai sistem kontrol PWM untuk kontrol tegangan (*voltage control*) keluaran dari *buck converter*. Kontrol tegangan ini digunakan untuk melakukan pengisian baterai. Fuzzy yang digunakan adalah *Fuzzy Type-1*, dengan variabel masukan fuzzy yang digunakan ialah nilai tegangan keluaran *buck converter* yang nantinya akan diolah melalui *Fuzzy Inference System* dan diubah dalam derajat keanggotaan pada fungsi keanggotaan *Error* dan *Delta Error*. Sehingga keluaran fuzzy akan mengatur besarnya *duty cycle* PWM untuk *switching* pada rangkaian *buck converter*.

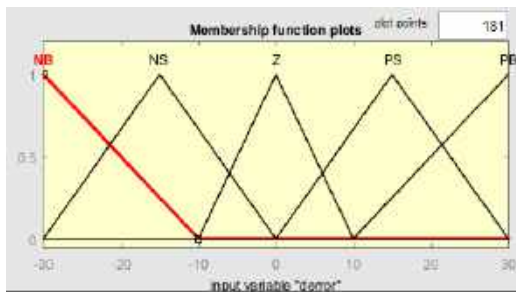
Error (E) adalah perbedaan nilai antara tegangan referensi dengan tegangan yang terbaca oleh sensor. Sedangkan *Delta Error* (dE) adalah perbedaan nilai antara *error* saat ini dengan *error* sebelumnya. Blok diagram dari kontrol logika fuzzy untuk sistem ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Blok diagram kontrol logika fuzzy



(a)



(b)

Gambar 5. Fungsi keanggotaan (a) *Error*; (b) *Delta Error*

Dari fungsi keanggotaan yang telah ditentukan, dapat dibentuk *rule base* yang dapat dilihat seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Perencanaan *rule base*

E / dE	NB	NS	Z	PS	PB
NB	NB	NB	NB	NS	Z
NS	NB	NB	NS	Z	PS
Z	NB	NS	Z	PS	PB
PS	NS	Z	PS	PB	PB
PB	Z	PS	PB	PB	PB

Keterangan:

NB = *Negative Big*

NS = *Negative Small*

Z = *Zero*

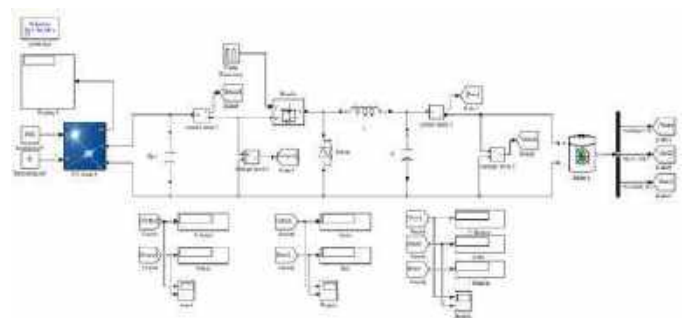
PS = *Positive Small*

PB = *Positive Big*

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Simulasi Open Loop

Simulasi dilakukan menggunakan *software* MATLAB. Dengan menghubungkan panel surya sebagai sumber masukan dari *buck converter*, tegangan keluaran dari *buck converter* akan digunakan sebagai tegangan pengisian baterai. Pada sistem *open loop* (rangkaiannya terbuka) seperti yang ditunjukkan Gambar 6 simulasi dilakukan dengan mengubah nilai *duty cycle* secara manual untuk mendapatkan tegangan keluaran dari *buck converter* sebesar 14,4 V. Data hasil simulasi *open loop* ditunjukkan pada Tabel 4, perubahan iradiasi panel surya sebagai acuan dalam pengambilan data.



Gambar 6. Rangkaian simulasi *open loop*

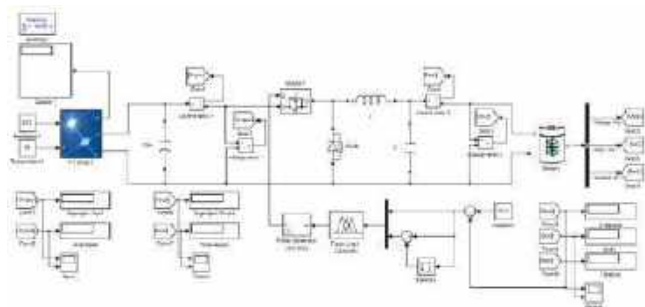
Tabel 4. Data simulasi pengisian baterai *open loop*

Iradiasi (W/m ²)	Vin (V)	Set Point (V)	Vout (V)	Iin (A)	Iout (A)	Duty Cycle	Error (%)
1000	42,29	14,4	14,77	1,10	5,07	33%	2,57
800	41,97	14,4	14,58	1,03	4,73	35%	1,25
600	41,27	14,4	14,34	1,11	4,27	36%	0,42
400	37,91	14,4	14,68	1,05	4,90	37%	1,94
Rata-Rata Error							1,55

Dari data simulasi pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa tegangan keluaran *buck converter* untuk pengisian baterai sebesar 14,77 V sampai 14,68 V. Nilai tersebut melebihi tegangan referensi (*set point*) dan tidak stabil. Rerata *error* yang dihasilkan dari simulasi *open loop* ialah sebesar 1,55%.

B. Simulasi Close Loop

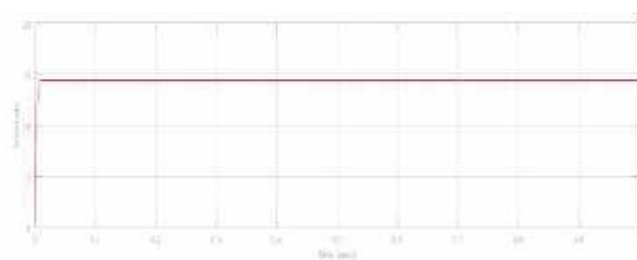
Simulasi *close loop* sistem pada proses pengisian baterai dilakukan dengan menambahkan kontrol logika fuzzy untuk menjaga tegangan keluaran dari *buck converter* agar stabil, dapat dilihat pada Gambar 7. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan dengan menambahkan kontrol logika fuzzy pada sistem mampu menjaga tegangan keluaran dari *buck converter* ±14,4 V dengan persentasi rerata *error* lebih kecil dari sistem tanpa kontrol (*open loop*) sebesar 0,37%. Data simulasi *close loop* ditunjukkan pada Tabel 5. Grafik perbandingan tegangan keluaran *buck converter* tanpa kontrol dan menggunakan kontrol fuzzy disajikan pada Gambar 10, menunjukkan bahwa tegangan keluaran menggunakan kontrol logika fuzzy lebih stabil dan mendekati tegangan referensi yang telah ditentukan.



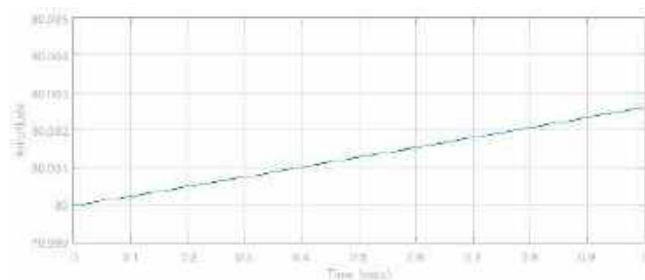
Gambar 7. Rangkaian simulasi *close loop*

Tabel 5. Data simulasi pengisian baterai *close loop*

Iradiasi (W/m ²)	Vin (V)	Iin (A)	Set Point (V)	Vout (V)	Iout (A)	Error (%)
1000	42,76	1,18	14,4	14,41	4,392	0,03
800	42,14	1,04	14,4	14,39	4,371	0,07
600	41,28	1,129	14,4	14,34	4,267	0,42
400	40,92	1,714	14,4	14,26	2,454	0,97
Rata-Rata Error						0,37

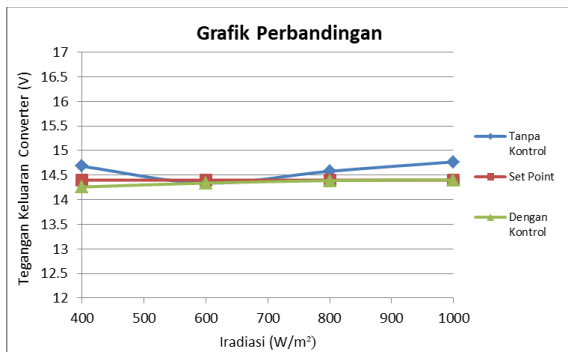


Gambar 8. Tegangan pengisian pada baterai saat *close loop*



Gambar 9. SOC pada baterai

Gambar 8 menunjukkan bentuk gelombang dari tegangan pengisian baterai dengan menggunakan kontrol logika fuzzy. Kemudian, pada Gambar 9 ialah proses pengisian baterai dengan SOC baterai sebesar 80%, terjadi proses kenaikan gelombang dari SOC awal sebesar 80% menjadi 80,0025% selama 1 detik yang menunjukkan bahwa terjadi proses pengisian daya pada baterai.



Gambar 10. Grafik perbandingan tegangan keluaran buck converter tanpa kontrol dan dengan kontrol fuzzy

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan proses simulasi menggunakan MATLAB dengan membandingkan dua kondisi, yaitu *open loop* (tanpa kontrol fuzzy) dan *close loop* (dengan kontrol fuzzy), *buck converter* yang dirancang mampu menurunkan nilai tegangan dari sumber panel surya untuk melakukan pengisian baterai. *Buck converter* dengan kontrol logika fuzzy dapat memberikan tegangan keluaran yang stabil untuk proses pengisian baterai ketika nilai iradiasi berubah-ubah. Kontrol logika fuzzy pada sistem mampu menekan nilai *error* dari tegangan keluaran *converter* dari 1,55% menjadi 0,37%.

REFERENSI

[1] Imam Kholiq, "Pemanfaatan Energi Alternatif Sebagai Energi Terbarukan Untuk Mendukung Substitusi BBM", Jurnal IPTEK Vol. 19 No. 2, Desember 2015, hal. 75-91.

[2] L. P. S. Raharja, R. P. Eviningsih, I. Ferdiansyah, D. S. Yanaratri, "Penggunaan Daya Panel Surya Dengan MPPT Bisection Pada Proses Charging Baterai", Jurnal Teknologi Terpadu Vol. 9 No.1, April 2021, hal. 24-33.

[3] A. S. Pratiwi, S. D. Nugraha, E. Sunarno, "Desain dan Simulasi Bidirectional DC-DC Converter Untuk Penyimpan Energi Pada Sistem Fotovoltaik", Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Vol. 9 No. 3, Agustus 2020, hal. 305-310.

[4] A. Maulidiyah, A. P. Parastiwi, D. Dewatama, "Perancangan dan Realisasi Buck & Boost Converter Menggunakan Algoritma Maximum Power Point Tracker dengan Kontrol Fuzzy Logic pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya", Jurnal Elkolind, Mei 2017, Vol.04, No. 1, hal. 30-36.

[5] H. N. Shoumi, I. Sudiharto, E. Sunarno, "Design of the CUK Converter with PI Controller for Battery Charging", 2020 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic). IEEE, 2020.

[6] A. R. Nansur, A. S. L. Hermawan, F. D. Murdianto, "Constant voltage control using fuzzy logic controller (FLC) to overcome the unstable output voltage of MPPT in DC microgrid system", 2018 International Electronics Symposium on Engineering Technology and Applications (IES-ETA). IEEE, 2018.

[7] S. T. Aprilyani, I. Irianto, dan E. Sunarno, "Desain dan Komparasi Kontrol Kecepatan Motor DC", Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering) Vol. 7 No. 2, hal. 127-134.

[8] D. Dewatama, M. Fauziyah, dan H. K. Safitri, "Optimasi Buck Converter Pada Tree Menggunakan Kontrol Logika Fuzzy", JURNAL ELTEK Vol.15 No.2, hal. 36-51.

[9] Sri Kusumadewi dan Hari Purnomo, "Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan", 2010.

[10] D.W. Hart, "Power Electronics", New York, USA: McGraw-Hill, 2010.

[11] Timothy J. Ross, "Fuzzy Logic With Engineering Application", John Wiley & Sons, Ltd.University of New Mexico.Third Edition.

Karakterisasi Antena Mikrostrip dengan *H-Slot* Untuk Aplikasi *Synthetic Aperture Radar* Pita X

Valahdyo Arbandy¹, Rheyuniarto Sahlendar Asthan²

Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia¹

Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia²

*rheyuniarto.asthan@el.itera.ac.id

ABSTRACT

A square patch microstrip antenna for X-band synthetic aperture radar has been designed and simulated using proximity coupling method. An H-shaped slot is added at the center of the patch to produce wide bandwidth. Parameter study is carried out during simulation by varying the physical parameters of the antenna to investigate the effect to its performances. Antenna characterization is also performed by comparing the microstrip antenna with and without slot to the conventional microstrip antenna. The final dimensions of the microstrip antenna with H-slot is 11.1mm × 11.1mm. The simulation results show that the proposed antenna yields fractional bandwidth of 34.23% in the range frequency of 7.95GHz to 11.23GHz and peak gain of 4.08dB at the frequency of 10.6GHz.

Keywords : *Synthetic Aperture Radar (SAR), Microstrip Antenna, H-Slot, Proximity Coupling.*

INTISARI

Antena mikrostrip *patch* berbentuk persegi untuk aplikasi *synthetic aperture radar* pita X telah dirancang dan disimulasikan menggunakan teknik pencatutan *proximity coupling*. Pada bagian tengah *patch* ditambahkan *slot* berbentuk “H” untuk menghasilkan *bandwidth* lebar. Studi parameter dilakukan dengan mengubah parameter fisik antena untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja antena. Karakterisasi antena juga dilakukan dengan membandingkan rancangan antena mikrostrip tanpa *slot* dan dengan *slot* terhadap antena mikrostrip konvensional. Dimensi akhir rancangan antena mikrostrip dengan *H-slot* adalah 11,1mm×11,1mm. Hasil simulasi menunjukkan bahwa antena yang diusulkan menghasilkan *bandwidth* fraksional sebesar 34,23% pada rentang frekuensi 7,95GHz sampai 11,23GHz dan *gain* puncak sebesar 4,08dB pada frekuensi 10,6GHz.

Kata kunci: *Synthetic Aperture Radar (SAR), Antena Mikrostrip, H-Slot, Proximity Coupling.*

I. PENDAHULUAN

Synthetic aperture radar (SAR) merupakan sistem radar yang dimaksudkan untuk meningkatkan resolusi azimut [1]. Sistem ini umumnya diaplikasikan untuk mengobservasi bumi dari udara atau ruang angkasa. Secara umum, sistem ini memancarkan gelombang elektromagnetik ke permukaan bumi dan mengambil data berupa citra beresolusi tinggi. SAR diketahui mampu beradaptasi dalam berbagai macam situasi dan kondisi cuaca. Sistem ini dapat ditemukan pada satelit mikro, *airborne*, dan/atau *unmanned aerial vehicle* (UAV) di berbagai pita frekuensi. Untuk

mendukung transmisi data berupa citra dengan resolusi tinggi diperlukan sebuah antena dengan *bandwidth* lebar dan memiliki bentuk yang sederhana.

Antena mikrostrip merupakan salah satu tipe antena yang umumnya digunakan untuk aplikasi militer ataupun komersial, seperti radar, penginderaan, komunikasi bergerak, dan aplikasi lainnya. Pada antena mikrostrip konvensional, *bandwidth* yang dihasilkan cenderung sempit, *gain* kecil, serta efisiensinya rendah. Kekurangan tersebut membuat antena tipe ini sulit digunakan sebagai antena radar, terutama untuk sistem radar yang membutuhkan *bandwidth* lebar. Namun, hal tersebut dapat diatasi

dengan melakukan modifikasi pada antenna melalui penerapan teknik pelebaran *bandwidth*.

Penelitian mengenai pelebaran *bandwidth* pada antenna mikrostrip telah dilakukan pada penelitian [2]–[5]. Pada penelitian [2], pelebaran dilakukan dengan menggunakan medium dielektrik yang lebih tebal serta menggunakan permitivitas relatif yang kecil dan mampu meningkatkan *bandwidth* sebesar 8%. Akan tetapi, metode tersebut sulit diimplementasikan karena ketebalan medium dielektrik sulit divariasikan dan apabila ingin menggunakan permitivitas relatif yang kecil, dibutuhkan biaya yang lebih mahal. Pada penelitian [3], bagian tepi *patch* pada kedua sisi dihubungkan dengan *shorting via* dan mampu menghasilkan *bandwidth* fraksional lebih dari 10%. Konfigurasi antenna mikrostrip dengan celah udara diantara *ground plane* dan substrat yang dikombinasikan dengan *defected ground structure* serta *via* menghasilkan *bandwidth* hingga 50% [4]. Meskipun demikian, dibutuhkan tingkat akurasi yang tinggi dalam mengatur besarnya celah udara diantara elemen antenna. Sementara itu, pada penelitian [5] dilakukan modifikasi elemen peradiasi dengan menambahkan celah atau *slot* pada bagian *patch*.

Antena mikrostrip dengan *slot* memiliki beberapa keuntungan, yaitu dapat menghasilkan *bandwidth* lebar, konfigurasi sederhana, dan fabrikasi lebih mudah dilakukan. Penelitian terkait metode pelebaran *bandwidth* menggunakan *slot* untuk antenna mikrostrip telah banyak dilakukan. Pada penelitian [6]–[7] dilakukan perancangan antenna menggunakan *slot* berbentuk “U” dan *bandwidth* fraksional yang dihasilkan masing-masing adalah sebesar 15,8% dan 6,3%. Namun, struktur antenna menjadi lebih tebal karena antenna dikonfigurasi menggunakan tiga layer [6]. Pada penelitian [8] dilakukan penambahan *slot* berbentuk “E” dan menghasilkan *bandwidth* fraksional yang tinggi yaitu sebesar 30%. Akan tetapi, dimensi antenna sangat besar dengan ukuran *patch* lebih besar dua kali lipat dari antenna mikrostrip pada umumnya. Antena mikrostrip konvensional dengan *slot* berbentuk “H” telah dilakukan pada penelitian [9] dan menghasilkan *bandwidth* fraksional sebesar 12,5%.

Artikel ini membahas mengenai karakterisasi antenna mikrostrip *patch* persegi dengan *slot* berbentuk “H”. Antena dikonfigurasi menggunakan pencatutan *proximity coupling* menggunakan 2 lapis substrat dengan permitivitas relatif serta ketebalan substrat yang

sama. Dengan pencatutan ini, polarisasi silang dapat dihindari. Integrasi penggunaan *slot* dan pencatutan *proximity coupling* diharapkan dapat meningkatkan *bandwidth* antenna secara signifikan. Karakterisasi antenna dengan membandingkan antenna tanpa *slot* dan dengan *slot* untuk mengetahui kinerja antenna secara keseluruhan juga dilakukan, khususnya dalam hal peningkatan *bandwidth*. Antena yang dirancang diharapkan dapat bekerja pada pita X dengan frekuensi resonansi sebesar 9,4GHz untuk aplikasi SAR.

II. LANDASAN TEORI

A. Synthetic Aperture Radar

Synthetic aperture radar (SAR) umumnya digunakan untuk melakukan pencitraan terhadap permukaan bumi. Cara kerja sistem SAR, yaitu mengambil data secara berurutan dari antenna yang panjangnya lebih pendek kemudian digabungkan untuk mensimulasikan antenna yang panjangnya jauh lebih besar secara elektronik, sehingga memberikan citra dengan resolusi lebih tinggi.

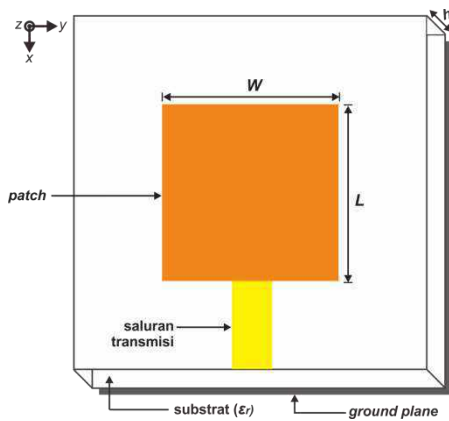
Sistem SAR dapat memberikan resolusi citra yang lebih tinggi tanpa pemrosesan yang rumit. Dengan menggunakan SAR, antenna dengan apertur besar yang mengakibatkan penambahan beban pada *platform* antenna (satelit, UAV, pesawat, dan sebagainya) dapat digantikan fungsinya dengan antenna yang lebih kecil. Panjang gelombang adalah sesuatu yang penting untuk dipertimbangkan saat merancang antenna untuk aplikasi SAR karena ini menentukan bagaimana gelombang radar berinteraksi dengan permukaan dan seberapa jauh sinyal dapat menembus ke dalam. Misalnya, radar pita X, yang beroperasi pada panjang gelombang sekitar 3cm, memiliki kemampuan yang sangat kecil untuk menembus ke dalam hutan berdaun lebar, dengan demikian sebagian besar berinteraksi dengan daun di bagian atas kanopi pohon.

Pada penelitian ini dipilih frekuensi 9,4GHz (pita X) sebagai frekuensi resonansi dari antenna karena ditujukan untuk pemantauan untuk perkotaan dengan tutupan vegetasi yang rendah. Penggunaan frekuensi tinggi ini memiliki beberapa keuntungan, seperti antenna yang lebih kecil sehingga semakin mudah dibawa dan dipasang pada berbagai macam *platform*, frekuensi yang lebih tinggi sehingga memberikan lebih banyak *bandwidth*, dalam hal ini dapat mengirim informasi lebih banyak dalam interval waktu yang

singkat dibandingkan antenna frekuensi rendah, dan juga pada frekuensi ini jarang terkena interferensi perangkat sekitar.

B. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip terdiri dari elemen peradiasi (*patch*) yang tipis dengan ketebalan lebih kecil dari panjang gelombang di udara (λ_0), serta *ground plane* yang dipisahkan oleh substrat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pencatuan dari sumber menuju *patch* dilakukan melalui perantara berupa saluran transmisi. Antena mikrostrip memiliki bentuk yang sederhana, namun *bandwidth* yang dihasilkan sangat kecil, yaitu 2% hingga 5% untuk antena tunggal dengan ketebalan substrat kurang dari $0,02\lambda_0$. Pada antena mikrostrip konvensional, *patch* dan saluran transmisi umumnya menempel tepat di atas substrat. Umumnya, *patch* antena berbentuk persegi, persegi panjang, atau sirkular cenderung banyak digunakan karena memiliki bentuk yang sederhana, serta mudah dianalisis dan difabrikasi. Panjang *patch* (L), tanpa memperhitungkan efek *fringing*, dapat dihitung menggunakan Persamaan (1) [10], dimana c dan f_r masing-masing adalah kecepatan perambatan di udara dan frekuensi resonansi antena.



Gambar 1. Konfigurasi antena mikrostrip

$$L = \frac{c}{2f_r\sqrt{\epsilon_r}} \tag{1}$$

Pada antena mikrostrip, substrat dimaksudkan untuk menjaga jarak yang dibutuhkan antara *patch* dan *ground plane*. Kinerja dari suatu antena akan berpengaruh terhadap permitivitas relatif, $\tan\delta$, serta ketebalan substrat. Dengan mengacu pada Persamaan (1), semakin besar nilai permitivitas relatif, maka

dimensi *patch* semakin kecil, dan sebaliknya. Pemilihan substrat yang tebal dengan permitivitas relatif kecil dapat meningkatkan *bandwidth* antena, namun dimensi yang dihasilkan menjadi lebih besar.

Lebar saluran transmisi (W_f) untuk teknik pencatuan secara langsung maupun tidak langsung berbentuk saluran mikrostrip dapat dihitung menggunakan Persamaan (2) atau (3) [11]. Parameter yang perlu diketahui, yaitu impedansi karakteristik (Z_0), ketebalan substrat (h), dan permitivitas relatif (ϵ_r).

untuk $\frac{W_f}{h} \leq 2$

$$\frac{W_f}{h} = \frac{8e^A}{e^{2A} - 2} \tag{2}$$

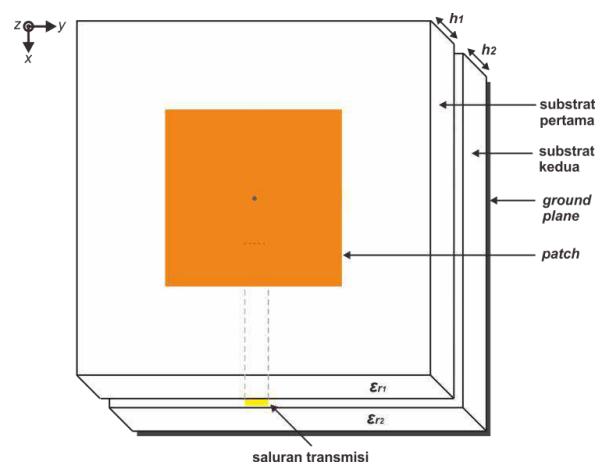
untuk $\frac{W_f}{h} > 2$

$$\frac{W_f}{h} = \frac{2}{\pi} \left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left(\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right) \right] \tag{3}$$

dimana,

$$A = \frac{Z_0}{60} \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1}} \left[0,23 + \frac{0,11}{\epsilon_r} \right]$$

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$



Gambar 2. Teknik pencatuan *proximity coupling*

C. Teknik Pencatuan Proximity Coupling

Proximity coupling merupakan teknik pencatuan tidak langsung, dimana saluran transmisi dan patch secara fisik tidak terhubung secara elektromagnetik. Teknik ini memiliki kelebihan dalam hal peningkatan bandwidth antenna, serta menghasilkan radiasi spurious yang rendah, namun fabrikasi antenna dengan pencatuan ini cenderung lebih sulit dilakukan dibandingkan pencatuan langsung. Konfigurasi teknik pencatuan dengan proximity coupling diperlihatkan pada Gambar 2. Bagian patch diletakkan pada bagian atas substrat pertama, sementara saluran transmisi dan ground plane masing-masing diletakkan pada bagian atas dan bawah substrat kedua.

D. Metode Pelebaran Bandwidth dengan Slot

Pelebaran bandwidth menggunakan slot dilakukan dengan membuat celah atau kerusakan pada bagian patch antenna. Penambahan slot pada elemen peradiasi (patch) akan mengganggu distribusi gelombang yang diradiasikan serta menyebabkan luas area patch berkurang dan rugi-rugi konduktor (ohmic) juga berkurang sehingga mengakibatkan menurunnya faktor kualitas antenna, dimana faktor kualitas berbanding terbalik dengan bandwidth antenna [10]. Bentuk slot yang umumnya digunakan untuk meningkatkan lebar bandwidth, yaitu persegi, dogbone, bowtie, "H", "U", "L", dan hourglass. Dimensi slot dapat dihitung menggunakan Persamaan (4) dan (5) [10],

$$L_{slot} = \frac{L}{2,72} \tag{4}$$

$$W_{slot} = \frac{L}{27,2} \tag{5}$$

dimana L_{slot} adalah panjang slot dan W_{slot} adalah lebar slot.

III. PERANCANGAN DAN SIMULASI ANTENA

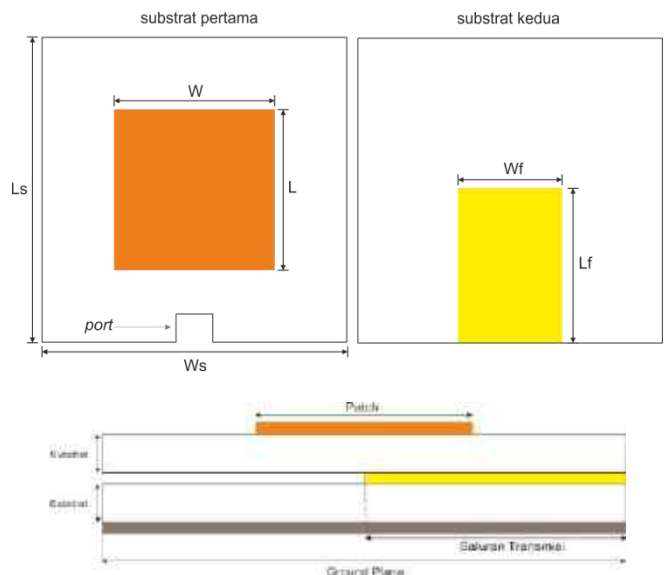
A. Kriteria Perancangan

Antena mikrostrip dengan slot berbentuk "H" dirancang dalam upaya memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan untuk aplikasi SAR pita X, yang mencakup frekuensi resonansi, koefisien refleksi dan voltage standing wave ratio (VSWR), bandwidth fraksional (FBW), serta gain antenna. Adapun kriteria yang diinginkan dicapai dalam perancangan dan simulasi antenna

yang dilakukan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai koefisien refleksi di bawah -10dB (VSWR <2) menyatakan bahwa daya yang dipantulkan balik ke sumber adalah kurang dari 10% dari daya yang dicatukan ke elemen peradiasi. Sementara itu, bandwidth fraksional dihitung dengan membandingkan lebar bandwidth impedansi (saat koefisien refleksi -10dB) terhadap frekuensi tengah antenna.

Tabel 1. Kriteria perancangan antenna

Parameter	Nilai
Frekuensi resonansi	9,4GHz
Koefisien refleksi	<-10dB
VSWR	<2
Bandwidth fraksional	>25%
Gain	3dB

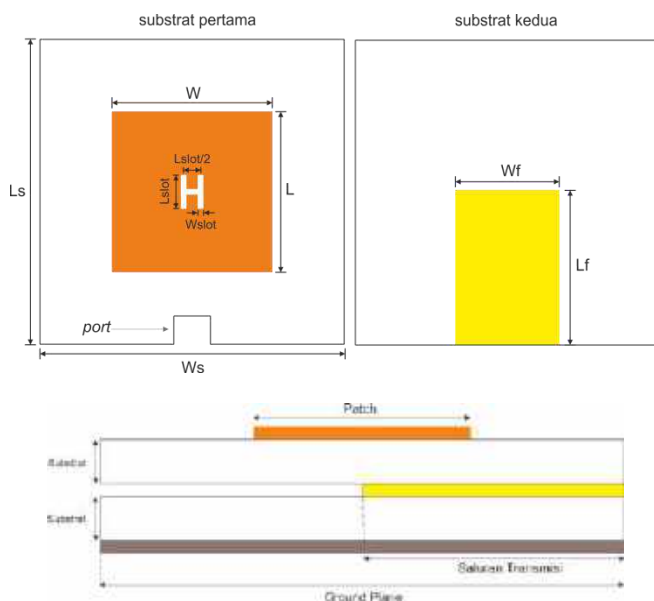


Gambar 3. Konfigurasi rancangan antenna mikrostrip tanpa slot dengan pencatuan proximity coupling

B. Konfigurasi Antena

Pada rancangan antenna mikrostrip tanpa slot, elemen patch dicatu menggunakan teknik pencatuan proximity coupling. Antena dikonfigurasi menggunakan 2 lapis substrat dengan permitivitas relatif dan ketebalan yang sama. Elemen patch dan saluran transmisi dipisahkan oleh substrat pertama, sementara ground plane diletakkan pada bagian bawah dari substrat kedua. Teknik pencatuan menggunakan 2 lapis substrat ini diterapkan untuk meningkatkan bandwidth dari antenna konvensional. Pada rancangan antenna ini, terdapat bagian tambahan yaitu jalur disipasi (penyisipan saluran transmisi dibagian bawah

patch) yang ditetapkan panjang awalnya dari tepi patch hingga titik tengah patch. Konfigurasi antenna mikrostrip tanpa slot dengan pencatutan proximity coupling ditunjukkan pada Gambar 3. Ukuran panjang patch antenna yang dihitung menggunakan Persamaan (1) adalah sebesar 7,6mm. Karena patch antenna berbentuk persegi, maka lebar patch (W) akan selalu sama dengan panjang patch (L). Sementara lebar saluran transmisi (W_f) yang dihitung menggunakan Persamaan (3) adalah sebesar 3mm.



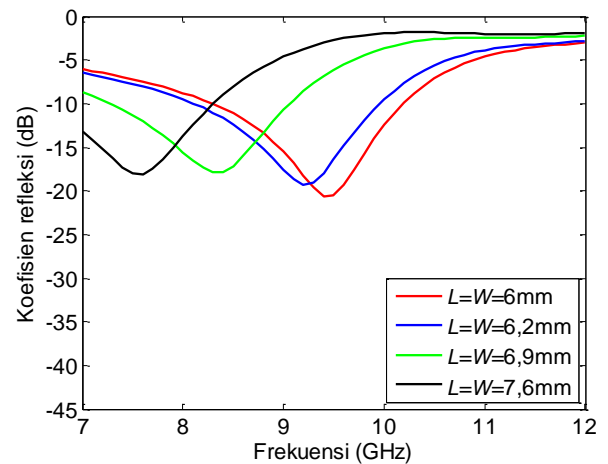
Gambar 4. Konfigurasi rancangan antenna mikrostrip dengan slot menggunakan pencatutan proximity coupling

Konfigurasi rancangan antenna mikrostrip dengan slot ditunjukkan pada Gambar 4. Pada antenna ini dilakukan modifikasi dari rancangan antenna mikrostrip tanpa slot. Modifikasi dilakukan dengan merusak bagian tengah patch melalui penambahan slot berbentuk “H”. Hal ini dilakukan untuk menghasilkan antenna dengan bandwidth yang lebar untuk memenuhi kriteria perancangan. Panjang dan lebar slot yang dihitung menggunakan Persamaan (4) dan (5) masing-masing adalah 2,2mm dan 0,2mm. Setelah rancangan diimplementasikan pada simulator antenna, maka selanjutnya dilakukan simulasi awal menggunakan parameter fisik hasil perhitungan. Hasil simulasi tersebut dijadikan acuan awal apakah antenna hasil perancangan berdasarkan perhitungan menghasilkan

antenna yang telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan atau perlu dioptimasi lebih lanjut.

C. Studi Parameter

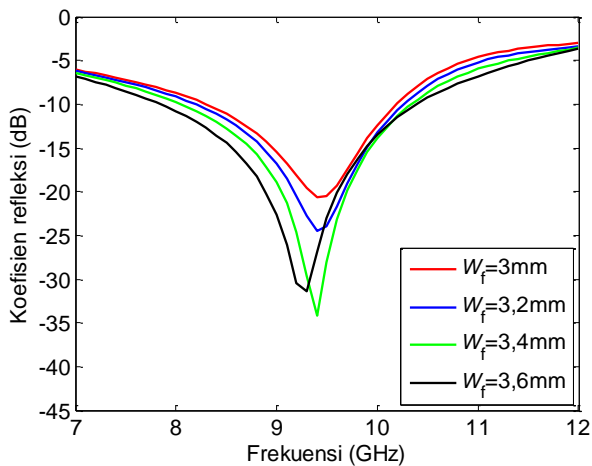
Studi parameter dilakukan melalui simulasi dengan bantuan perangkat lunak untuk melihat pengaruh perubahan parameter fisik antenna serta penambahan slot terhadap parameter antenna yang mencakup nilai koefisien refleksi, frekuensi resonansi, serta peningkatan bandwidth. Studi parameter ini kemudian akan digunakan untuk mengoptimasi rancangan antenna sehingga dihasilkan antenna dengan kinerja yang paling optimal.



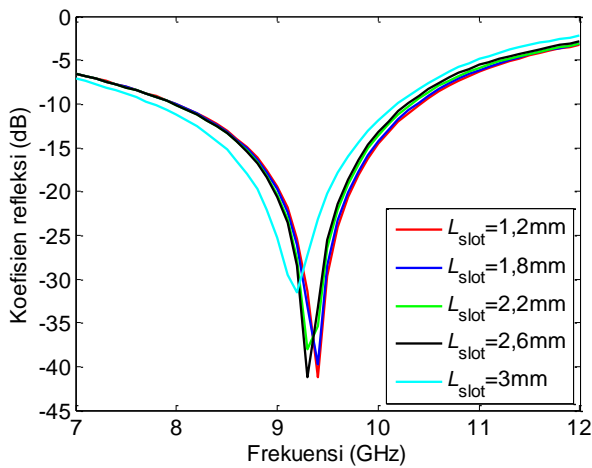
Gambar 5. Pengaruh perubahan dimensi patch terhadap nilai koefisien refleksi pada antenna tanpa slot

Studi parameter untuk antenna mikrostrip tanpa slot dilakukan dengan mengubah parameter fisik panjang dan lebar patch (L dan W) serta lebar saluran transmisi (W_f) secara berurutan. Pengaruh perubahan nilai L dan W terhadap nilai koefisien refleksi ditunjukkan pada Gambar 5. Hasil simulasi menunjukkan bahwa semakin besar nilai L , maka frekuensi antenna berpindah ke frekuensi yang lebih rendah. Sesuai Persamaan (1), frekuensi resonansi antenna berbanding terbalik dengan panjang patch. Nilai dimensi patch yang dipilih yaitu 6mm×6mm karena antenna beresonansi pada frekuensi 9,4GHz dengan koefisien refleksi sebesar -20,59dB dan menghasilkan bandwidth impedansi sebesar 1,9GHz. Sementara itu, studi parameter terhadap lebar saluran transmisi dilakukan dengan memvariasikan nilai W_f sebesar 3mm, 3,2mm, 3,4mm, dan 3,6mm. Hasil simulasi pada Gambar 6 menunjukkan bahwa perubahan nilai W_f akan mempengaruhi besarnya

koefisien refleksi, dimana perubahan nilai W_f ini berhubungan dengan impedansi saluran transmisi. Perubahan nilai W_f akan mempengaruhi kesesuaian impedansi antara saluran transmisi dan *patch* antenna. Nilai W_f yang dipilih yaitu 3,4mm dengan koefisien refleksi sebesar -34,19dB pada frekuensi 9,4GHz dengan *bandwidth* impedansi sebesar 2,28GHz.



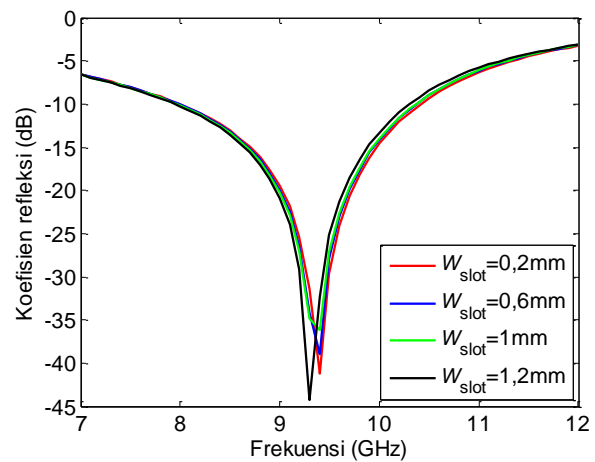
Gambar 6. Pengaruh perubahan lebar saluran transmisi terhadap nilai koefisien refleksi pada antenna tanpa slot



Gambar 7. Pengaruh perubahan panjang slot terhadap nilai koefisien refleksi pada antenna dengan slot

Simulasi antenna mikrostrip dengan slot menggunakan dimensi dari rancangan antenna tanpa slot setelah optimasi. Studi parameter untuk rancangan antenna dengan slot dilakukan dengan mengubah parameter fisik slot, saluran transmisi, dan dimensi *patch*. Parameter fisik pertama yang dioptimasi adalah panjang slot (L_{slot}) antenna. Panjang slot divariasikan mulai dari 1,2mm, 1,8mm, sampai 3mm. Berdasarkan

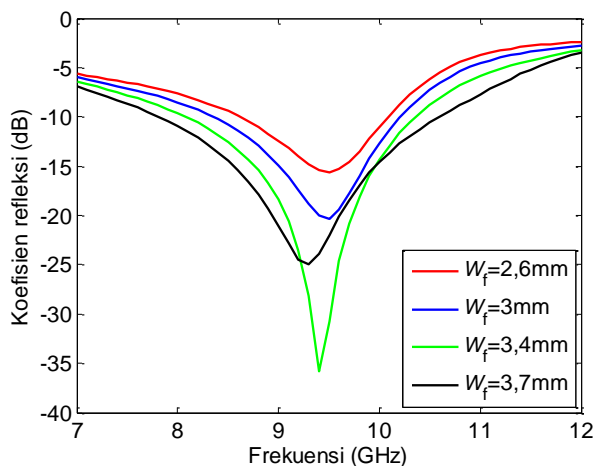
hasil simulasi pada Gambar 7, panjang slot mempengaruhi perpindahan frekuensi antenna. Semakin pendek slot-nya, maka frekuensi berpindah ke frekuensi yang lebih kecil, tetapi semakin panjang slot-nya, maka frekuensi berpindah ke frekuensi yang lebih tinggi. Selain mempengaruhi frekuensi, panjang slot juga mempengaruhi nilai koefisien refleksi dan *bandwidth* yang diperoleh. Panjang slot yang dipilih adalah 1,2mm karena *bandwidth* impedansi yang dihasilkan paling lebar dibandingkan nilai yang lain yaitu 2,42GHz dengan *bandwidth* fraksional sebesar 26,3% serta koefisien refleksi sebesar -41,15dB pada frekuensi 9,4GHz. Setelah mendapatkan ukuran panjang slot, selanjutnya dilakukan perubahan pada lebar slot (W_{slot}) antenna yang divariasikan dengan nilai 0,2mm, 0,6mm, 1mm, dan 1,2mm, seperti yang ditampilkan pada Gambar 8. Semakin lebar slot-nya, maka lebar *bandwidth* yang diperoleh akan semakin kecil. Lebar slot yang digunakan tetap yaitu 0,2mm karena *bandwidth* yang dihasilkan paling lebar dibandingkan nilai lainnya.



Gambar 8. Pengaruh perubahan lebar slot terhadap nilai koefisien refleksi pada antenna dengan slot

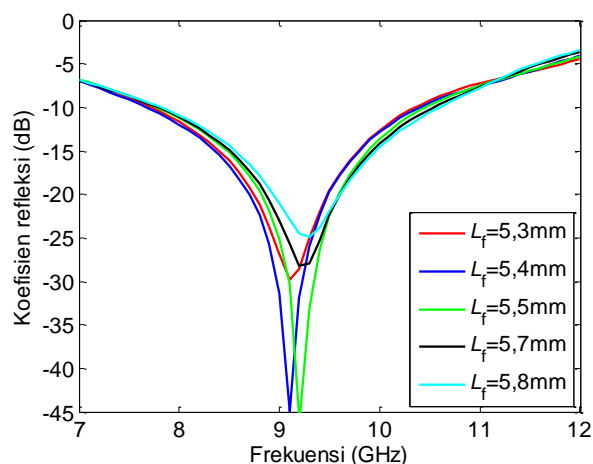
Perubahan parameter fisik yang diamati selanjutnya adalah lebar saluran transmisi (W_f). Lebar saluran transmisi bervariasi dari 2,6mm sampai 3,7mm. Berdasarkan hasil simulasi yang ditunjukkan pada Gambar 9, perubahan lebar saluran transmisi terhadap nilai koefisien refleksi yaitu jika saluran transmisi terlalu lebar, maka nilai koefisien refleksi akan semakin besar. Begitu pula jika lebar saluran transmisi terlalu kecil, maka nilai koefisien refleksi

akan semakin besar. Karena hal tersebut, diperlukan lebar saluran transmisi yang tepat agar nilai koefisien refleksi yang diperoleh dalam kondisi optimal. Oleh karena itu, lebar saluran transmisi yang digunakan yaitu 3,7mm.

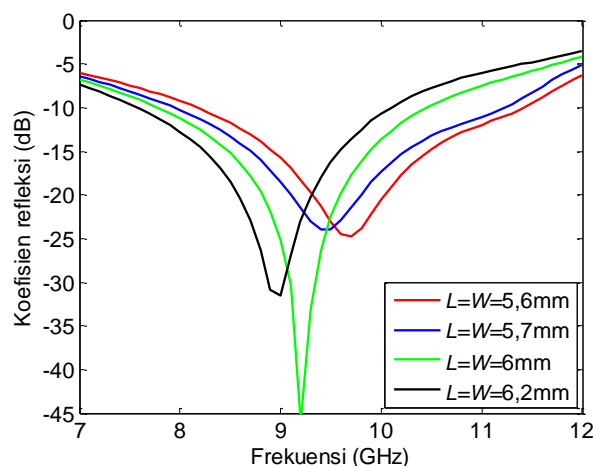


Gambar 9. Pengaruh perubahan lebar saluran transmisi terhadap nilai koefisien refleksi pada antenna dengan slot

Setelah mendapatkan lebar saluran transmisi, selanjutnya dilakukan optimasi pada panjang saluran transmisi (L_f) antenna. Panjang saluran transmisi bervariasi dari 5,3mm, 5,4mm, sampai 5,8mm. Dapat dilihat pada Gambar 10 bahwa panjang saluran transmisi sangat mempengaruhi nilai koefisien refleksi, jika terjadi sedikit saja perubahan pada panjang saluran transmisi, maka nilai koefisien refleksi yang diperoleh antenna akan berubah juga secara signifikan. Namun, untuk *bandwidth* yang diperoleh pada variasi panjang saluran transmisi tidak terjadi perubahan yang signifikan sehingga pada optimasi kali ini lebih mengutamakan nilai koefisien refleksi untuk menentukan panjang saluran transmisi yang digunakan. Oleh karena itu, panjang saluran transmisi yang digunakan yaitu sebesar 5,5mm yang menghasilkan koefisien refleksi sebesar -45,74dB pada frekuensi 9,1GHz dengan *bandwidth* impedansi sebesar 2,67GHz dan *bandwidth* fraksional sebesar 29,3%.



Gambar 10. Pengaruh perubahan panjang saluran transmisi terhadap nilai koefisien refleksi pada antenna dengan slot



Gambar 11. Pengaruh perubahan dimensi patch terhadap nilai koefisien refleksi pada antenna dengan slot

Parameter terakhir yang diamati adalah panjang *patch*. Panjang *patch* bervariasi dari 5,6mm, 5,7mm, sampai 6,2mm. Pada Gambar 11 dapat dilihat dimensi *patch* sangat mempengaruhi frekuensi. Berdasarkan data hasil simulasi dipilih panjang dan lebar *patch* sebesar 5,7mm karena menghasilkan frekuensi resonansi tepat di 9,4GHz. Selain itu, *bandwidth* yang lebar dan nilai koefisien refleksi lebih kecil dari -20dB yang menandakan bahwa koefisien refleksi dari antenna tersebut masih baik. Nilai koefisien refleksi yang diperoleh saat dimensi *patch* sebesar 5,7mm×5,7mm yaitu -24dB pada frekuensi 9,4GHz dengan *bandwidth* impedansi sebesar 3,28GHz dan *bandwidth* fraksional sebesar 34,2%. Dari studi parameter pada masing-

masing parameter fisik antenna yang telah dilakukan didapatkan dimensi akhir antenna mikrostrip dengan slot yang disajikan pada Tabel 2.

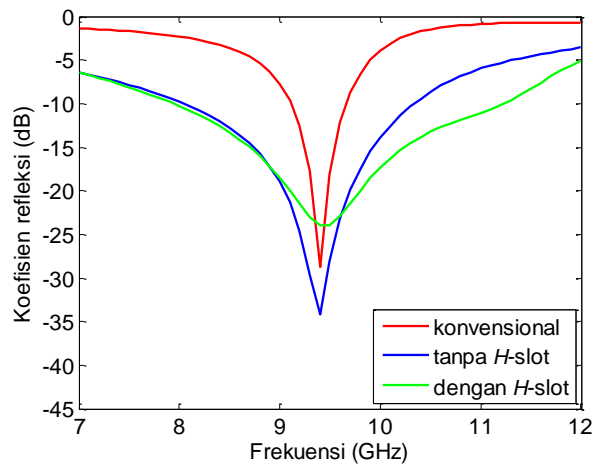
Tabel 2. Dimensi antenna mikrostrip dengan slot setelah optimasi

Parameter fisik	Nilai (mm)
Patch ($L \times W$)	$5,7 \times 5,7$
Substrate ($L_s \times W_s$)	$11,1 \times 11,1$
Groundplane ($L_g \times W_g$)	$11,1 \times 11,1$
Lebar saluran transmisi (W_f)	3,7
Panjang saluran transmisi (L_f)	5,5
Panjang slot (L_{slot})	1,2
Lebar slot (W_{slot})	0,2

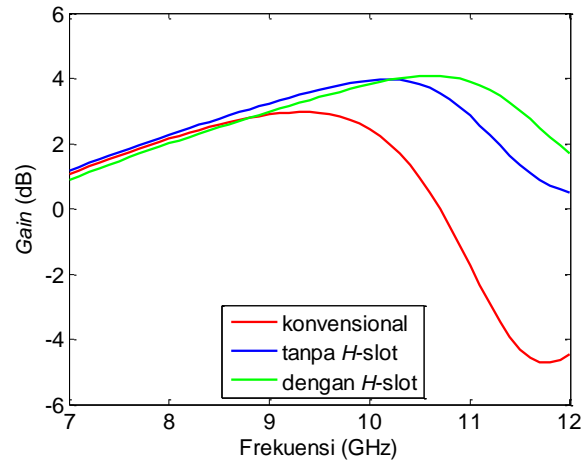
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, karakterisasi antenna dilakukan dengan membandingkan rancangan antenna mikrostrip tanpa slot dan dengan slot yang dicatu dengan teknik proximity coupling. Antenna mikrostrip konvensional yang telah disimulasikan juga ditambahkan sebagai referensi untuk mengetahui perubahan parameter antenna terhadap modifikasi yang telah dilakukan. Perbandingan nilai koefisien refleksi hasil simulasi ditunjukkan pada Gambar 12. Antenna mikrostrip dengan slot menunjukkan kinerja yang paling baik dibandingkan rancangan antenna lainnya. Bandwidth fraksional dengan penambahan slot mengalami peningkatan sebesar 28,34% dibandingkan antenna mikrostrip konvensional, dan 9,3% dibandingkan antenna tanpa slot.

Penerapan teknik pencatutan dengan proximity coupling menyebabkan adanya efek kopling yang terjadi pada saluran transmisi dan patch. Semakin besar efek kopling, maka faktor kualitas akan menurun. Selain itu, penurunan faktor kualitas juga disebabkan karena terjadi kerusakan pada elemen peradiasi sehingga distribusi gelombang mengalami gangguan. Karena faktor kualitas berbanding terbalik dengan bandwidth, maka semakin kecil faktor kualitas, bandwidth antenna akan menjadi meningkat. Apabila ditinjau dari nilai koefisien refleksi, antenna dengan slot menghasilkan nilai sebesar -24dB dengan VSWR sebesar 1,0757. Dalam hal ini, saluran transmisi dan patch memiliki kesesuaian impedansi yang baik.



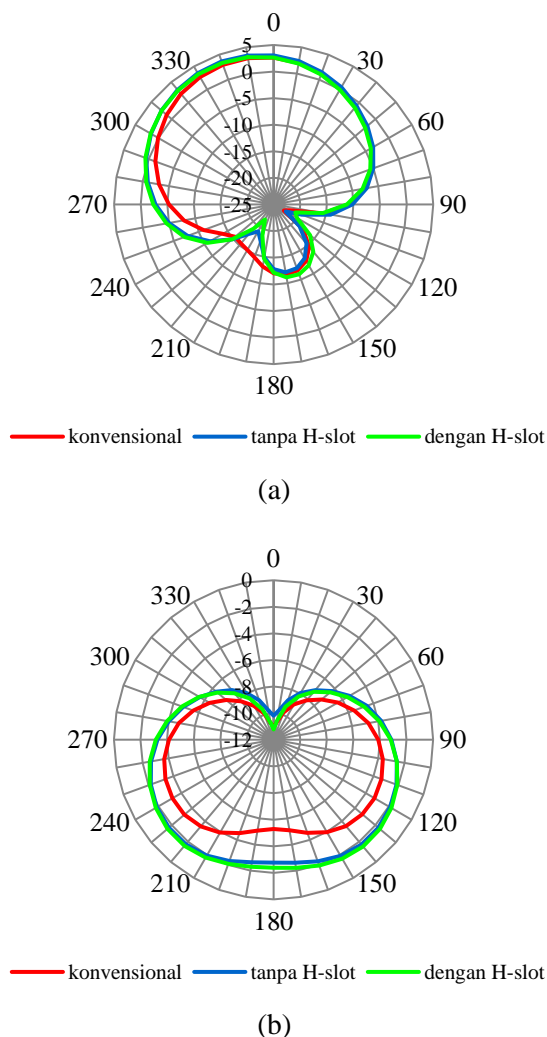
Gambar 12. Perbandingan nilai koefisien refleksi



Gambar 13. Perbandingan nilai gain

Dari perbandingan parameter gain yang ditunjukkan pada Gambar 13, antenna mikrostrip konvensional memiliki gain terkecil yaitu sebesar 2,96dB pada frekuensi 9,4GHz, sementara antenna mikrostrip dengan slot dan tanpa slot masing-masing memiliki nilai gain puncak sebesar 4,08dB pada frekuensi 10,6GHz dan 3,97dB pada frekuensi 10,2GHz. Dalam hal ini terjadi peningkatan gain pada antenna dengan slot dibandingkan antenna mikrostrip konvensional. Parameter antenna lainnya yang dikarakterisasi adalah pola radiasi. Pola radiasi antenna pada arah elevasi dan azimuth ditunjukkan pada Gambar 14. Pola radiasi diambil pada frekuensi 9,4GHz sesuai dengan frekuensi resonansi antenna yang diusulkan. Hasil simulasi pola radiasi elevasi dari antenna yang dikarakterisasi memiliki bentuk yang

cenderung sama, dimana intensitas radiasi tidak berada pada arah *broadside*, melainkan pada sudut θ sebesar 337° .



Gambar 14. Perbandingan pola radiasi, (a) arah elevasi, (b) arah azimut

Kinerja beberapa tipe antenna untuk aplikasi pita X yang telah dilaporkan pada [12]-[15] dan antenna yang diusulkan dirangkum dalam Tabel 3 sebagai perbandingan. Rancangan antenna mikrostrip dengan H-slot yang diusulkan memiliki keunggulan pada parameter *bandwidth* fraksional (FBW), sementara untuk *gain* lebih kecil dibandingkan tipe antenna lain dengan elemen tunggal [13]-[14]. Meskipun demikian, rancangan antenna yang diusulkan telah memenuhi kriteria perancangan pada Tabel 1. Untuk sistem yang membutuhkan antenna dengan *gain* tinggi, performansi

antenna dapat ditingkatkan melalui susunan antenna yang terdiri dari dua atau lebih elemen peradiasi yang sejenis.

Tabel 3. Perbandingan kinerja antenna untuk aplikasi pita X

Ref.	Tipe antenna	Jumlah elemen	FBW (%)	Gain Puncak (dB)
[12]	Patch	1×2	29,8	7
[13]	SIW cavity-backed slot*	1	20,8	5,7
[14]	Resonant cavity	1	25,1	13,92
[15]	Fractal slotted array	1×4	~20	12,23
Antenna yang diusulkan	Mikrostrip atau patch	1	34,23	4,08

*) Substrate integrated waveguide (SIW)

V. KESIMPULAN

Perancangan dan simulasi antenna mikrostrip berbentuk persegi dengan penambahan *slot* berbentuk “H” telah dilakukan pada penelitian ini. Rancangan antenna tersebut dicatu dengan teknik pencatutan *proximity coupling* dan mampu menghasilkan *bandwidth* fraksional lebih dari 25% dan koefisien refleksi di bawah -10dB pada frekuensi 9,4GHz. Karakterisasi antenna yang dilakukan menunjukkan peningkatan kinerja yang signifikan untuk parameter *bandwidth* antenna. Berdasarkan hasil yang diperoleh, rancangan antenna dapat direkomendasikan untuk aplikasi SAR pita X.

REFERENSI

- [1] M. I. Skolnik, *Radar Handbook*, 3rd ed., McGraw-Hill, 2008.
- [2] P. Bharath, C. Dharmaraj, and B. Srinu, “Study on the improvement of bandwidth of a rectangular microstrip patch antenna,” *IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE)*, vol. 5, no. 5, pp. 16–22, 2013.
- [3] Z. Wang, J. Liu, and Y. Long, “A simple wide-bandwidth and high-gain microstrip patch antenna with both sides shorted,” *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 18, no. 6,

- pp. 1144-1148, June 2019.
- [4] T. Sarkar, A. Ghosh, L. L. K. Singh, S. Chattopadhyay, and C. Sim, "DGS integrated air loaded wideband microstrip antenna for X and Ku Band," *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 19, no. 1, pp. 114-118, 2020.
- [5] N. Gupta, "Effect of slots on microstrip patch antenna," *International Research Journal Engineering and Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 1132-1135, 2017.
- [6] N. K. Darimireddy, R. R. Reddy, and A. M. Prasad, "Design of triple-layer double U-slot patch antenna for wireless applications," *Journal of Applied Research and Technology*, vol. 13, no. 5, pp. 526-534, 2015.
- [7] M. Anthoni, R. S. Asthan, A. Pascawati, D. Maryopi, and M. R. K. Aziz, "Perancangan dan simulasi antena mikrostrip MIMO 4x4 rectangular patch dengan double U-slot dan DGS pada frekuensi 26 GHz untuk aplikasi 5G," *Journal of Science and Applicative Technology*, vol. 5, no. 2, pp. 371-382, 2021.
- [8] M. T. Islam, M. N. Shakib, and N. Misran, "Broadband E-H shaped microstrip patch antenna for wireless systems," *Progress In Electromagnetics Research*, vol. 98, pp. 163-173, 2009.
- [9] A. Das, M. N. Mohanty, and R. K. Mishra, "Optimized design of H-slot antenna for bandwidth improvement," in *Proceeding 2015 IEEE Power, Communication and Information Technology Conference (PCITC)*, 2015, pp. 563-567.
- [10] C. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, 4th ed., John Wiley & Sons, Inc., 2016.
- [11] D. M. Pozar, *Microwave Engineering*, 4th ed., John Wiley & Sons, Inc., 2012.
- [12] S. Jam and H. Malekpoor, "Analysis on wideband patch arrays using unequal arms with equivalent circuit model in X-band," *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 15, pp. 1861-1864, 2016.
- [13] Q. Wu, J. Yin, C. Yu, H. Wang, and W. Hong, "Broadband planar SIW cavity-backed slot antennas aided by unbalanced shorting vias," *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 18, no. 2, pp. 363-367, Feb. 2019.
- [14] F. Meng and S. K. Sharma, "A wideband resonant cavity antenna with compact partially reflective surface," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 68, no. 2, pp. 1155-1160, Feb. 2020.
- [15] S. Chatterjee, A. Majumder, R. Ghatak and D. R. Poddar, "Wide impedance and pattern bandwidth realization using fractal slotted array antenna," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 62, no. 8, pp. 4049-4056, Aug. 2014.

Rancang Bangun Antena Yagi 2400 MHz 15 Elemen Untuk Receiver Komunikasi WiFi

Gusni Amini Siagian¹, Lindawati², Sopian Soim³

Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya¹

Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya²

Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya³

*gusni1536@gmail.com¹, lindawati9111@polsri.ac.id², sopiansoim@gmail.com³

ABSTRACT

Wireless Local Area Network (WLAN) is a wireless local area network that uses radio frequencies as its transmission medium. In this study designing a WiFi network as a client using a 15 element Yagi antenna. As WiFi communication receiver, the role of the antenna is needed in a long-distance wireless communication system, the antenna used is a Yagi antenna that works at a frequency of 2400 MHz. Yagi antennas were chosen because of their directional nature or their directional beam pattern. In designing Yagi antennas for the reflector, driven, director, and balun sizes, the Yagi calculator software is assisted and simulated, and tested using MMANA-GAL to produce more accurate antenna parameters. This Yagi antenna will then be connected to an access point that is set up as a client to receive signals from the transmitter and router as a routing process so that users can access the WiFi. Based on the results of the MMANA-GAL Yagi antenna with a frequency of 2400 MHz, the Standing Wave Ratio (SWR) is 1,16 and the gain is 14,59 dB.

Keywords : Access Point, Yagi Antenna, MMANA-GAL, Router, WiFi (Wireless Fidelity), VSWR, Yagi Calculator

INTISARI

Wireless Local Area Network (WLAN) suatu jaringan area lokal tanpa kabel yang menggunakan frekuensi radio sebagai media transmisinya. Dalam penelitian ini merancang sebuah jaringan WiFi sebagai client menggunakan antena Yagi 15 elemen. Sebagai receiver komunikasi WiFi diperlukan peranan antena dalam sistem komunikasi tanpa kabel (wireless) dengan jarak jauh, antena yang digunakan adalah antena Yagi yang bekerja pada frekuensi 2400 MHz. Antena Yagi dipilih karena sifatnya yang directional atau pola pancarannya yang terarah. Dalam perancangan antena Yagi untuk ukuran reflector, driven, director dan balun dibantu dengan software Yagi calculator serta disimulasikan dan diuji menggunakan MMANA-GAL untuk menghasilkan parameter antena yang lebih akurat. Antena Yagi ini kemudian akan dihubungkan dengan access point yang disetup sebagai client untuk menerima sinyal dari transmitter dan router sebagai proses routing agar user dapat mengakses WiFi tersebut. Berdasarkan hasil pengujian MMANA-GAL antena Yagi dengan frekuensi 2400 MHz, diperoleh Standing Wave Ratio (SWR) sebesar 1,16 dan Gain sebesar 14,59 dB.

Kata kunci: Access Point, Antena Yagi, Gain, MMANA-GAL, Router, WiFi (Wireless Fidelity), VSWR, Yagi Calculator

I. PENDAHULUAN

Komunikasi mempunyai peranan penting, melalui telekomunikasi orang dapat bertukar informasi antara yang satu dengan yang lain. Dengan perkembangan teknologi yang bertambah pesat membuat manusia ingin saling berkomunikasi tanpa adanya keterbatasan jarak, waktu dan ruang. Pengkoneksian memakai kabel untuk antar komunikasi dinilai merepotkan. Sehingga solusi untuk penggantian kabel adalah dengan

menggunakan frekuensi radio WiFi (Wireless Local Area Network) menjadi salah satu pilihan terbaik [1].

WiFi atau Wireless Local Area Network merupakan jaringan nirkabel yang memakai sinyal radio sebagai saluran transmisinya. Teknologi ini cara yang mudah dan cepat untuk membangun sebuah jaringan, dan alternatif yang paling ekonomis dibandingkan dengan menggunakan kabel dan dapat menghubungkan jaringan antar gedung dengan jarak beberapa kilometer [2].

Pada saat ini, *WiFi* merupakan metode koneksi internet yang paling populer karena sekarang *WiFi* tidak cuma digunakan untuk akses internet saja, namun juga untuk membangun jaringan nirkabel di rumah, kantor, kuliah dan pusat bisnis. Teknologi *WiFi* memungkinkan pengguna untuk mengakses internet secara bebas[3].

Dalam sistem komunikasi nirkabel, dibutuhkan fungsi antena selama proses transmisi data. Dengan menggunakan antena, gelombang elektromagnetik dapat ditransmisikan dan diterima. Bertambah baik kualitas antena maka bertambah baik kualitas informasi yang diterima[4]. Meskipun konsep *WLAN* (*Wireless Local Area Network*) dinilai sangat efektif, namun masih terdapat kekurangan, salah satunya area yang dapat dilayani oleh jalur akses masih sangat terbatas. Oleh karena itu, pada sistem *wireless* dibutuhkan peranan antena yang saling terhubung untuk menjangkau area tersebut.

Antena termasuk elemen penting untuk mewujudkan koneksi komunikasi nirkabel antara dua atau lebih pengguna yang ingin berkomunikasi. Peran antena sendiri tidak terlepas dari perkembangan teknologi informasi, karena saat ini penggunaan antena tidak hanya sebatas komunikasi suara saja, tetapi sudah terkombinasi dengan komunikasi data. Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan komunikasi data semakin pesat, dan perlu dikembangkan perangkat fisik yang dapat mendukung komunikasi antara perangkat komunikasi yang satu dengan komunikasi lainnya sebagai jembatan komunikasi[5]. Antena yang akan dirancang dalam perangkat komunikasi tersebut adalah antena Yagi karena dapat menerima sinyal dari jarak jauh dan memperkuat sinyal *WiFi*.

Antena Yagi salah satu jenis antena radio atau televisi yang diciptakan oleh Hiram Percy Yagi. Antena Yagi bersifat terarah (*directional*) yang artinya menambah *gain* hanya disalah satu arahnya[4]. Awalnya antena Yagi yang hanya digunakan sebagai antena penerima siaran televisi dan penerima radio amatir, sekarang bisa digunakan sebagai antena penerima *WLAN* yang bisa menerima sinyal pada satu arah. Antena Yagi memakai elemen pasif sehingga mewujudkan penguatan *gain* sinyal yang baik[1].

Dengan perancangan antena Yagi ini dapat menangkap sinyal yang akan diterima dari *transmitter WiFi* Politeknik Negeri Sriwijaya dengan jarak jauh. Perancangan jaringan ini akan diimplementasikan diperumahan dosen politeknik negeri sriwijaya dengan

frekuensi yang digunakan pada penelitian ini adalah 2,4 GHz yang telah banyak digunakan di seluruh dunia, karena merupakan standar protokol IEEE 802.11 b/g untuk *wireless Local Area Network*.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, [Era Apriliana] tentang Rancang Bangun Antena Yagi untuk memperkuat penerimaan sinyal 4G dengan menganalisis sinyal *WiFi* yang diterima dalam jarak beberapa meter. Selanjutnya Pada penelitian [Slamet Purwo Santosa], [Andi Nurdianto] tentang Rancang Bangun Antena Kaleng Diferkuensi 2,4 GHz untuk memperkuat sinyal *WiFi*, penelitian ini membahas tentang pemanfaatan kaleng bekas, dengan merancang antena kaleng sebagai penerimaan sinyal hotspot pada lokasi penelitian dengan menangkap sinyal pada frekuensi 2,4 GHz. Peneliti lain [Slamet Purwo Santosa], [Arfan Titawael] tentang Rancang Bangun Antena Yagi 7 Elemen Lingkaran Penguat Sinyal *WiFi*, penelitian ini membahas tentang perangkat *access point* yang mempunyai jangkauan pancaran terbatas karena pola radiasi *omnidirectional*, oleh karena itu diperlukan antena yang mempunyai pola radiasi *directional* sehingga dirancang antena Yagi 7 elemen dengan frekuensi kerja *WLAN* 2,4 GHz. Sedangkan penelitian [Lydia Lusyanti], [Fitri Imansyah], [F.Trias Pontia W] tentang Rancang Bangun Receiver Sinyal *WiFi* Menggunakan Perangkat Nanostation2 Loco, penelitian ini membahas tentang loco nanostation2 sebagai *receiver* dalam upaya untuk menerima sinyal yang ditransmisikan *access point* dilaboratorium telekomunikasi.

Berdasarkan penelitian tersebut, penelitian ini merancang sebuah jaringan *WiFi* sebagai *client* menggunakan antena Yagi 15 elemen. Dengan perancangan antena Yagi polaradiasi *directional* sebagai *receiver* sinyal *WiFi* dan menggunakan *access point* yang disetup sebagai *client* untuk polaradiasi *omnidirectional* serta router sebagai proses *routing* sinyal *WiFi* yang akan diterima sehingga dapat diakses oleh *user*.

II. LANDASAN TEORI

A. *Wireless*

Menurut Onno W. Purbo mengatakan bahwa *wireless* merupakan standar yang sering dimanfaatkan untuk alat bantu komunikasi jaringan tanpa menggunakan sebuah kabel. Menurut Priyambodo mengatakan bahwa *wireless* merupakan standar dari

jaringan tanpa kabel atau yang dikenal dengan nama Wireless Networking yang fungsinya untuk menyempurnakan komponen pada jaringan internet agar terkoneksi atau terhubung ke internet dengan mudah dan tanpa ribet[6].

B. WiFi (Wireless Fidelity)

WiFi atau *wireless Fidelity* merupakan sebuah teknologi dan sarana pengantar komunikasi data melalui gelombang radio (nirkabel) yang dapat digunakan untuk komunikasi ataupun mentransfer program serta informasi dengan kemampuan yang sangat cepat dengan pemanfaatan berbagai peralatan elektronik. Standar jaringan wireless yang digunakan berdasarkan spesifikasi IEEE 802.11[7].

C. Receiver

Receiver atau penerima adalah alat yang dapat menerima sinyal modulasi dari transmitter dan mengubahnya kembali menjadi sinyal informasi aslinya. Fungsi *receiver* mempunyai kemampuan menentukan sinyal yang diterimanya supaya sebanding dengan pendeteksian yang diinginkan serta bisa menguatkan sinyal objek yang lemah dan meneruskan sinyal objek tersebut ke pemroses data dan sinyal[8].

D. Antena

Antena merupakan fitur komunikasi yang digunakan untuk mengirim serta menerima gelombang elektromagnetik. Fungsi antena yaitu mengganti sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik. Setelah itu, melepaskannya (memancar) energi elektromagnetik ke ruang bebas ataupun kebalikannya menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas dan mengubah menjadi sinyal listrik. Antena juga tergolong sebagai transduser karena dapat mengubah suatu bentuk energi lain[9].

E. Antena Yagi

Antena Yagi merupakan salah satu jenis antena radio atau televisi yang diciptakan oleh Hidehisa Yagi yang mempunyai pola pancaran lurus dan direksional (terarah) serta memancarkan gelombang pada satu frekuensi saja. Antena Yagi terdiri dari 3 elemen yaitu *driven*, reflektor dan direktor[10].

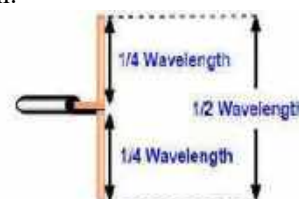
Parameter yang digunakan dalam merancang sebuah antena Yagi adalah sebagai berikut :

1. Panjang Gelombang

Panjang Gelombang ditentukan oleh frekuensi kerja antena yang digunakan dengan jarak yang ditempuh gelombang selama satu perioda.

2. Driven

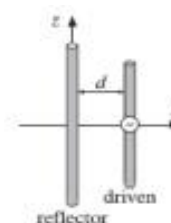
Driven merupakan titik catu dari kabel antena yang akan membangkitkan gelombang elektro magnetik menjadi sebuah sinyal yang akan dipancarkan. Panjang *driven* setengah panjang gelombang dari frekuensi radio yang dipancarkan atau diterima. Antena *dipole* pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Penempatan *driven* jenis *dipole*

3. Reflector

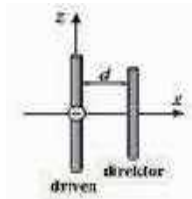
Reflector merupakan elemen pemantul sinyal yang ditempatkan dibelakang *dipole* dengan tujuan menghalangi radiasi antena tidak melebar kebelakang tetapi kekuatan pancarannya akan diperkuat kearah sebaliknya (arah depan). Elemen reflektor pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Penempatan elemen *reflector*

4. Director

Director merupakan elemen pengarah yang ditempatkan dibagian depan antena yang berfungsi mengarahkan sinyal yang dituju, semakin banyak jumlah *director* maka arah sinyal akan semakin terpusat (*Gain*) dan pola pengarah antena akan semakin sempit. Elemen *director* pada Gambar 3 berikut ini.

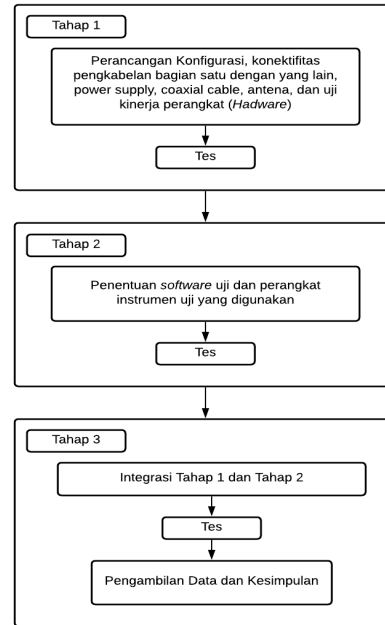


Gambar 3. Penempatan elemen *director*

5. Jarak Antara Elemen Antena
 Untuk merancang antenna Yagi diperlukan jarak antara elemen *driven*, *reflector* dan *director* supaya mendapat *gain* yang sempurna.
6. *Balun (Balanced Unbalanced)*
 Balun adalah alat penyesuaian *balanced to unbalanced* yang berfungsi sebagai komponen adapter atau penyesuaian yang mentransformasi saluran *unbalanced* kabel *coaxial* terhadap beban antenna Yagi sebagai saluran *balanced* dengan radiator folded *dipole*.
7. *Boom (Crossbar)*
Boom (Crossbar) adalah bagian utama antenna, tempat meletakkan elemen *driven*, *reflector*, dan *director*. *Boom* yang digunakan berbahan pipa, yang panjangnya sepanjang antenna yang dibuat. Untuk mengarahkan *boom* antenna diarahkan dari datangnya sinyal agar dapat memperoleh sinyal dengan maksimal[1].

III. METODE PENELITIAN

Pada penelitian sebelumnya [Slamet Purwo Santosa], [Arfan Titawael] merancang Antena Yagi 7 Elemen untuk Penguat Sinyal WiFi 2,4 GHz. Pada penelitian ini merancang antenna Yagi 15 elemen untuk receiver komunikasi WiFi 2,4 GHz. Pada kerangka penelitian ini. Penulis membagi tahapan menjadi tiga tahapan kerja yang mewakili sejumlah prosedur agar proses penelitian dapat dilakukan secara berurut, terstruktur dan sistematis. Berikut ini tahapan penelitian secara keseluruhan.



Gambar 4. Tahapan penelitian secara keseluruhan

Pada tahapan perancangan antenna Yagi penerima 2,4 GHz ini, penulis membagi beberapa tahap persiapan dan pengerjaan pembuatan antenna Yagi agar proses pembuatan antenna Yagi dapat dilakukan sesuai dengan ketentuan serta rumus-rumus yang berlaku dalam perancangan antenna Yagi. Tahapan tersebut dijabarkan dalam beberapa point sebagai berikut ini :

1. Menentukan panjang gelombang frekuensi kerja

Untuk menentukan panjang gelombang dari suatu frekuensi yang digunakan, maka dapat digunakan persamaan :

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Sehingga panjang gelombang yang diperoleh untuk frekuensi 2400 MHz adalah:

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{2400 \times 10^6} = 0,125 \text{ m} = 125 \text{ mm} = 12,5 \text{ cm}$$

2. Menentukan panjang *driven* elemen

Driven antenna Yagi yang akan difabrikasi menggunakan folded *dipole* dengan panjang elemen dapat dihitung dengan persamaan :

$$L = 0,5 \times K \times \lambda$$

$$= 0,5 \times 0,9 \times 125 = 56,2 \text{ mm}$$

dimana K adalah velocity factor (pada logam 0,9). Hasil perhitungan yang didapat kemudian dijadikan acuan untuk melakukan pembentukan folding kawat

tembaga yang digunakan sebagai elemen *driven* antena. Pada pembentukan elemen folding antena *dipole* ini, ditambahkan space 2,2 mm sebagai titik feeding kabel balun.

3. Menentukan panjang *reflector* elemen

Panjang *reflector* biasanya lebih panjang dari pada elemen *driven*, sehingga panjang reflector diatur dengan penambahan 6% lebih panjang dari *driven* elemen.

$$\begin{aligned} l_{re} &= l_{dipole} + (6\% \ l_{dipole}) \\ &= 56,2 + (6\% \times 56,2) \\ &= 56,2 + (0,06 \times 56,2) \\ &= 60,1 \text{ mm} \end{aligned}$$

4. Menentukan panjang *Director* elemen dan jarak antar elemen

Panjang *Director* 1 sampai 13 diatur 9% lebih pendek *driven*. Bahan yang digunakan untuk *director* adalah pipa. Elemen *director* dibuat sebanyak 13 elemen. Selain perhitungan panjang elemen diatas, dalam merancang antena Yagi diperlukan juga jarak antar elemen *driven*, reflector dan *director*. Berikut ini nilai perhitungan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai perhitungan 13 Elemen *director* dan jarak antar elemen

Element	Panjang (mm)	Jarak Antar Elemen (mm)
Director 1 (D1)	51.1	9.4
Director 2 (D2)	50.3	22.5
Director 3 (D3)	49.6	26.5
Director 4 (D4)	49.0	31.2
Director 5 (D5)	48.4	35.0
Director 6 (D6)	47.8	37.5
Director 7 (D7)	47.3	39.3
Director 8 (D8)	46.8	41.2
Director 9 (D9)	46.4	43.1
Director 10 (D10)	45.9	45.0
Director 11 (D11)	45.6	46.8
Director 12 (D12)	45.2	48.1
Director 13 (D13)	44.9	48.7

5. Menentukan Dimensi Balun 1 : 4

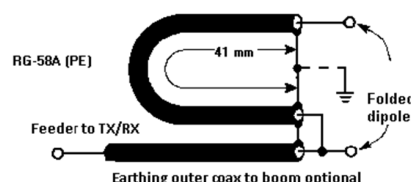
Impedansi dari antena folded *dipole* adalah 200 Ω yang merupakan saluran balance sehingga tidak dapat langsung dikoneksikan ke konektor semua WiFi adapter yang impedansinya 50 Ω *unbalanced*. Untuk menyepadankan impedansi agar tidak ada tegangan pantul maka dirancang balun 1:4 dengan perhitungan sesuai persamaan :

$$\begin{aligned} L_{balun} &= 1/2 \times \lambda \times \text{Velocity Factor kabel} \\ &= 0,5 \times 125 \times 0,66 \\ &= 41,25 \text{ mm} \end{aligned}$$

dimana :

velocity factor kabel coaxial RJ 58A (PE) = 66.0

Desain dari balun 1 : 4 ditujukan pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain balun antena Yagi 15 elemen

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan Antena Yagi Penerima

Setelah menghitung manual dan mendesain antena Yagi maka selanjutnya akan dilakukan proses konstruksi dengan menyiapkan beberapa alat dan bahan untuk membangun antena Yagi yang meliputi : Pipa, Baut, Palu, Bor dengan mata bor sebesar 2 mm, Gergaji, Besi, Amplas kasar, penusuk logam, jangka sorong atau penggaris, spidol permanen, lem besi dan pisau/cutter. Kemudian setelah menyiapkan alat-alat tersebut maka dilanjutkan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

1. Potongan saluran pipa yang akan digunakan sebagai *boom* antena.



Gambar 6. Pemotongan *Boom* Antena

2. Buat garis panduan sepanjang *boom*, tandai posisi elemen, bor lubang untuk elemen *reflector* dan *director*.



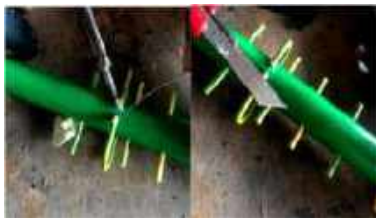
Gambar 7. Pemberian lubang pada *boom*

- Mengukur dan memotong elemen *reflector* dan *director*. Lalu lakukan pemasangan elemen *reflector* dan *director* pada *boom*.



Gambar 8. Pemotongan dan pemasangan *director* pada *boom*

- Mengukur dan memotong elemen *driven* dan balun. Lalu lakukan pemasangan pada elemen *drivedriven* pada *boom*.



Gambar 9. Pemotongan dan pemasangan elemen *driven* pada *boom*

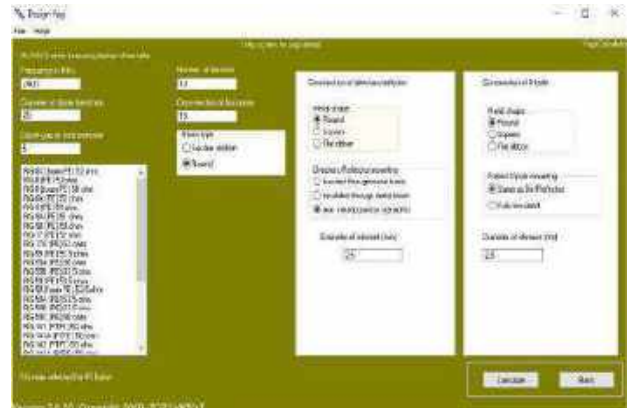
- Pemasangan Balun pada *boom*



Gambar 10. Pemasangan balun pada *boom*

- Hasil Pengamatan, Pengukuran, dan Perhitungan Yagi calculator, Uji MMANA-GAL, dan Vector Network Analyzer

Berdasarkan data hasil pengamatan, hasil pengukuran, perhitungan Yagi calculator dan Uji MMANA-GAL dan Vector Network Analyzer sebagai berikut:



Gambar 11. Spesifikasi desain antenna Yagi 15 elemen

Tabel 2. Hasil Perhitungan Yagi Calculator

Frekuensi	2400,00 MHz
Panjang Gelombang	125 milimeter
Diameter <i>direktor/reflektor</i>	2,5 milimeter
Diameter <i>driven/radiator</i>	2,5 milimeter

No. <i>Director</i>	Panjang (mm)	Jarak (mm)	Posisi <i>boom</i> (mm)	3P Hasil (mm)	Dimensi (dBd)	Director (dBi)
1	51,1	9,4	64,4	18,0	4,8	6,9
2	50,3	22,5	86,8	17,5	6,5	8,6
3	49,6	26,9	113,7	17,5	7,8	9,9
4	49,0	31,2	144,9	17,0	8,9	11,0
5	48,4	35,0	179,9	16,5	9,8	11,9
6	47,8	37,5	217,4	16,5	10,5	12,7
7	47,3	39,3	256,7	16,0	11,2	13,3
8	46,8	41,2	297,9	16,0	11,7	13,9
9	46,4	43,1	341,0	15,5	12,2	14,4
10	45,9	45,0	386,0	15,5	12,7	14,9
11	45,6	46,8	432,8	15,5	13,1	15,3
12	45,2	48,1	480,9	15,0	13,5	15,7
13	44,9	48,7	529,7	15,0	13,8	16,0
Reflektor	Panjang 60,1 mm posisi pada <i>boom</i> 30 mm					
<i>Driven/radiator</i>	Panjang folded <i>dipole</i> 57,2 mm jarak dari reflektor 25 mm, posisi pada <i>boom</i> 55 mm					

Setelah melakukan perhitungan antenna Yagi penerima pada *software* Yagi calculator langsung dicreate ke aplikasi MMANA-GAL untuk simulasi dan uji antenna seperti bentuk desain antenna Yagi yang akan

dibuat, *VSWR*, *Gain*, *Polaradiasi*, serta perhitungan lainnya untuk lebih detail.

Uji Simulasi Antena Yagi Penerima dengan *MMANA-GAL*. Sebelum dicreate dari Yagi calculator menuju *MMANA-GAL*. Terlebih dahulu instal aplikasi *MMANA-GAL* versi 3.0.0.25. Jika sudah terinstal langsung dicreate dari *software* Yagi *calcuator* menuju *MMANA* dan akan muncul tampilan berikut:

1. Geometry Antena

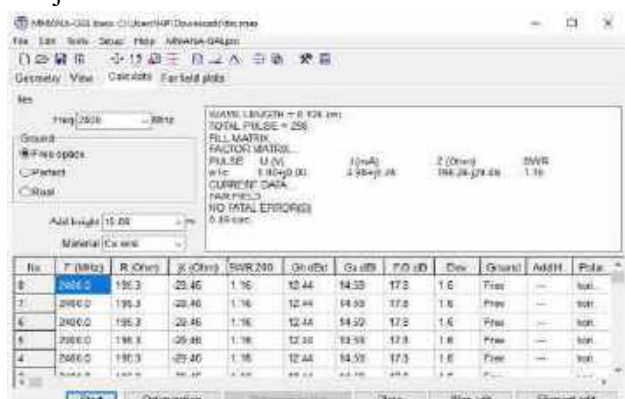
Setelah *dicreate* ke *MMANA* akan ada tampilan pertama dimensi atau *geometry* antena yang akan disimulasikan.



Gambar 12. *Geometry* antena Yagi penerima 2400MHz

2. Hasil Antena Yagi Setelah Dikalkulasi

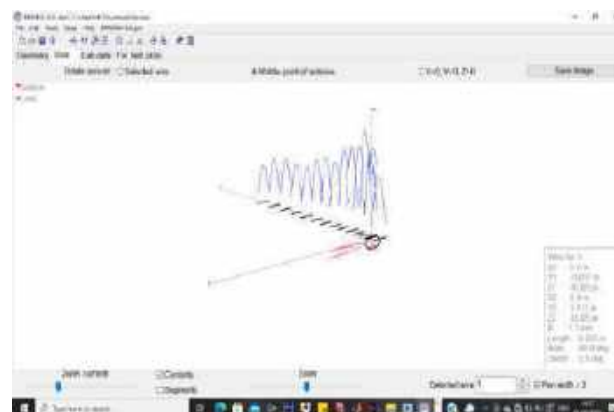
Untuk persiapan mensimulasi antena klik menu *calculate*. Dimenu *calculate* ada beberapa hal yang dapat kita ubah, seperti frekuensi antena, tinggi tower, dan jenis material antena.



Gambar 13. Hasil antena setelah dikalkulasi

3. Tampilan Kontruksi Antena Yagi Penerima

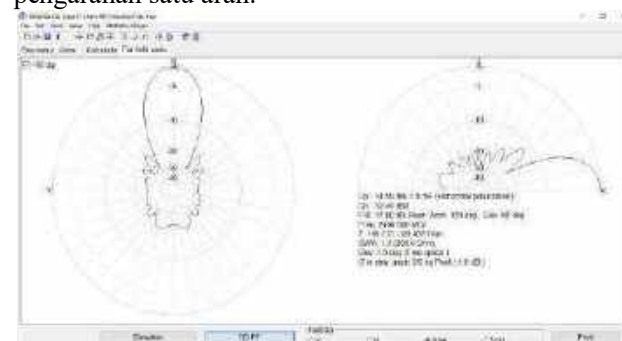
Untuk mengetahui dimensi/*geometry* antena yang dibuat. Dapat menekan menu *view*, dimensi kabel terdapat di samping kanan.



Gambar 14. Desain akhir antena Yagi *dipole* 2400MHz

4. Pola Radiasi Antena Yagi

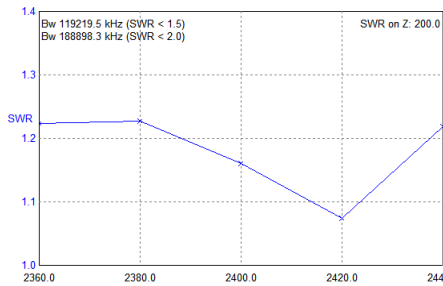
Pola radiasi yang dibentuk oleh antena Yagi dapat dilihat pada *pattern* berikut ini. *Pattern* yang ditampilkan adalah dari sudut pandang vertikal dan horizontal yang menerangkan area cakupan maksimum antena karena sifat *directivity* antena Yagi yang bersifat *Unidirectional*, maka antena Yagi memiliki fokus pengarahannya yang sangat baik sehingga cocok untuk diaplikasikan pada sistem yang memerlukan pengarahannya satu arah.



Gambar 15. *Polaradiasi* antena Yagi 2400MHz

5. SWR (*Standing Wave Ratio*)

Pengujian *SWR* dilakukan untuk mengetahui seberapa baik respon antena dalam meneruskan gelombang elektromagnetik yang dipancarkan antena. Semakin tinggi nilai *SWR*, maka semakin buruk performa antena. Antena akan memantulkan lebih banyak gelombang berdiri kembali ke sumber radio frekuensi. Hasil pengujian *SWR* antena dapat pada Gambar 16.

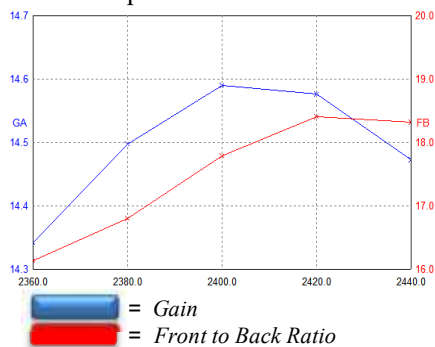


Gambar 16. Grafik SWR antenna Yagi 2400MHz

Pada Gambar 16, menunjukkan bahwa SWR dari antenna yang dirancang berada pada nilai 1,16. Hasil uji MMANA-GAL tersebut sudah memenuhi syarat dari nilai SWR ideal.

6. Gain Antena Yagi

Antena Yagi dikenal memiliki nilai *gain* yang sangat tinggi, hal ini karena didukung oleh penguatan yang terjadi pada setiap komponen array parasitik dikonstruksi antenna Yagi. Penentuan nilai *gain* berdasarkan nilai referensi antenna standar, dan dihitung oleh *software* pengujian MMANA. Hasil *plotting Gain* antenna dilihat pada Gambar 17.



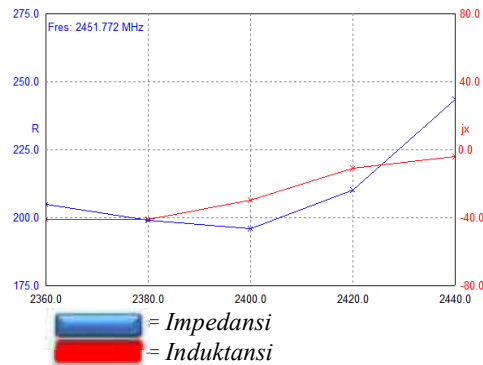
Gambar 17 Grafik Gain Antena Yagi 2400 MHz

Pada Gambar 17, didapatkan *gain* mencapai maksimal pada frekuensi 2400 MHz sebesar 14,59 dB ini menyatakan bahwa *gain* yang dicapai antenna cukup baik. Semakin banyak elemen antenna Yagi yang dimiliki semakin tinggi *gain*. Bahwa antenna dengan *gain* yang tinggi salah satunya adalah Yagi.

7. Impedansi (Z) Antena Yagi

Sesuai karakteristik elemen *dipole folded* pada bagian elemen *driven* Yagi, nilai impedansi yang terbentuk adalah sebesar 200 ohm, sehingga memerlukan tambahan transformator balun 1:4 agar bisa dicapai nilai impedansi 500 ohm sesuai saluran transmisi. Untuk melakukan pengujian nilai impedansi,

maka data impedansi disajikan dalam bentuk grafik Gambar 18.



Gambar 18. Grafik impedansi antenna Yagi 2400MHz

Pada gambar 18, grafik menunjukkan impedansi antenna pada frekuensi 2400 MHz adalah $Z = 196,28 - j29,46$.

Setelah berhasil melakukan simulasi performa antenna menggunakan *software* simulator, langkah berikutnya adalah menggunakan uji coba antenna secara fisik menggunakan alat uji hardware. Dalam hal ini, pengujian dilakukan untuk mengamati karakteristik nilai SWR (*Signal Wave Ratio*) dan impedansi antenna yang dirancang. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat ukur berupa *vector network analyzer*. Berikut ini hasil uji SWR (*Signal Wave Ratio*) dan impedansi.

1. Hasil Pengukuran *Standing Wave Ratio* (SWR)



Gambar 19. SWR antenna Yagi 15 elemen

Pada Gambar 19, dari grafik hasil pengukuran SWR di atas menunjukkan bahwa SWR dari antenna Yagi 2400 MHz yang dirancang berada pada nilai 1,24, nilai ini tidak sama dengan hasil simulasi sebelumnya pada gambar 16, yang dimana besar nilai SWRnya yaitu 1,16 tetapi dari kedua nilai tersebut merupakan nilai SWR ideal.

2. Pengukuran Impedansi

Pada Gambar 20, dari grafik hasil pengukuran impedansi yang didapat menunjukkan bahwa impedansi dari antenna yang dirancang dengan frekuensi 2400 MHz berada pada nilai 53,9 ohm, nilai ini mendekati dengan hasil simulasi sebelumnya pada gambar 18 yang dimana nilai impedansinya yaitu 50 ohm, perbedaan nilai tersebut disebabkan karena pada *software* dimana proses simulasi dilakukan dengan mencari nilai terbaik dari rancangan, dari data diatas tersebut dapat disimpulkan bahwa antenna yang dirancang sudah sesuai dan layak digunakan.



Gambar 20. Impedansi antenna Yagi 15 elemen

Setelah melakukan perancangan dan pengukuran antenna, selanjutnya pengujian receiver komunikasi WiFi, pengujian ini dilakukan untuk mengamati performa parameter penerimaan sinyal WiFi menggunakan *software* uji. Berikut ini hasil pengujian receiver komunikasi WiFi.

Pengujian ini menggunakan *software* uji berupa *xirrus WiFi inspector* yang memiliki kemampuan menampilkan sejumlah parameter uji kualitas sinyal WiFi. Pengujian ini dilakukan dengan terlebih dahulu menghubungkan komputer yang akan diuji dengan jaringan WiFi yang telah ditransmisikan melalui unit radio *client*, kemudian melakukan *monitoring* berupa plot grafik signal *strength* yang ditampilkan dalam satuan dbm untuk nilai RSSI (*Received Signal Strength Indicator*).



Gambar 21. Tampilan xirrus WiFi inspector

Pada Gambar 21, didapatkan hasil pengujian parameter uji berupa pembacaan signal *average* sebesar -42 dBm mengindikasikan bahwa kualitas penerimaan sinyal dalam status stabil dan baik.

Dari aplikasi *xirrus WiFi inspector* kemudian dilanjutkan dengan pengujian *speed test* yang merupakan bagian pengujian dari *software* *xirrus WiFi inspector*. Pengujian ini bekerja berbasis *web browser*, karena mencakup uji coba koneksi respon jaringan, yang terdiri dari 3 parameter uji. Parameter pada uji *speed test* tersebut meliputi respon ping, aktifitas uji *download*, dan uji *speed upload*.



Gambar 22. Tampilan speed test

Pada Gambar 22, merupakan tampilan hasil pengujian yang dilakukan. Dalam uji test *download* dengan nilai 1,65 mbps dan uji *upload* dengan nilai 0,70 ms, membutuhkan waktu ping sebesar 63 ms, atau jika dikonversi menjadi nilai detik sebesar 0,063s.

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian parameter antenna dapat disimpulkan bahwa pada frekuensi kerja 2400 MHz pengujian antenna dengan *software* MMANA-GAL didapat nilai SWR 1.16, *Gain* antenna 14.59 dB, dan impedansi sebesar 50 ohm sedangkan dengan alat ukur *vector network analyzer* pembacaan SWR sebesar 1,24

dan impedansi sebesar 53 ohm. Perbedaan ini diakibatkan oleh akurasi alat ukur dan toleransi desain rancangan pada *software* terhadap hasil akhir rancangan. Penyesuaian impedansi *out* pada *dipole* 200 Ohm sebagai *balanced* terhadap saluran transmisi *unbalanced* 50 Ohm menggunakan balun 1:4 dan Sudut elevasi 1,6 derajat (*Free Space*) Serta pengujian jaringan *receiver* komunikasi WiFi dengan *software* xirus WiFi *inspector* mendapatkan nilai signal *strength* -42 dBm dan hasil uji kecepatan ping 61 ms, *download* 1,65 Mbps dan *upload* 0,70 Mbps.

REFERENSI

- [1] Rapha Nichita, Kaikatui Poberto Corputty, "Rancang Bangun Antena Yagi 2.4 GHz Untuk Memperkuat Sinyal WiFi (Wireless Fidelity)," *Mustek Anim Ha*, Vol. 8, No. 1, April 2019.
- [2] Muhammad Fakhruzi, "Rancang Bangun Antena Yagi Parabolik Untuk Sinyal 2,4 GHz Pada Sistem Usb WiFi Adapter," Other thesis Politeknik Negeri Sriwijaya, 2016.
- [3] Fitria Andini, "Rancang Bangun Antena Omnidirectional Double Biquad Untuk Komunikasi Wireless Fidelity," Other thesis Politeknik Negeri Sriwijaya, 2018.
- [4] Slamet Triyadi, Dedy Suryadi, and Nerley Tjahjamoonsih, "Rancang Bangun Antena Yagi Modifikasi dengan Frekuensi 2,4 GHz Untuk Meningkatkan Daya Terima Wireless USB Adapter terhadap Sinyal WIFI," *Teknik. Elektro Untan*, Vol 2, No. 1, 2017.
- [5] Andi Nurdianto, Teten Dian Hakim, "Rancang Bangun Antena Kaleng Di Frekuensi 2,4 GHz Untuk Memperkuat Sinyal WiFi," *Ilmiah Elektro Krisna*, Vol.7 No.3, Juni 2019.
- [6] Teddy Gunawan, Denny Firmansyah Kurniawan, "Rancang Bangun Jaringan Wireless Local Area Network (WLAN) Menggunakan Metode Routing Statik Pada Smpn 7 Pesawaran," vol. 01, No. 01, *Informatika Software dan Network* 2020.
- [7] Anis Nurul Laili, Andik Atmaja, Herma Nugroho "Rancang Bangun Antena Mimo 4x4 Rectanguler Untuk WiFi Frekuensi 2,4 GHz," *Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, Vol. 3, No. 2, November 2019.
- [8] M. Fatkha Mubina, "Perancangan Robot Pemantau Lokasi Bencana Gempa Menggunakan XBEE Pro Berbasis Arduino (Receiver)," Other Thesis Politeknik Negeri Sriwijaya 2016.
- [9] Muhammad Setiawan, "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Untuk Sistem GSM 900MHz," Other Thesis Politeknik Negeri Sriwijaya 2019.
- [10] Constantine A Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, John Wiley & Sons, Desember 8 2015.

Rancang Bangun Monitor Jarak Jauh Lampu Penerangan Menggunakan Teknologi *Real Time Storage Firebase*

Ladrena Mesiah¹, Ali Nurdin², Suroso³

Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya¹

Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya²

Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya³

*ladrenamesiah05@gmail.com¹, ali_viking_kps@yahoo.com², ocorus11@gmail.com³

ABSTRACT

This journal describes the mechanism for designing a remote monitor for lighting using Real Time Storage Firebase technology with NodeMCU ESP8266 as a WiFi provider and command information on the microcontroller, microcontroller connected to Firebase. This lighting monitor prototype uses Android Mega as its microcontroller and also utilizes a realtime database to store data and synchronize it to the user's screen. This lighting monitor is the first step in responding to the current use of electrical energy sources in everyday life by using Android as a medium to monitor lights in real time and also the ZMCT103C sensor in order to find out if the lights will contain a notification in the form of a short message that will be read via android screen.

Keywords : *Android, Arduino, NodeMCU ESP8266, Real Time Storage Firebase, ZMCT103C Current Sensor*

INTISARI

Jurnal ini menguraikan mekanisme rancang bangun monitor jarak jauh lampu penerangan menggunakan teknologi *Real Time Storage Firebase* dengan NodeMCU ESP8266 sebagai penyedia wifi dan informasi perintah pada mikrokontroler sehingga mikrokontroler tersambung ke *Firebase*. Prototipe monitor lampu penerangan ini menggunakan Android Mega sebagai mikrokontrolernya dan juga memanfaatkan *real time database* sebagai menyimpan data dan *synchronize* ke layar *user*. Monitor lampu penerangan ini sebagai langkah pertama cepat tanggap terhadap penghematan penggunaan sumber energi listrik pada kehidupan sehari-hari dengan menggunakan Android sebagai media untuk memonitor lampu secara *real time* dan juga adanya sensor arus ZMCT103C guna untuk mengetahui jika terjadi kerusakan pada lampu akan terdapat sebuah notifikasi berupa pesan singkat yang akan terbaca melalui layar Android.

Kata kunci: *Android, Arduino, NodeMCU ESP8266, Real Time Storage Firebase, Sensor Arus ZMCT103C*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi menjadi salah satu bagian penting dalam berbagai kebutuhan dalam berbagai bidang, misalnya pada industri Perusahaan Listrik Negara (PLN). Dimana Berdasarkan penggunaannya sebagian tempat tinggal di Indonesia memakai listrik yg bersumber berdasarkan Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebanyak 96,4% dan sebanyak 80,9% tempat tinggal pengguna listrik PLN memasang daya kurang berdasarkan 900. Oleh karena itu, pola hidup memengaruhi penghematan tenaga.

Sekitar 80% keberhasilan aktivitas perlindungan tenaga dipengaruhi faktor insan, sedangkan 20% lagi bergantung dalam teknologi & peralatan[1][2].

Seiring perkembangan teknologi informasi, muncul konsep *Backend as a Service (Firebase)* sebuah sarana yang berisi berbagai *platform* untuk mempermudah dan mempercepat pekerjaan dalam pengembangan aplikasi dalam berbagai bidang. Kemajuan ini berguna untuk mengatasi masalah penggunaan energi dengan efisien dan hemat daya[3][4].

Dari kasus inilah muncul ide untuk merancang Monitor Jarak Jauh Lampu Penerangan Menggunakan Teknologi *Real time Storage Fire base* yaitu suatu alat yang dibentuk dengan sistem dimana terdapat *prototype*, yang dapat memonitor sebuah lampu penerangan. Teknologi monitor pengguna lampu ini menggunakan NodeMCU untuk pertukaran informasi dari mikrokontroler ke *Firebase* dan juga sensor arus ZMCT103C sebagai alat pendeteksi arus jika terjadi kerusakan pada lampu. Sehingga pemilihan teknologi komunikasi tersebut efisien dan hemat daya[5][6].

II. LANDASAN TEORI

A. Real Time Storage Firebase

Firestore merupakan sarana yang terdapat pada *google* yang di dalamnya ada *platform* untuk mempercepat dan memudahkan pengguna dalam mendesain ataupun merancang aplikasi yang akan dibuat. Dalam sarana ini juga memiliki *data base* yang berguna untuk menyimpan data secara aman, kemudian *real time* sehingga dapat melakukan pengawasan setiap saat[7].

B. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah sarana perkembangan teknologi berdasarkan saat ke saat. Konsep dasar IoT merupakan adanya perangkat *node* berupa sistem cerdas tertanam (*embedded*) yang akan mensensor & mengendalikan aneka macam objek fisik pada lebih kurang manusia. IoT telah berkembang pesat mulai berdasarkan penggabungan berbagai teknologi. IoT memakai aneka macam macam teknologi digabungkan satunya yaitu sensor menjadi pembaca data, koneksi internet menggunakan aneka macam topologi jaringan dan *radio frequency*[8].

C. Android

Android adalah perangkat lunak sumber terbuka yang sudah dimodifikasi memiliki sistem operasi berbasis Linux, memiliki *platform* yang *open source* dapat menginterpretasikan dan menghubungkan seluruh kode mesin yang digunakan oleh setiap Linux. Hadirnya teknologi *Internet of Things (IoT)* dimanfaatkan untuk solusi monitor pengguna jarak jauh lampu penerangan menggunakan teknologi *real time storage fire base*. Aplikasi Android yang digunakan terhubung ke internet sehingga pembacaan sensor pada sistem Mylamp dapat ditampilkan di

smartphone secara *real time*. Dalam teknologi IoT, dapat memonitor lampu jarak jauh dengan memiliki kinerja tinggi dimana perangkat yang mengumpulkan data dikirim pengguna melalui aplikasi Android[9][10].

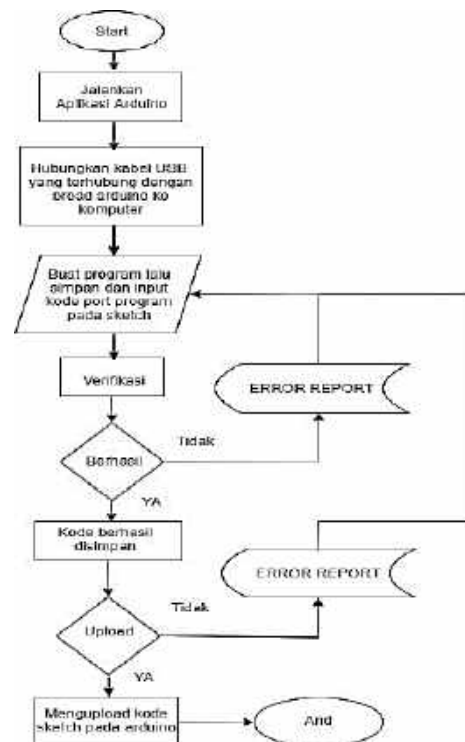
D. Mikrokontroler

Mikrokontroler biasa disebut juga perangkat komputer yang sudah dikemas dalam bentuk kecil yang memiliki *chip IC* di dalamnya sehingga penggunaannya lebih praktis. Disini dalam merancang monitor lampu penerangan menggunakan mikrokontroler berupa Arduino sebagai sarana untuk menghubungkan rangkaian ke laptop dan NodeMCU ESP8266 yang berfungsi sebagai wifi dan juga sebagai serial komunikasi antara Arduino IDE agar terhubung ke *Firestore*[11][12].

III. METODE PENELITIAN

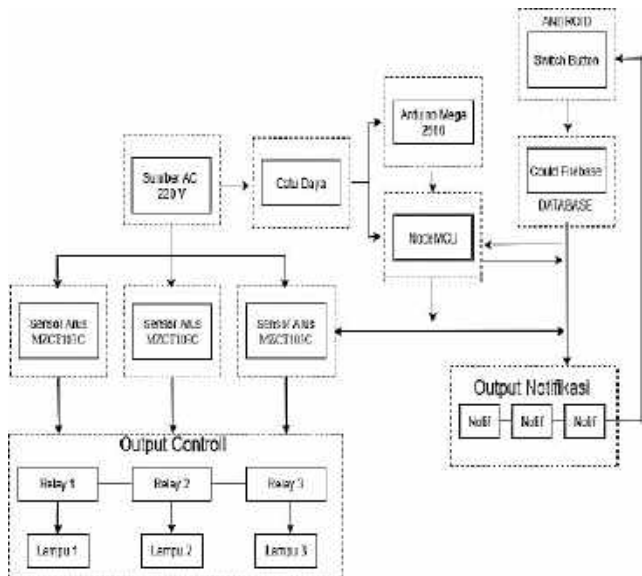
A. Perancangan Perangkat

Perancangan dalam penelitian ini yaitu berupa perancangan konsep blok diagram perangkat lunak (*software*), konsep blok diagram perangkat keras dan *flowchart* kontrol dan monitor lampu.



Gambar 1. Perintah Kerja Alat

Pada Gambar 1, sistem yang dirancang menggunakan Arduino IDE dan Android Studio untuk menjalankan suatu program kodingan yang sudah dibuat sebelumnya. Pada Arduino IDE akan menjalankan perintah untuk mengupload kodingan ke NodeMCU dan Arduino Mega sedangkan Android Studio sebagai kodingan untuk membuat desain aplikasinya.



Gambar 2. Diagram Blok Perangkat Keras

Berdasarkan diagram blok perangkat keras di atas:

1. *Power supply* mampu menyearahkan tegangan listrik sehingga mampu menyesuaikan tegangan dalam menggunakannya.
2. Mikrokontroler yang digunakan ialah Arduino yang mana mampu mengolah data dengan baik agar perintah tersampaikan pada alat yang di rancang.
3. NodeMCU ESP8266 sebagai wifi dan juga sebagai serial komunikasi antara Arduino IDE agar terhubung ke *Firebase*.
4. Sensor Arus sebagai pembaca data untuk mengetahui berapa sumbar arusnya.
5. Aplikasi pada Android sebagai *output* hasil dari alat untuk memonitor jarak jauh lampu penerangan[13][14][15][16].



Gambar 3. Monitor Lampu

Gambar 3 merupakan proses untuk membuat perintah pada Arduino IDE dengan menggunakan NodeMCU dan Arduino Mega sebagai mikrokontrolernya agar saat perintah tersebut tersampaikan. Kodingan yang sudah dibuat sebelumnya di *upload* setelah selesai di *upload* akan memberikan reaksi pada relai sehingga ketika relainya menyala otomatis lampu akan menyala juga. Kemudian pada sensor arus digunakan untuk mengetahui arus yang ada pada sumber listrik yaitu lampu yang mana pembacaan sensor tersebut menggunakan *software* Arduino IDE. Setelah semua perintah selesai maka akan terlihat hasil dari proses monitor lampu tersebut.

B. Cara Kerja Sistem Monitor Lampu

Adapun proses alur kerja sistem monitor lampu penerangan secara keseluruhan, sistem kerja alat ini dilakukan untuk mengetahui proses aplikasi sistem monitor pengguna jarak jauh lampu penerangan menggunakan teknologi *Real Time Storage Firebase* berbasis Android dengan memanfaatkan NodeMCU, relai, lampu, sensor arus dan UBEC agar alat yang dibuat bekerja sesuai dengan fungsinya yaitu untuk

memonitor lampu penerangan. Kemudian semua perangkat disambungkan ke laptop yang sudah terhubung ke internet. Dengan demikian hasil dari monitor pengguna jarak jauh lampu penerangan ini dapat ditampilkan di layar Android berupa aplikasi. Hasil dari pemantauan akan tampil berupa notifikasi dari Android yang berupa pesan sehingga memudahkan *user* dalam mengetahui kondisi lampu apakah ada yang rusak atau tidak sehingga dapat dilakukan perbaikan lebih cepat.

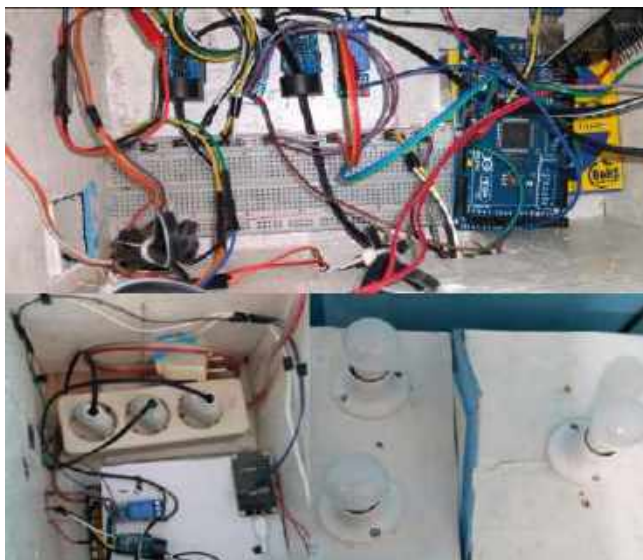
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Rancangan

Dari perancangan ini didapat hasil berupa prototipe dan Aplikasi Android Mylamp. Aplikasi Mylamp merupakan aplikasi Monitor Jauh Jauh Lampu Penerangan Menggunakan Teknologi *Real Time Storage Firebase*. Adapun tampilan dari prototipe dan Aplikasi Mylamp sebagai berikut :

1. Rangkaian Prototipe Mylamp

Prototipe ini dirancang sebagai tempat untuk semua alat maupun komponen yang digunakan untuk membuat sistem Monitor Jarak Jauh Lampu penerangan Menggunakan Teknologi *Real Time Storage Firebase* ini.



Gambar 4. Rangkaian dalam Prototipe

Rangkaian pada prototipe adalah kumpulan komponen yang telah diatur dan dihubungkan sesuai dengan alur diagram blok.

2. Aplikasi Mylamp

Aplikasi Mylamp yang terdapat pada Android sebagai monitor dari alat Mylamp, yang akan menampilkan *Control Lamp*, *Light Status* dan mendapat notifikasi jika terjadi kerusakan pada lampu.



Gambar 5. Tampilan *Splash Screen*

Pada tampilan *splash screen* diatas menampilkan sebuah layar utama sebelum memasuki layar login pada Aplikasi Mylamp.



Gambar 6. Tampilan *Login Mylamp*

Pada tampilan *Login* terdapat Email dan *Password* yang harus dimasukkan agar bisa masuk ke halaman utama.



Gambar 7. Tampilan Utama Mylamp

Tampilan utama aplikasi ketika sudah memasukkan Email dan *Password*, aplikasi Mylamp akan menampilkan *button* untuk memilih yang dapat dikontrol oleh pengguna.



Gambar 8. Tampilan Control Lamp

Pada tampilan Control Lamp ini terdapat *switch* untuk mengendalikan lampu, jika *switch* lampu digeser maka lampu akan *on/off* secara otomatis.



Gambar 9. Tampilan Light Status

Pada tampilan *Light Status* ini terdapat *switch* sebagai pengontrol arus yang ada pada lampu. *Switch* akan otomatis bergeser saat *Control Lamp* digeser karena data lampu sudah tersimpan pada *Firestore*.



Gambar 10. Notifikasi Masuk

Notifikasi akan muncul ketika Sensor Arus mendeteksi terjadi kerusakan pada lampu.



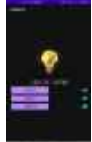





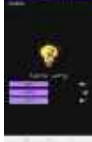
B. Pembahasan

Pada dasarnya alat ini dirancang untuk dapat mempermudah pengguna mengetahui dan mengontrol lampu sebagai langkah pertama cepat tanggap dalam mengurangi penggunaan energi listrik dan informasi yang diberikan melalui Android berupa notifikasi kepada pengguna agar dapat mengetahui kerusakan pada lampu agar cepat ditindaklanjuti.

Adapun sistem kerjanya ialah dengan menggunakan Arduino IDE dan Android Studio sebagai perintah untuk menjalankan program. Setelah program koding sudah diketik kemudian di *upload* ke mikrokontrolernya yang berupa NodeMCU ESP8266 dan Arduino Mega, kemudian setelah koding di *upload* akan tersambung ke *Firestore* dan hasilnya dapat dilihat melalui Android oleh pengguna dan apabila terjadi kerusakan pada lampu akan timbul notifikasi pada layar Android pengguna.

C. Hasil Pengujian Monitor Lampu

Tabel 1. Hasil Pengujian Aplikasi dan Alat Monitor Lampu

Perintah yang disampaikan	Status Lampu	Pembacaan Sensor	Tampilan di Android
Lampu 1,2,3 menyala			
Lampu 1,3 menyala			
Lampu 2 menyala			

Pada Tabel 1 menunjukkan hasil perintah yang disampaikan pada setiap lampu. Pada tabel tersebut menampilkan hasil *status* lampu, pembacaan sensor yang diterima di layar Android. Di mana terdapat enam perintah monitor lampu menyala dan padam atau *on/off* pada setiap lampu dan semua hasil pembacaan sensor, status lampu dan tampilan di layar Android menunjukkan hasil yang sesuai dengan perintah yang disampaikan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Notifikasi

Perintah yang disampaikan	Status Lampu	Pembacaan sensor	Notifikasi
Lampu 1 menyala dan lampu 2,3 Padam			

Pada Tabel 2 menunjukkan hasil perintah yang disampaikan dan notifikasi. Pada tabel tersebut menampilkan hasil *status* lampu, pembacaan sensor dan notifikasi yang diterima di layar Android. Di mana pada perintah tersebut lampu 1 menyala dan lampu 2,3 padam, akan tetapi status lampunya terlihat lampu 1,2,3 menyala begitu juga dengan pembacaan sensor tidak terbaca nilai arus di Arduino IDE sehingga terbaca ke *Firestore* kemudian terkirim notifikasi pada layar Android dengan pesan singkat "Lampu Rusak".

D. Analisa Hasil Pengujian Alat dan Aplikasi Mylamp

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada 3 sampel monitor lampu menunjukkan bahwa alat dan aplikasi yang dibuat telah berjalan dengan baik dan berhasil baik dari alat maupun aplikasi, tetapi dalam hal ini ada beberapa kali saat perintah disampaikan dan hasil pembacaan sensornya kurang tepat dikarenakan pada saat pengambilan perintah tanpa ada selang waktu ataupun dalam waktu yang berdekatan sehingga tidak ada jeda untuk sensor arus mendeteksi arus listriknya.

E. Analisa Kinerja Alat dan Aplikasi Mylamp

Aplikasi Mylamp pada Android adalah aplikasi yang digunakan untuk mengetahui atau memantau kondisi lampu. Aplikasi ini dapat mengetahui kondisi lampu dengan menggunakan android. Selain itu juga dapat membantu dalam memberikan informasi secara cepat dan pada saat terjadi kerusakan pada lampu dengan adanya notifikasi pada *handphone*.

Setelah melakukan beberapa pengujian monitor lampu yang dapat dilihat melalui aplikasi Mylamp pengujian yang dilakukan telah berhasil, baik hasil status lampu, pembacaan sensor, tampilan di Android

maupun hasil notifikasi pada saat terjadi kerusakan pada lampu, Pada pengujian Notifikasi dapat dilihat berdasarkan data pada Tabel 2, terbukti aplikasi dapat menampilkan hasil dan notifikasi sesuai dengan perintah yang disampaikan dan pembacaan sensor yang diterima pada *Firebase*.

Kinerja dari alat dan Aplikasi Mylamp ini dipengaruhi oleh kondisi jaringan untuk pengiriman informasi secara realtime maupun notifikasi saat terjadi kerusakan pada lampu baik berupa jaringan data maupun kondisi buruk yang disebabkan oleh alam.

V. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan alat dan aplikasi sistem monitor lampu penerangan ini adapun kesimpulan yang didapat adalah dengan adanya aplikasi Mylamp pada *platform* Android, membantu dalam memonitor jarak jauh lampu pengguna dengan hanya menggunakan Android. Dengan adanya aplikasi Mylamp ini dapat membantu pengguna lampu dalam memantau lampu secara *real time*, mengetahui arus yang terbaca pada sensor ZMCT103C di layar Arduino IDE. Informasi notifikasi darurat akan tampil di layar Android jika terjadi kerusakan pada lampu.

Adapun saran dari pengembangan aplikasi Mylamp ini adalah memperbaiki tampilan dan menambah fitur pada aplikasi sehingga dapat lebih menarik dan menambah fungsional pada aplikasi. Mengembangkan *platform* yang dapat didukung oleh perangkat lunak mengingat saat ini hanya mendukung pada *platform* Android.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis memberikan penghargaan sebesar-besarnya kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional (Kemendikbud/BKIP) Republik Indonesia dan Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah mendukung penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih terkhusus kepada rekan-rekan Program Studi Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.

REFERENSI

- [1] R. Afilusuf, F. Marisa, and I. D. Wijaya, "Smarthome Automatic Lighting Berbasis Web," pp. 22–26.
- [2] S. Fiqri and F. T. P. W, "Rancang Bangun Sistem Kendali Rumah Jarak Jauh Menggunakan Telepon Selular Android."
- [3] R. Muzawi and W. J. Kurniawan, "Penerapan Internet of Things (IoT) Pada Sistem Kendali Lampu Berbasis Mobile," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komput. dan Inform.*, vol. 2, no. 2, p. 115, 2018, doi: 10.30645/j-sakti.v2i2.75.
- [4] R. Muzawi, Y. Efendi, and W. Agustin, "SATIN – Sains dan Teknologi Informasi Sistem Pengendalian Lampu Berbasis Web dan Mobile Rometdo Muzawi," *Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 29–35, 2018.
- [5] M. F. Nur, M. A. Murti, C. Setianingsih, F. T. Elektro, and U. Telkom, "Perancangan Sistem Kendali Dan Monitoring Jarak Jauh Peralatan Listrik Rumah Tangga Berbasis Android Design of Home Electrical Appliances Control and Monitoring System Based on Android," vol. 6, no. 1, pp. 125–134, 2019.
- [6] D. Amelia Lia, "Sistem Kendali Perangkat Elektronik Rumah Berbasis Android dan Arduino," *J. Algoritm.*, 2018.
- [7] D. Saleh Muhamad, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay," *J. Teknol. Elektro.8(3).181.*, 2017.
- [8] R. Muzawi, Y. Efendi, and N. Sahrin, "Prototype Pengendalian Lampu Jarak Jauh Dengan Jaringan Internet Berbasis Internet of Things(IoT) Menggunakan Raspberry Pi 3," *J. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 46–50, 2018, doi: 10.25139/ojsinf.v3i1.642.
- [9] M. R. I. Pamungkas, S. Sumaryo, and A. S. Wibowo, "Perancangan Dan Implementasi Sistem Monitoring Dan Pemberi Pakan Kucing Otomatis Berbasis Android," *e-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 112–119, 2019.
- [10] R. P. Astutik, "Aplikasi Telegram Untuk Sistem Monitoring Pada Smart Farming," *J. Teknol.*

dan Terap. Bisnis, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2019.

- [11] R. dan M. S. A.S, “Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek,” *Inform. Bandung*, 2013.
- [12] S. Wardoyo, J. Saepul, S. Pramudyo, J. T. Elektro, U. Sultan, and A. Tirtayasa, “Rancang Bangun Alat Uji Karakteristik Motor DC Servo , Battery, dan Regulator untuk Aplikasi Robot Berkaki,” vol. 2, no. 2, pp. 54–59, 2013.
- [13] R. S. Pressman, “Rekayasa Perangkat Lunak,” *Yogyakarta Andi*, 2012.
- [14] and J. W. Ma, Li, Lei Gu, “Research and development of mobile application for Android platform.,” *Int. J. Multimed. Ubiquitous Eng.* 9.4 187-198., 2014.
- [15] Allegro., “Datasheet ZMCTI03C,.” (<https://www.allegromicro.com/~media/files/datasheets/MZCTI03C-datasheet.ashx> diunduh pada 5 Januari 2018), 2017.
- [16] Y. Ahruroji, “Perancangan sistem kontrol ruang menggunakan Arduino,” 2017.

Perancangan Antena Mikrostrip *Fractal Minkowski Array* pada Frekuensi 3.5 GHz untuk Sistem Komunikasi 5G

Raissa Syafira¹, *Syah Alam², Indra Surjati³

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti¹

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti²

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti³

raissa.raissa062001904028@std.trisakti.ac.id¹, *syah.alam@trisakti.ac.id², indra@trisakti.ac.id

ABSTRACT

Technological developments in the telecommunications sector are growing rapidly, especially with the emergence of fifth-generation technology with the advantages of high data transfer speeds and very low latency. The World Radiocommunication Conference (WRC) in 2015 has recommended frequencies for 5G communication systems below 6 GHz, namely in the frequency ranges: 470–694, 1427–1518, 3300–3800, and 4500–4990 MHz. One of the recommended frequencies to use is 3.5 GHz. Antenna is one of the important communication components in radio communication system. Microstrip antenna is a type of antenna that has the advantage of having a light weight and can be integrated with telecommunication devices such as modems. This study proposes the development of a microstrip antenna using fractal and array methods. The fractal method is used to reduce the dimensions of the antenna while the array is used to increase the gain. The target of this research is to produce an antenna with a return loss of -10 dB, VSWR 2, and a gain 5 dB at a frequency of 3.5 GHz for a 5G communication system. The proposed antenna is designed using a duroid R5880 substrate with a dielectric constant value of 2.2, dielectric loss (loss tan) 0.0009 and substrate thickness (h) 1.57 mm. This study succeeded in reducing the dimensions of the antenna until 53.76% with a return loss of -42.48 dB, VSWR 1.02, and a gain of 8.46 dB. The results obtained in this design can be recommended as a receiving antenna in the fifth generation (5G) communication system.

Keywords : 5G, Array, Fractal, Microstrip Antenna

INTISARI

Perkembangan teknologi pada bidang telekomunikasi berkembang pesat terutama dengan munculnya teknologi generasi kelima dengan kelebihan kecepatan *transfer* data tinggi dan *latency* yang sangat rendah. Konferensi Komunikasi Radio Dunia (WRC) pada tahun 2015 telah merekomendasikan frekuensi untuk sistem komunikasi 5G di bawah 6 GHz yaitu pada rentang frekuensi: 470–694, 1427–1518, 3300–3800, dan 4500–4990 MHz. Salah satu frekuensi yang direkomendasikan untuk digunakan adalah 3.5 GHz. Antena merupakan salah satu komponen komunikasi yang penting dalam sistem komunikasi radio. Antena mikrostrip merupakan tipe antena yang mempunyai kelebihan mempunyai bobot yang ringan dan dapat diintegrasikan dengan perangkat telekomunikasi seperti modem. Penelitian ini mengusulkan pengembangan antena mikrostrip dengan menggunakan metode *fractal* dan *array*. Metode *fractal* digunakan untuk mereduksi dimensi antena sedangkan *array* digunakan untuk meningkatkan gain. Target dari penelitian ini menghasilkan antena dengan *return loss* ≤ -10 dB, *VSWR* ≤ 2 , dan *gain* ≥ 5 dB pada frekuensi 3.5 GHz untuk sistem komunikasi 5G. Antena yang diusulkan di rancang dengan menggunakan substrat duroid R5880 dengan konstanta dielektrik 2.2, rugi – rugi dielektrik (*loss tan*) 0.0009 dan tebal substrat (*h*) 1.57 mm. Penelitian ini berhasil mereduksi dimensi antena sebesar 53,76 % dengan *return loss* -42.48 dB, *VSWR* 1.02, serta *gain* sebesar 8.46 dB. Hasil yang diperoleh pada rancangan ini dapat direkomendasikan sebagai antena penerima pada sistem komunikasi generasi kelima (5G).

Kata kunci: 5G, Array, Fractal, Antena Mikrostrip

I. PENDAHULUAN

Teknologi 5G hadir untuk memecahkan masalah dan kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi dan kapasitas jaringan, peningkatan *data rate* dengan

cakupan yang lebih baik pada konsumsi daya yang rendah. Pada Konferensi Komunikasi Radio Dunia (WRC) pada tahun 2015, pita frekuensi kandidat 5G di bawah 6 GHz telah banyak dibahas, dan rentang

frekuensi berikut telah disarankan: 470–694, 1427–1518, 3300–3800, dan 4500–4990 MHz [1]. Diantaranya, 3.5 GHz sudah sangat luas dianggap, karena dapat diterima di sebagian besar negara. Oleh karena itu dibutuhkan suatu jaringan komunikasi yang handal khususnya pada pita frekuensi 3.5 GHz untuk aplikasi generasi kelima.

Antena merupakan salah satu komponen komunikasi yang penting dalam system komunikasi radio. Berbagai bentuk antena telah dirancang dan diusulkan sesuai dengan kebutuhan frekuensi dalam sistem komunikasi yang ada digunakan untuk berbagai macam keperluan. Antena mikrostrip merupakan antena yang banyak dikembangkan untuk keperluan sistem komunikasi nirkabel dikarenakan mempunyai kelebihan mempunyai bobot yang ringan, mudah diintegrasikan dengan perangkat lain dan biaya fabrikasi yang murah[2]. Salah satu cara untuk mendapatkan desain antena mikrostrip yang kompak adalah dengan menggunakan metode *fractal*. Dengan metode *fractal* dimensi antena dapat direduksi menjadi lebih kompak[3]. Metode *fractal* merupakan metode geometri yang bertumpu pada dua hal, yaitu kemiripan diri sendiri (*self-similarity*) dan ukuran dimensi seperti *Koch snowflakes*[4], *Minkowski* [5], *Sierpinski* [6].

Pada penelitian sebelumnya [7] didapatkan hasil pengukuran parameter sebuah antena mikrostrip yang di desain untuk mereduksi dimensi antena dengan metode *Defected Ground Structure* mendapatkan nilai *return loss* sebesar -22.30 dB, *gain* sebesar 3.45 dB dan presentasi reduksi dimensi sebesar 33.1 %. Pada Penelitian [8] berhasil membuktikan bahwa dengan metode *fractal* berhasil mereduksi dimensi antena dengan presentase yang lebih besar dari menggunakan metode DGS yaitu sebesar 47.80%. Pada penelitian berikutnya [9] dilakukan perbandingan antena mikrostrip untuk aplikasi 5G dengan desain awal antena single patch mendapatkan *gain* sebesar 2.90 dB dan setelah di *array gain* yang di dapatkan sebesar 6.34 dBi. Penelitian tersebut berhasil membuktikan bahwa metode *array* berhasil digunakan untuk meningkatkan *gain* pada antena mikrostrip.

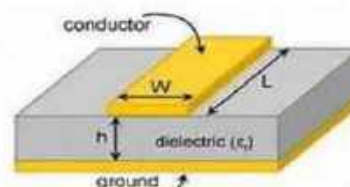
Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan desain baru antena mikrostrip menggunakan metode *fractal* *minkowski array* untuk mereduksi dimensi dan

meningkatkan *gain* antena untuk aplikasi generasi lima pada jaringan komunikasi seluler.

II. LANDASAN TEORI

A. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan antena lainya, yaitu: Konfigurasi yang *low profile* sehingga bentuknya dapat disesuaikan dengan perangkat utamanya. Kelebihan dari antena mikrostrip adalah mempunyai bobot yang ringan dan ukuran yang kecil, mampu bekerja pada beberapa frekuensi kerja dan muda diintegrasikan dengan *microwave integrated circuits* (MICs).



Gambar 1. Geometri Antena Mikrostrip[8]

Terdapat berbagai macam *patch* pada antena mikrostrip, salah satu bentuk *patch* adalah *rectangular*. Bentuk ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan bentuk *patch* lainnya karena dalam segi perancangan dan pembuatannya lebih mudah dan bentuknya lebih sederhana dibandingkan dengan bentuk *patch* lainnya. Selain itu prosesnya lebih mudah dan dapat disimulasikan dengan menggunakan bantuan *software*. Untuk mencari dimensi antena mikrostrip (*W* dan *L*), harus diketahui terlebih dahulu parameter bahan yang digunakan, yaitu tebal dielektrik (*h*), konstanta dielektrik (ϵ_r), tebal konduktor (*t*), dan rugi – rugi bahan. Panjang antena mikrostrip harus disesuaikan, karena apabila terlalu pendek maka *bandwidth* akan menjadi lebih sempit sedangkan apabila terlalu panjang *bandwidth* akan menjadi lebih lebar namun efisiensi radiasi akan menjadi kecil. Dimensi dari antena mikrostrip didapatkan dengan menggunakan persamaan (1), (2), (3), (4) dan (5) [10]:

$$W = \frac{c}{2f} \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}} \quad (1)$$

$$\epsilon_{r\text{eff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + \frac{12h}{w}\right)^{-\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$L_{\text{eff}} = \frac{c}{2f \sqrt{\epsilon_{r\text{eff}}}} \quad (3)$$

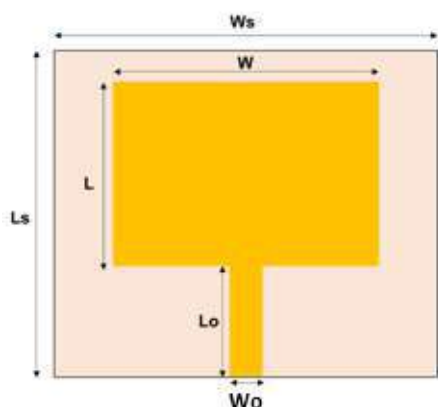
$$\Delta L = 0.412h \left(\frac{\epsilon_{r\text{eff}} + 0.3}{\epsilon_{r\text{eff}} + 0.258} \right) \left(\frac{\frac{W}{h} + 0.264}{\frac{W}{h} + 0.8} \right) \quad (4)$$

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (5)$$

$$W_o = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_{reff}}} \ln \left[\frac{8h}{LW} + \frac{W}{4h} \right] \quad (6)$$

Keterangan:

- W = Lebar patch antenna (m)
- L_{eff} = Panjang efektif patch antenna (m)
- ε_{reff} = Konstanta dielektrik efektif (m)
- ΔL = Pertambahan panjang patch (m)
- h = Ketebalan substrat (mm)
- f = Frekuensi (Hz)
- L = Panjang patch antenna (m)
- W_o = Lebar Saluran Pencatu (m)



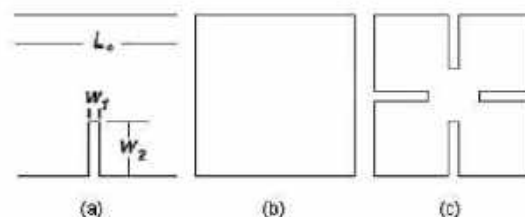
Gambar 2. Rancangan Antena Mikrostrip *Rectangular*

Gambar 2 menunjukkan disain antena mikrostrip *rectangular* dengan dimensi $W = 34$ mm, $L = 28$ mm dan $L_o = 12$ mm, sedangkan untuk dimensi lebar saluran pencatu dengan impedansi saluran 50 Ohm adalah $W_o = 3$ mm dan $L_o = 12$ mm didapatkan dengan menggunakan persamaan (6). Dimensi dari *groundplane* pada antena mikrostrip adalah $W_s = 50$ mm dan $L_s = 50$ mm.

B. *Fractal Minkowski*

Menurut [11] setiap objek alam berperilaku sebagai *fractal* dalam hal ini merupakan hasil kerja gaya yang sama yang bekerja pada berbagai tingkatan skala pada suatu objek sehingga mengakibatkan iterasi atau pengulangan bentuk dasar (*fractal seed* atau *fractal generator*) yang hasilnya menyatu dalam satu objek yang bersangkutan. Proses itu dikenal sebagai proses self similarity yang bersifat scale invariant: artinya diamati dengan skala berapapun bentuk geometrinya maupun dimensinya tetap sama dengan struktur awal dari *fractal*nya.

Untuk meningkatkan kopling input / output dan untuk mendapatkan kisaran praktis dari dimensi *fractal* dari kurva *fractal* Minkowski standar dan proses generasi varian *fractal Minkowski* yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 3.

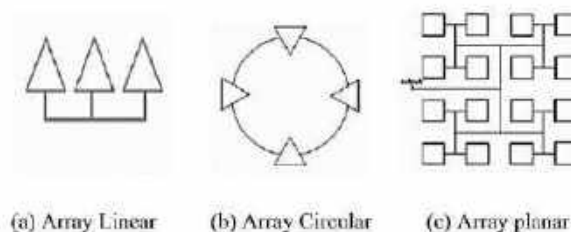


Gambar 3. Proses Generasi Varian *Fractal Minkowski* [9]

Gambar 3 memperlihatkan proses pembangkitan *fractal* dengan varian *Minkowski*. Gambar tersebut menunjukkan generasi versi modifikasi hingga iterasi kedua. Dalam versi ini, rasio 1/3 khas adalah paling populer di generasi mayoritas berbagai kurva *fractal* telah diganti dengan rasio yang berubah-ubah. Menurut [12], versi modifikasi dari *fractal Minkowski* geometri disebut geometri multi-*fractal* atau *fractal* dengan rasio lebih dari satu *generator*.

C. *Antenna Array*

Umumnya antena mikrostrip dengan patch elemen tunggal memiliki pola radiasi yang sangat lebar, dan menghasilkan keterarahan dan perolehan *gain* yang kurang baik. Sedangkan pada beberapa aplikasinya diperlukan antena dengan keterarahan yang baik dan perolehan (*gain*) yang tinggi. Untuk memenuhi kebutuhan karakteristik tersebut, maka antena mikrostrip disusun dengan beberapa konfigurasi. Susunan antena ini sering disebut sebagai antena susun (*Array*).[13]



Gambar 4. Konfigurasi Antena *Array*[13]

Masing-masing dari susunan / konfigurasi *array* memiliki keuntungan, misalnya *array* linear memiliki kelebihan dalam perhitungan yang tidak terlalu rumit, sedangkan *array* planar memiliki kelebihan dalam pengaturan dan pengendalian arah pola radiasi.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian perancangan antenna *fractal minkowski array* pada frekuensi 3.5 GHz untuk aplikasi 5G dilakukan beberapa tahapan, seperti: penentuan substrat, perhitungan antenna secara manual, dan simulasi menggunakan *software*.

A. Penentuan Substrat

Dalam penelitian ini, akan dirancang antenna yang dapat bekerja pada frekuensi 3.5 GHz yang memiliki nilai *return loss* ≤ -10 dB, *VSWR* ≤ 2 , dan *gain* ≥ 5 dB pada frekuensi 3.5 GHz. Antena akan dirancang dengan menggunakan substrat duroid Rogers R5880. Spesifikasi dari substrat yang digunakan dalam perancangan antenna dipaparkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Substrat [14]

Jenis Substrat	Duroid Rogers R5880
Konsanta Dielektrik (ϵ_r)	2.2
Ketebalan Substrat (h)	1.577 mm
Loss Tangent (σ)	0.0009

B. Perhitungan Dimensi Antena

Dimensi dari antenna yang dirancang ditentukan menggunakan persamaan yang telah dipaparkan pada bagian landasan teori. Selanjutnya disain dari antenna yang diusulkan ditunjukkan pada Gambar 5 sedangkan dimensi keseluruhan antenna ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Dimensi Antena *Fractal Minkowski Array*

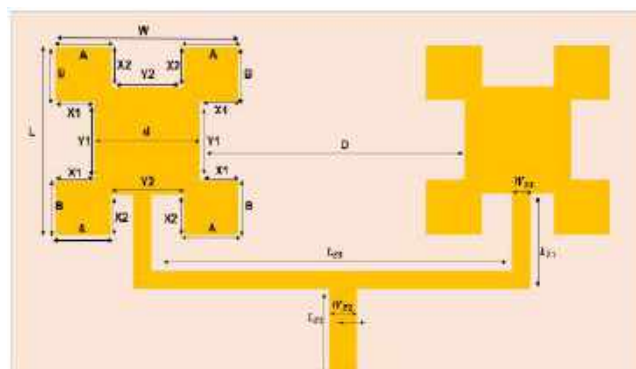
Parameter	Keterangan	Dimensi (mm)
Ws	Lebar Substrat	75
Ls	Panjang Substrat	50
W	Lebar Patch	24.8
L	Panjang Patch	23
A	Panjang Fractal	7.4
B	Lebar Fractal	6.5
X1	Panjang celah fractal 1	5.3
X2	Panjang celah fractal 2	5
Y1	Lebar celah fractal 1	10
Y2	Lebar celah fractal 2	10
d	Jarak antar fractal 1	14
D	Jarang antar element	38.5
Wz1	lebar saluran	1.9
Lz1	panjang saluran	11
Wz2	lebar saluran	3.7
Lz2	panjang saluran	13
Lz3	panjang saluran	54.5

C. Simulasi Perancangan Antena

Simulasi antenna yang dirancang menggunakan *software AWR Microsoft Studio 2014* dengan paramater yang disimulasikan adalah *return loss*, *VSWR*, *bandwidth*, *gain* dan pola radiasi.

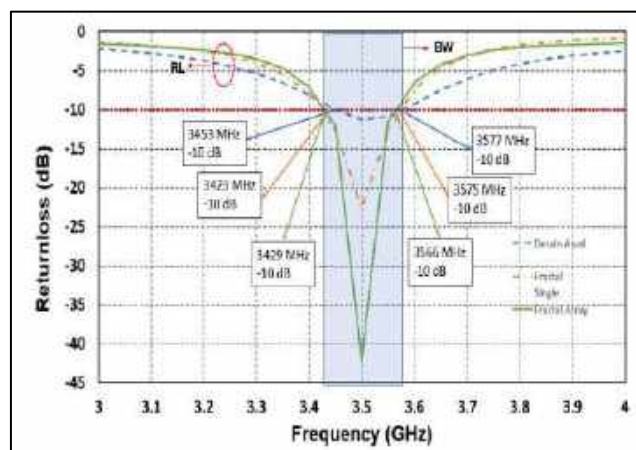
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Perbandingan Hasil Return Loss dan Bandwidth



Gambar 5. Desain Antena Mikrostrip *Fractal Array 2x1*

Gambar 6 dapat menunjukkan perbandingan hasil simulasi dari *return loss* antara antenna desain awal dengan *fractal single element* dan *fractal array 2x1*.



Gambar 6. Hasil Perbandingan *Return loss*

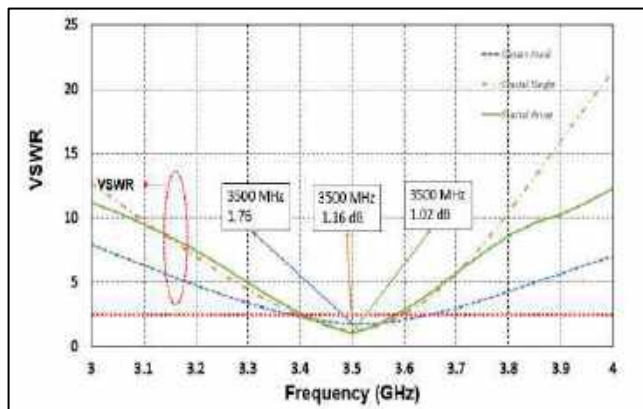
Gambar 6 menunjukkan perbandingan hasil simulasi dari *return loss* pada antenna desain awal, *fractal single element*, dan *fractal array 2 x 1*. *Return Loss* yang dihasilkan pada desain awal adalah -10.28 dB sedangkan pada antenna *fractal single element* meningkat sebesar -22.63dB dan pada antenna *fractal array 1 x 2* sebesar -42.48 pada frekuensi kerja 3.5 GHz. Dari hasil simulasi tersebut dapat dilihat bahwa penambahan metode *fractal* dan *array* berhasil

meningkatkan nilai *return loss*, hal ini disebabkan adanya perubahan arus listrik yang mengalir pada *patch* antenna yang telah dimodifikasi sehingga menghasilkan karakteristik antenna yang berbeda.

Selanjutnya, *bandwidth* yang dihasilkan pada desain awal adalah 124 MHz sedangkan *fractal single element* adalah 152 MHz dan pada antenna *fractal array 2 x 1* sebesar 137 MHz. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi peningkatan yang signifikan dari *bandwidth* ketiga antenna yang diusulkan.

B. Perbandingan Hasil VSWR

Gambar 7 menunjukkan perbandingan hasil simulasi VSWR antara antenna desain awal, *fractal single element* dan *fractal Array 2 x 1*. VSWR yang dihasilkan pada desain awal adalah 1.76 sedangkan pada antenna *fractal single element* adalah 1.16 dB dan pada antenna *fractal array 2 x 1* sebesar 1.02 pada frekuensi kerja 3.5 GHz. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga antenna yang diusulkan telah memenuhi kriteria dari antenna yang dirancang dengan nilai $VSWR \leq 2$ pada frekuensi 3.5 GHz.



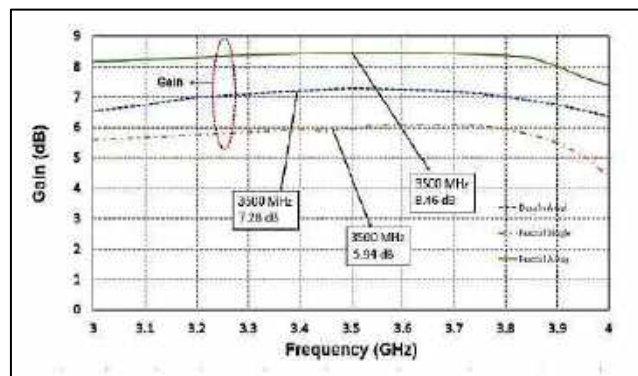
Gambar 7. Hasil Perbandingan VSWR

C. Perbandingan Hasil Gain

Gambar 8 menunjukkan perbandingan simulasi *gain* dari antenna desain awal, *fractal single element* dan *fractal array 2x1*. *Gain* dari antenna mikrostrip ditingkatkan menggunakan metode *array 2x1* yang diterapkan dengan menyusun antenna secara horizontal dan dihubungkan dengan saluran pencatu mikrostrip.

Gain pada desain awal adalah 7.28 dB sedangkan pada antenna *fractal single element* sebesar 5.94 dB dan pada antenna *fractal array 2 x 1* sebesar 8.46 dB pada frekuensi kerja 3.5 GHz. Penggunaan metode *fractal* berdampak terhadap penurunan nilai *gain* dari antenna, hal ini disebabkan adanya perubahan *bandwidth* pada

antenna setelah diterapkan metode fraktal. Umumnya, antenna dengan *bandwidth* yang lebar akan menghasilkan *gain* yang rendah dan juga sebaliknya. Selanjutnya, penerapan metode *array 2x1* berhasil meningkatkan *gain* sampai dengan 8.46 dB pada frekuensi kerja 3.5 GHz.



Gambar 8. Hasil Perbandingan Gain

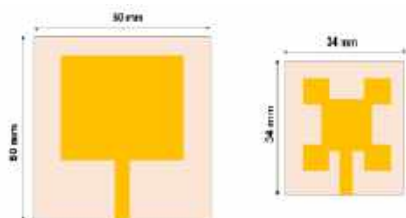
Keseluruhan hasil perbandingan simulasi dari ketiga model antenna yang dirancang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perbandingan Keseluruhan Proses Simulasi

Jenis Antena	Return Loss	Bandwidth	VSWR	Gain
Desain Awal	-10.28 dB	124 MHz	1.76	7.28 dB
Fractal Single Element	-22.63 dB	152 MHz	1.16	5.94 dB
Fractal Array 2x1	-42.28 dB	137 MHz	1.02	8.46 dB

Tabel 3 menunjukkan perbandingan hasil simulasi dari ketiga model antenna yang diusulkan. Hasil simulasi dari antenna disain awal menunjukkan bahwa antenna telah bekerja pada frekuensi 3.5 GHz dengan *return loss* -10.28 dB , VSWR 1.76, *bandwidth* 124 MHz dan *gain* 7.28 dB. Setelah dioptimasi menggunakan metode fraktal minkowski dengan $n = 1$, terjadi peningkatan terhadap nilai *return loss*, VSWR dan *bandwidth* namun *gain* mengalami penurunan. Selanjutnya, untuk meningkatkan *gain* antenna dilakukan optimasi dengan mengembangkan model antenna dengan *array 2x1*. Pengembangan antenna *fractal array 2x1* berhasil meningkatkan *return loss*, VSWR dan *gain* dari antenna dibandingkan dengan antenna disain awal dan antenna *fractal single element*. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan *array 2x1*

berhasil meningkatkan nilai *gain* antenna sampai dengan 8.78 dB pada frekuensi kerja 3.5 GHz. Selain itu, efek penggunaan metode *fractal minkowski* juga berhasil mereduksi dimensi antenna yang awalnya adalah 50 x 50 mm menjadi 34 x 34 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9 dan Tabel 4.



Gambar 9. Perbandingan Dimensi Antena *Fractal* dan Antena Desain Awal

Tabel 4. Dimensi Antena *Fractal Single* dan Desain Awal

Mikrotrip Antena	Dimensi
Desain Awal	50 mm x 50 mm
Desain <i>Fractal Single Element</i>	34 mm x 34 mm

Tabel 4 menunjukkan bahwa penggunaan metode *fractal* dapat mereduksi dimensi dari antenna sebesar 53.76 % dibandingkan dengan antenna disain awal pada frekuensi 3.5 GHz. Selain itu metode *fractal* juga berhasil meningkatkan parameter *return loss* sebesar 54.77 % dan *bandwidth* sampai dengan 18.42 % dibanding dengan antenna desain awal. Namun, parameter *gain* dari antenna *fractal* mengalami penurunan sebesar 18 % dari antenna desain awal. Hal ini disebabkan perbandingan lurus antara besar dimensi antenna dengan nilai *gain*, semakin besar dimensi antenna akan semakin besar *gain* nya begitu juga sebaliknya. Spesifikasi dari antenna *fractal array 2x1* elemen ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Spesifikasi Antena Mikrostrip *Fractal Array 2x1* Elemen

Parameter	Nilai
Return Loss	-42.48 dB
Bandwidth	137 MHz
VSWR	1.02
Gain	8.46 dB

Tabel 5 memperlihatkan spesifikasi antenna yang dirancang dengan nilai *return loss* nilai -42.28 dB, VSWR 1.02, dan *gain* sebesar 8.46 dB pada frekuensi

3.5GHz. Hal ini menunjukkan bahwa disain antenna yang dirancang telah memenuhi target yang telah ditentukan pada yaitu dengan parameter dari *return loss* ≤ -10 dB, VSWR ≤ 2 , dan *gain* ≥ 5 dB. Selain itu, penerapan metode *fractal* berhasil mereduksi dimensi antenna sampai dengan 53.76 % dan penerapan metode array 2x1 berhasil meningkatkan *gain* sebesar 16.2% dibandingkan dengan antenna disain awal dan meningkat 30 % dibandingkan dengan antenna *fractal* sebelum menggunakan array.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini mengusulkan desain antenna mikrostrip yang dikembangkan dengan metode *fractal* dan array 1x2. Berdasarkan hasil perancangan dan simulasi diperoleh antenna mikrostrip *fractal minkowski array 2x1* yang bekerja pada frekuensi 3.5 GHz dan telah memenuhi kriteria parameter *return loss* ≤ -10 dB, VSWR ≤ 2 , dan *gain* ≥ 5 dB. Metode *fractal minkowski* berhasil mereduksi dimensi antenna hingga 53.76% sedangkan metode array 1 x 2 pada antenna *fractal* menghasilkan peningkatan nilai *return loss* dengan presentase sebesar 46.72%. Penerapan metode array 1x2 berhasil meningkatkan *gain* pada antenna *fractal minkowski* hingga 30% jika dibandingkan dengan antenna yang tidak menggunakan metode array. Penelitian ini dapat direkomendasikan sebagai disain antenna penerima pada sistem komunikasi generasi kelima (5G).

Tambahan : Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Trisakti dan Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri yang telah membiayai dan mendukung kegiatan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] F. S. Awangga, "Kajian Awal 5G Indonesia," *Pus. Penelit. dan Pengemb. Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Inform. Indones. Hal.*, pp. 97–114, 2015.
- [2] I. Surjati, *Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya*. Universitas Trisakti, 2010.
- [3] S. Alam and E. Surya, "Miniaturisasi Antena Mikrostrip dengan Desain Fraktal untuk Aplikasi Global Positioning System," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 71–77, 2017.
- [4] Z. Yu, J. Yu, C. Zhu, and Z. Yang, "An

- improved Koch snowflake fractal broadband antenna for wireless applications,” in *2017 IEEE 5th International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC-Beijing)*, 2017, pp. 1–5.
- [5] H. Ali, P. Singh, S. Kumar, and T. Goel, “A Minkowski fractal ultrawide band antenna for 5G applications,” in *2017 IEEE International Conference on Antenna Innovations & Modern Technologies for Ground, Aircraft and Satellite Applications (iAIM)*, 2017, pp. 1–5.
- [6] S. Gundala, V. SrinivasaBaba, A. Vijaya, and S. Machanna, “Compact High Gain Hexagonal Fractal Antenna for 5G applications,” in *2019 IEEE International Conference on Advanced Networks and Telecommunications Systems (ANTS)*, 2019, pp. 1–7.
- [7] N. N. Tawfeeq, “Size reduction and gain enhancement of a microstrip antenna using partially defected ground structure and circular/cross slots,” *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 7, no. 2, p. 894, 2017.
- [8] S. Alam, I. Surjati, A. Ferawan, and T. Firmansyah, “Design and Realization of Compact Microstrip Antenna Using Fractal Sierpensi Carpet for Wireless Fidelity Application,” *Indones. J. Electr. Eng. Informatics*, vol. 6, no. 1, pp. 70–78, 2018.
- [9] P. S. Naik and H. G. Virani, “1× 4 Microstrip Patch Slotted Array Antenna for 5G C-Band Access Point Application,” *2020 Int. Conf. Electron. Sustain. Commun. Syst.*, pp. 641–644, 2020.
- [10] S. Alam, I. Surjati, and T. Firmansyah, “Bandwidth Enhancement of Square Microstrip Antennas Using Dual Feed Line Techniques,” *Int. J. Electr. Electron. Eng. Telecommun.*, vol. 10, no. 1, pp. 60–65, 2021, doi: 10.18178/ijeetc.10.1.60-65.
- [11] B. B. Mandelbrot, “The fractal geometry of Nature WH Freeman and Company,” in *New York*, 1983, p. 468.
- [12] K. Falconer, *Fractal geometry: mathematical foundations and applications*. John Wiley & Sons, 2004.
- [13] R. Garg, P. Bhartia, I. J. Bahl, and A. Ittipiboon, *Microstrip antenna design handbook*. Artech house, 2001.
- [14] R. A. Alahnomi, Z. Zakaria, E. Ruslan, S. R. Ab Rashid, and A. A. Mohd Bahar, “High-Q sensor based on symmetrical split ring resonator with spurlines for solids material detection,” *IEEE Sens. J.*, vol. 17, no. 9, pp. 2766–2775, 2017, doi: 10.1109/JSEN.2017.2682266.

Rancang Bangun *Sterilizer* Portabel Menggunakan UVC untuk Sterilisasi Produk Pangan

*Mohamad Syafaat¹, Wulan Fitriani Safari², dan Trianto Haryo Nugroho³

Fakultas Ilmu Kesehatan dan Teknologi Universitas Binawan¹

Fakultas Ilmu Kesehatan dan Teknologi Universitas Binawan²

Fakultas Ilmu Kesehatan dan Teknologi Universitas Binawan³

*syafaat@binawan.ac.id¹, wulan.fitriani@binawan.ac.id²

ABSTRACT

Microbial contamination such as bacteria, viruses, fungi, and parasites is a serious food safety problem, it cause various foodborne diseases. Contamination of food products is difficult to control because there are several potential contaminants sources during production, processing, storage, distribution and consumption of food product. One of the effective sterilization methods to reduce or kill unwanted microbes is UVC irradiation. The application of UVC for sterilization has several advantages over other sterilization methods. In this study, a portable sterilizer was designed using UVC. This research was conducted in several step, system design, instrument making, subsystem testing and whole systems testing. The Portable sterilizer is equipped with light intensity settings, exposure time, ultrasonic sensor and mass sensor that are displayed on the Touchscreen LCD. Light intensity and exposure time setting is needed to determine the optimal sterilization process. The measurement results shows good accuracy.

Keywords : Food Products, Microbial Contamination, Portable Sterilizer, UVC

INTISARI

Kontaminasi mikroba seperti bakteri, virus, jamur, dan parasit menjadi masalah keamanan pangan yang serius karena dapat menyebabkan berbagai penyakit bawaan makanan. Kontaminasi produk pangan sulit dikendalikan karena terdapat beberapa sumber potensial selama produksi, pemrosesan, penyimpanan, distribusi, dan konsumsi. Salah satu metode sterilisasi yang efektif untuk mengurangi jumlah atau mematikan mikroba yang tidak diinginkan adalah penyinaran UVC. Penerapan UVC untuk sterilisasi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan metode sterilisasi yang lain. Pada penelitian ini dibuat rancang bangun *sterilizer* portabel menggunakan UVC. Penelitian dilakukan dengan tahapan yaitu perancangan sistem, pembuatan alat, pengujian subsistem dan pengujian sistem secara keseluruhan. *Sterilizer* portabel yang dibuat dilengkapi dengan pengaturan intensitas cahaya, waktu penyinaran, sensor ultrasonik dan sensor massa yang ditampilkann pada LCD *touchscreen*. Pengaturan intensitas cahaya dan waktu penyinaran sangat diperlukan untuk menentukan proses sterilisasi yang optimal. Pengujian alat menunjukkan hasil pengukuran dengan akurasi yang baik.

Kata kunci: Kontaminasi Mikroba, Produk Pangan, *Sterilizer* Portabel, UVC

I. PENDAHULUAN

Kontaminasi mikroba menjadi masalah keamanan pangan yang serius karena dapat menyebabkan berbagai penyakit bawaan makanan [1]. Bakteri, virus, jamur, dan parasit merupakan agen kontaminan yang mencemari makanan [2]. Rute utama kontaminasi mikroba pada makanan yaitu melalui kontak permukaan, melalui personel atau melalui udara [3]. Kontaminasi produk pangan sulit dikendalikan karena terdapat beberapa sumber potensial selama produksi,

pemrosesan, penyimpanan, distribusi, dan konsumsi yang memungkinkan mikroorganisme bersentuhan dengan produk [4]. Oleh karena itu dibutuhkan proses sterilisasi produk makanan untuk menghilangkan kontaminasi tersebut sehingga aman untuk dikonsumsi.

Salah satu metode sterilisasi yang efektif untuk mengurangi jumlah mikroba yang tidak diinginkan adalah penyinaran UVC. Radiasi UVC yang memiliki panjang gelombang 250-280 nm, dapat mematikan karena kemampuannya untuk menonaktifkan

mikroorganisme seperti virus, bakteri, fungi dan protozoa [5]. Efek germisidal dari iradiasi UVC yaitu fotohidradiasi, photosplitting, fotodimerisasi, dan fotocrosslinking yang dapat menghambat replikasi seluler dan menyebabkan kerusakan sel [6]. Penerapan UVC untuk sterilisasi memiliki beberapa kelebihan yaitu penerapan metode ini sederhana, tidak bergantung dengan pH dan suhu serta kurangnya efek samping yang dihasilkan [7].

Perancangan alat sterilisasi dengan menggunakan UVC di Indonesia dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan seperti alat *germicidal* udara, *air sterilizer* tempat pengiriman ASI, disinfeksi alat pelindung diri, disinfeksi peralatan makan dan sistem sterilisasi paket [8], [9], [10], [11], [12]. Disinfeksi produk makanan dan minuman menggunakan radiasi UVC masih harus terus dipelajari dengan memperhatikan berbagai variabel seperti waktu penyinaran, intensitas cahaya dan jenis produk agar proses disinfeksi menjadi efektif dan efisien oleh karena itu pada penelitian ini akan dibuat suatu rancang bangun *sterilizer* portabel dengan menggunakan UVC yang dilengkapi dengan timbangan, sensor jarak, sensor intensitas cahaya, dan *timer* serta dilengkapi *Liquid Crystal Diode (LCD) touchscreen*. Rancang bangun ini diharapkan dapat digunakan untuk melihat efektivitas UVC dalam sterilisasi produk pangan.

II. LANDASAN TEORI

A. Ultraviolet

Sinar ultraviolet (UV) adalah cahaya dengan panjang gelombang radiasi non-pengion dengan spektrum 100–380 nm [13]. UV dikategorikan menjadi UV-A, UV-B, UV-C dan UV-Vacuum dengan karakteristik seperti pada Tabel 1 [14].

Tabel 1. Jenis-Jenis UV dan Karakteristiknya

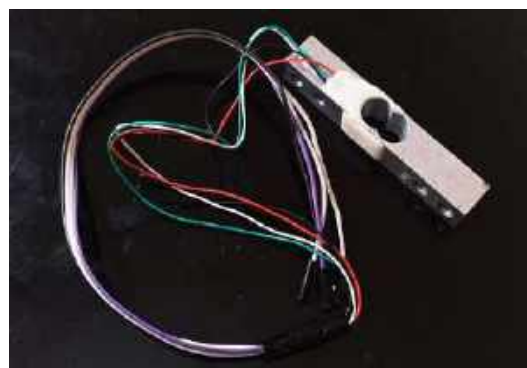
Jenis UV	Panjang Gelombang
UV-A	315-400 nm
UV-B	280-315 nm
UV-C	200-280 nm
UV-Vacuum	100-200 nm

Iradiasi dengan sinar UVC merupakan salah satu teknik sterilisasi umum dan memiliki efek germisidal yang paling kuat dan banyak digunakan dalam bentuk

lampu merkuri untuk menonaktifkan mikroorganisme. Penyerapan UV oleh asam nukleat mikroba akan mengakibatkan rusaknya asam nukleat tersebut [13], [15]. Efek germisidal terjadi melalui pembentukan dimer pirimidin, fotoproduk bahan genetik. Dimerisasi pirimidin mengganggu replikasi dan transkripsi DNA, yang menyebabkan kematian sel [16].

B. Sensor Load Cell

Load cell merupakan sensor beban yang paling umum digunakan yang bekerja dengan mengubah suatu gaya menjadi sinyal listrik [17]. *Load cell* yang dipakai pada alat ini seperti Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Sensor Load cell

Alat *portable sterilizer* yang telah dibuat menggunakan *load cell* tipe *straight bar* dengan maksimum beban 5 kg. *Load cell* ini memiliki empat *strain gauge* yang terhubung dengan metode jembatan *wheatstone*.

C. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang digunakan untuk mengetahui jarak antara sensor dengan suatu objek [18]. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip perambatan suara dan pantulan oleh material dalam rentang frekuensi ultrasonik [19]. Pada alat *sterilizer* portabel ini digunakan sensor ultrasonik adalah tipe HC-SR04 (Gambar 2).



Gambar 2. Sensor Ultrasonik HC-SR04

D. Sensor Intensitas Cahaya BH1750

Alat sterilizer portabel yang dibuat menggunakan sensor intensitas cahaya IC BH1750 (Gambar 3). Sensor Intensitas Cahaya BH1750 ini adalah papan breakout sensor intensitas cahaya BH1750 dengan konverter AD 16 bit built-in yang dapat langsung mengeluarkan sinyal digital dapat langsung diukur dengan luxmeter, tanpa perlu melakukan perhitungan [20].

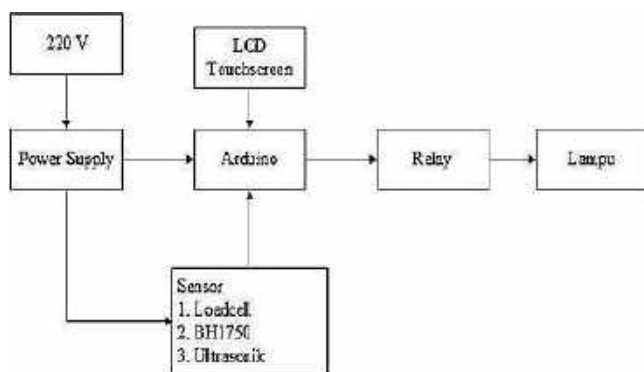


Gambar 3. Sensor Intensitas Cahaya BH1750

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Secara garis besar sistem sterilizer portabel dapat dilihat pada gambar 4. Alat yang dirancang dilengkapi beberapa sensor yaitu sensor massa, sensor intensitas cahaya, dan sensor ultrasonik.



Gambar 4. Blok Diagram Sistem Sterilizer Portabel

Sumber tegangan peralatan ini menggunakan tegangan 220 Volt yang didapat dari sumber listrik PLN. Tegangan diturunkan menjadi 5V menggunakan power supply sebagai input tegangan ke Arduino, sensor, LCD touchscreen dan relay. Sensor load cell digunakan untuk mendeteksi massa benda yang akan disterilisasi, sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi jarak dari lampu ke makanan yang akan disterilisasi dan sensor BH1750 digunakan untuk

mendeteksi intensitas cahaya lampu. Relay berfungsi sebagai saklar elektronik dan lampu UVC berfungsi sebagai komponen utama sterilizer. Pembacaan dari sensor diolah oleh Arduino dan ditampilkan hasilnya pada LCD touchscreen. Selain menampilkan hasil pembacaan dari sensor, LCD touchscreen juga berfungsi sebagai input pengaturan waktu sterilisasi. Setelah waktu yang diinginkan diinput, relay berada pada kondisi on maka lampu menyala. Setelah waktu selesai menghitung mundur, relay kembali pada kondisi off maka lampu mati.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Load Cell

Sensor load cell yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor load cell 5 Kg. Sensor load cell diuji dengan membandingkan hasilnya dengan timbangan konvensional. Hal ini dilakukan untuk mengkalibrasi sensor load cell agar pembacaan yang didapat sesuai dengan alat ukur pembandingnya. Hasil pengujian tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Load Cell

No	Sensor (gr)	Timbangan (gr)
1	8	8,5
2	19,7	20
3	29,4	30
4	99,1	100
5	118,6	120
6	249,2	250
7	299,5	300
8	498,1	500
9	748,7	750
10	998,7	1000

Terdapat sedikit perbedaan pembacaan hasil antara sensor dan alat pembanding. Hal ini dikarenakan pemasangan sensor pada material kurang presisi. Namun demikian, perbedaan pembacaan hasil masih dapat ditoleransi.

B. Pengujian Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik digunakan untuk mengetahui jarak dari objek yang akan disterilisasi dengan sumber cahaya UVC. Jarak antara objek dengan sumber cahaya UVC berpengaruh terhadap hasil sterilisasi, di mana semakin pendek jaraknya maka efek sterilisasi akan

semakin baik [21]. Pengujian sensor ultrasonik tersaji pada Tabel 3. Hasil ini didapat dengan membandingkan penggaris dengan pembacaan sensor. Hal tersebut dilakukan untuk mengkalibrasi sensor ultrasonik agar pembacaan sensor sesuai dengan alat ukur pembandingnya.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Sensor Ultrasonik (Cm)	Penggaris (Cm)
1	5	5
2	9	10
3	15	15
4	19	20
5	26	25
6	30	30
7	35	35
8	41	40
9	46	45
10	50	50

C. Pengujian Sensor Intensitas Cahaya BH1750

Pengujian dilakukan untuk mengetahui intensitas cahaya dari lampu yang digunakan. Hasil pengujian terhadap besarnya daya lampu yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Daya Lampu

No	Daya Lampu (Watt)	Pembacaan Sensor
1	3 Watt	20,9 lux
2	5 Watt	33,4 lux
3	7 Watt	44, 1 lux
4	9 Watt	56,7 lux
5	15 Watt	92,7 lux

Berdasarkan Tabel 4 di atas terlihat bahwa semakin besar daya lampu maka semakin besar intensitas cahayanya. Intensitas cahaya UVC merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi sterilisasi, dimana semakin besar intensitas cahaya UVC yang digunakan maka semakin besar kemampuan penghambatan pertumbuhan mikroba[22].

D. Pengujian Timer

Alat sterilizer portabel ini dilengkapi dengan timer untuk memudahkan pengaturan waktu sterilisasi. Waktu paparan cahaya UVC berpengaruh terhadap efektivitas sterilisasi. Hasil penelitian menunjukkan semakin berkurangnya jumlah bakteri dengan semakin lama waktu penyinaran UVC [23]. Pengujian timer

dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran timer sistem dengan timer Handphone (HP). Hal ini dilakukan untuk mengkalibrasi rangkaian timer sistem agar timer pada sistem sama dengan timer pembandingnya. Hasil pengujian timer dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Timer

No	Timer Sistem	Timer HP
1	00.01.00	00.01.00
2	00.02.00	00.02.03
3	00.03.00	00.03.05
4	00.04.00	00.04.02
5	00.05.00	00.05.00
6	00.06.00	00.06.00
7	00.07.00	00.07.07
8	00.08.00	00.08.05
9	00.09.00	00.09.01
10	00.10.00	00.10.06

E. Pengujian Keseluruhan Sistem

Hasil pengujian keseluruhan sistem tersaji pada Tabel 6. Pada tabel ini terlihat hasil pengujian dari masing-masing sub sistem.

Tabel 6. Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

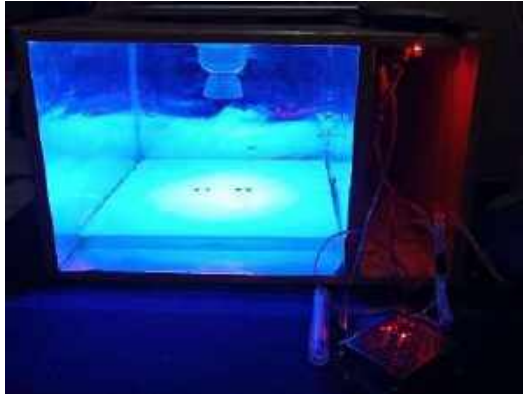
No	Daya Lampu (Watt)	BH1750 (lux)	Ultra sonik (cm)	Load cell	Timer
1	3	20,9	25	8	00.01.00
2	5	33,4	23	19,7	00.01.00
3	7	44, 1	22	29,4	00.01.00
4	9	56,7	20	99,1	00.01.00
5	15	92,7	19	118,6	00.01.00

Hasil pembacaan sensor load cell, sensor intensitas cahaya BH1750, sensor ultrasonik ditampilkan pada LCD touchscreen seperti yang terlihat pada Gambar 5. Selain itu, LCD touchscreen juga berfungsi sebagai tombol untuk pengaturan waktu sterilisasi.



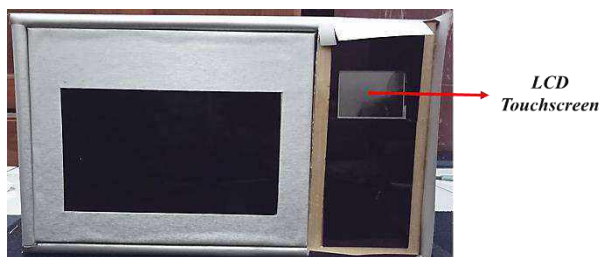
Gambar 5. Tampilan pada LCD Touchscreen

Gambar 6 dan 7 menunjukkan hasil uji coba nyala lampu UVC dan tampilan prototipe *sterilizer* portabel.



Gambar 6. Uji Coba Nyala Lampu

Bagian dalam *sterilizer* portabel dilapisi dengan bahan aluminium foil. Bahan tersebut dipilih karena terbukti dapat memaksimalkan radiasi UV karena sifatnya yang memantulkan cahaya [24].



Gambar 7. Prototipe Sterilizer Portabel

V. KESIMPULAN

Sterilizer portabel telah berhasil dirancang. Pengujian alat menunjukkan hasil pengukuran dengan akurasi yang baik. Terdapat sedikit selisih hasil pembacaan sensor *load cell* dan ultrasonik terhadap alat pembandingnya. Namun demikian, selisih tersebut masih dapat ditoleransi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemendiknas BRIN yang telah mendanai penelitian ini melalui hibah Penelitian Dosen Pemula/PDP.

REFERENSI

[1] T. Bintsis, "Microbial pollution and food safety," *AIMS Microbiol.*, vol. 4, no. 3, pp. 377–396, 2018, doi: 10.3934/microbiol.2018.3.377.

- [2] R. Vejarano, R. Siche, and W. Tesfaye, "Evaluation of biological contaminants in foods by hyperspectral imaging: A review," *Int. J. Food Prop.*, vol. 20, no. 2, pp. 1264–1297, 2017, doi: 10.1080/10942912.2017.1338729.
- [3] F. Masotti, S. Cattaneo, M. Stuknyte, and I. De Noni, "Airborne contamination in the food industry: An update on monitoring and disinfection techniques of air," *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 90, pp. 147–156, 2019, doi: 10.1016/j.tifs.2019.06.006.
- [4] B. Zwirzitz *et al.*, "The sources and transmission routes of microbial populations throughout a meat processing facility," *npj Biofilms Microbiomes*, vol. 6, no. 1, pp. 1–12, 2020, doi: 10.1038/s41522-020-0136-z.
- [5] C. C. R. Ramos *et al.*, "Use of ultraviolet-C in environmental sterilization in hospitals: A systematic review on efficacy and safety.," *Int. J. Health Sci. (Qassim)*, vol. 14, no. 6, pp. 52–65, 2021, [Online]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3319223> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC7644456>.
- [6] B. Casini *et al.*, "Casini_2019_Evaluation of an Ultraviolet C (UVC) Light-Emitting Device for Disinfection of High Touch Surfaces in Hospital Critical Areas_130_HA.pdf.pdf," 2019.
- [7] K. Skowron, J. Bauza-Kaszewska, Z. Dobrzański, Z. Paluszak, and K. J. Skowron, "UV-C radiation as a factor reducing microbiological contamination of fish meal," *Sci. World J.*, vol. 2014, 2014, doi: 10.1155/2014/928094.
- [8] F. Siswanto and S. H. Suryo, "Rancang Bangun Alat Germicidal Udara Menggunakan Sinar Ultraviolet," *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 3, pp. 264–273, 2015.
- [9] G. K. Naufal, "Rancang Bangun Cooler Box Termoelektrik Dengan Air Sterilizer Sebagai Tempat Pengiriman Air Susu Ibu (Asi)," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 14, no. 3, p. 87, 2019, doi: 10.32497/jrm.v14i3.1637.
- [10] C. M. O. Muvianto and K. Yuniarto, "Pemanfaatan Uv-C Chamber Sebagai Disinfektan Alat Pelindung Diri Untuk Pencegahan Penyebaran Virus Corona," *Abdi Insa.*, vol. 7, no. 1, pp. 87–92, 2020, doi:

- 10.29303/abdiinsani.v7i1.312.
- [11] R. S. Ultraviolet, "Electronic Sterilization of Tableware Using Ultraviolet Light Radiation," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng. UMSIDA)*, vol. 4, no. 1, pp. 70–79, 2020, doi: 10.21070/jeeuu.v4i1.316.
- [12] R. S. Rinaldi and I. N. Anggraini, "Perancangan Sistem Disinfektan UV-C Sterilisasi Paket sebagai Pencegahan Penyebaran Covid-19 (Design of Package Sterilization UV-C Disinfectant Systems to Prevent the Spread of Covid-19)," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 10, no. 1, pp. 57–62, 2021.
- [13] S. J. Kim, D. K. Kim, and D. H. Kang, "Using UVC light-emitting diodes at wavelengths of 266 to 279 nanometers to inactivate foodborne pathogens and pasteurize sliced cheese," *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 82, no. 1, pp. 11–17, 2016, doi: 10.1128/AEM.02092-15.
- [14] S. Vasuja and V. K. S, "Ultra Violet Irradiation and its applications in Food Processing Industries : A Review," *Int. J. Trend Res. Dev.*, vol. 5, no. 1, pp. 343–346, 2018.
- [15] K. Narita *et al.*, "Ultraviolet C light with wavelength of 222 nm inactivates a wide spectrum of microbial pathogens," *J. Hosp. Infect.*, vol. 105, no. 3, pp. 459–467, 2020, doi: 10.1016/j.jhin.2020.03.030.
- [16] D. Kim and D. Kang, "crossm UVC LED Irradiation Effectively Inactivates Aerosolized Viruses ," vol. 84, no. 17, pp. 1–11, 2018.
- [17] A. C. Sari, B. Harsono, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and A. Mega, "Rancang Bangun Alat Pengukur Berat Dan Dimensi Paket Berbasis Arduino Mega2560," *J. Elektro*, vol. 10, pp. 107–116, 2017, [Online]. Available: <http://ejournal.atmajaya.ac.id/index.php/JTE/article/download/363/124/>.
- [18] J. F. Joseph, D. A. Durand, and V. Gowtham, "Smart street lamp Unit (SslU) with Embedded System," *Int. J. Mod. ...*, no. 7, pp. 7–10, 2018, [Online]. Available: <https://www.academia.edu/download/56949312/IJMCTR239.pdf>.
- [19] R. Stiawan, A. Kusumadjati, N. S. Aminah, M. Djamal, and S. Viridi, "An Ultrasonic Sensor System for Vehicle Detection Application," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1204, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1204/1/012017.
- [20] I. Journal and O. F. Engineering, "International journal of engineering sciences & research technology garbage monitoring system using iot," vol. 7, no. 1, pp. 319–324, 2018.
- [21] Y. Li *et al.*, "A Study on the Decontaminated Efficiency of Ultraviolet Device on the Indoor Airborne Bacteria," *Procedia Eng.*, vol. 205, pp. 1376–1380, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.10.281.
- [22] M. Nikolova and P. Diseases, "UV Surface Disinfection using Germicidal Lamps: a Study on the Optimal UVC Intensity and the Optimal Exposure Time," no. September, 2019.
- [23] A. Rmani, A. N. S. Chubert, and A. N. M. A. Rmani, "Lightweight UV-C disinfection system," vol. 11, no. 8, pp. 4326–4332, 2020.
- [24] J. Teknologi and D. A. N. Seni, "September 2020; Accepted: 14," vol. 11, no. 2, pp. 213–221, 2020.

Desain dan Implementasi Mesin Pembersih dan Pemotong Ikan Otomatis Berbasis Arduino

Darma Sandi¹, Muhammad Iqbal², Muhammad Yusup³, Regita Umami⁴, Suci Dwijayanti⁵

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya¹

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya²

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya³

Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya⁴

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya⁵

sandidarma98@gmail.com¹, muhammadiqbal.iiq28@gmail.com², muhammad_yusup@student.unsri.ac.id³,

regitaumami04@gmail.com⁴, *sucidwijayanti@ft.unsri.ac.id⁵

ABSTRACT

The oceans cover 74.2% of Indonesia. Thus, Indonesia has abundant potential resources from the marine sector, one of which is fisheries. Some occupations that are closely related to fish are fishermen and fishmongers. Before being cooked, the scales and belly cavity of the fish must be cleaned first. However, fishmongers take a long time to clean a fish using a knife. Thus, a tool that can clean and cut automatically is needed. This research was conducted to design and implement a tool, namely the automatic fish machine. This machine utilized Arduino AtMega32, an infrared sensor to detect the fish, and LCD to show the sensor value and motor speed. Then, a motor driver was used to drive the motor which was connected to a cleaner. A knife blade was utilized to clean the scales and cut the fish. This machine has been tested for various fish sizes and scales. The results showed that automatic fish machines can simplify and speed up the cleaning and cutting of fish, especially tilapia. The thickness of the fish was able to be cleaned by an automatic fish machine with a minimum size of 20 mm to 60 mm. The result of cleaning and cutting fish produced from the automatic fish machine was 10 pcs/minute.

Keywords : Automatic Fish Machine, Fish, Cleaner, Cutter

INTISARI

Indonesia memiliki luas wilayah perairan sebesar 74,2% dari total luas keseluruhan membuat Indonesia mempunyai potensi sumber daya yang melimpah dari sektor laut, terutama di bidang perikanan. Mata pencaharian yang sangat berhubungan dengan dengan ikan adalah nelayan dan pedagang ikan. Sebelum diolah, sisik dan isi perut ikan harus dibersihkan terlebih dahulu. Namun, pedagang ikan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk membersihkan seekor ikan menggunakan pisau sehingga dibutuhkan sebuah alat yang dapat membersihkan dan memotong secara otomatis. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan suatu *automatic fish machine*. Mikrokontroler yang digunakan pada alat ini adalah Arduino ATmega32, sensor *Infrared* (IR) untuk mendeteksi ikan yang masuk ke alat, dan LCD menampilkan nilai sensor dan kecepatan motor. Kemudian terdapat *driver motor* yang digunakan untuk menggerakkan motor yang terhubung ke gigi pembersih. Untuk membersihkan sisik dan memotong ikan digunakan bilah pisau pembersih. Alat ini telah diujikan dengan memperhatikan karakteristik dari ikan seperti ukuran ikan dan jenis sisik. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa *automatic fish machine* mampu mempermudah dan mempercepat produksi pembersihan dan pemotongan ikan khususnya ikan Nila. Tebal ikan yang dapat dibersihkan oleh *automatic fish machine* dengan ukuran minimal 20 mm sampai 60 mm. Hasil pembersih dan pemotong ikan yang dihasilkan dari *automatic fish machine* adalah 10 ikan/menit.

Kata kunci : Automatic Fish Machine, Ikan, Pembersih, Pemotong

I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki 17.504 pulau yang tersebar dari Sabang hingga Merauke yang menjadikan

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia. Menurut data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan, Indonesia memiliki luas total wilayah sekitar 7,81 juta

km² dimana wilayah tersebut terbagi menjadi tiga yaitu wilayah yang berupa lautan sebesar 3,25 juta km², Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) sebesar 2,55 juta km², dan wilayah yang berupa daratan hanya sebesar 2,01 juta km² [1]. Indonesia memiliki potensi di sektor laut dalam bentuk sumber daya laut dan salah satunya adalah sekto perikanan.

Salah satu sumber daya laut yang sering kali digunakan para masyarakat untuk menjadi mata pencaharian adalah ikan. Mata pencaharian yang dapat dilahirkan dari potensi sumber daya laut berupa ikan ini adalah nelayan dan pedagang ikan [2]. Ikan yang telah ditangkap dari laut haruslah diolah terlebih dahulu dengan cara membersihkan sisik, dan membuang isi perut ikan. Biasanya, pedagang ikan membutuhkan waktu sekitar 2 – 3 menit untuk membersihkan seekor ikan yang mengakibatkan inefisiensi waktu dan pengerjaannya menjadi kurang maksimal [3]. Ditambah jika pengerjaan pemotongan dan pembersihan ikan tersebut dalam jumlah yang banyak membuat pembeli menunggu waktu yang cukup lama [4].

Dari permasalahan tersebut diperlukan sebuah alat yang dapat membersihkan sisik dan memotong ikan secara otomatis untuk membantu para pedagang ikan memaksimalkan proses jual beli di pasar menjadi praktis dan efisien.

Penelitian sebelumnya yang membahas tentang alat pemberish ikan dilakukan oleh Lesmana [5] dan Gaikwad [6]. Pada penelitian tersebut digunakan mesin ikan yang dapat membersihkan sisik ikan secara otomatis. Namun, mesin tersebut hanya dapat membersihkan sisik ikan saja tanpa bisa memotong dan membersihkan bagian perut ikan. Selanjutnya, Prabuningrum [7] dan Hakim [8] melakukan penelitian serupa, yaitu mesin pemotong ikan secara otomatis. Akan tetapi, mesin tersebut belum bisa membersihkan sisik dan isi perut ikan. Penelitian tersebut mengakibatkan kegiatan pengerjaan pembersihan dan pemotongan ikan harus dilakukan dua kali serta hasil dari penelitian menunjukkan ikan yang dibersihkan tersebut belum terlalu bersih.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka pada penelitian ini dikembangkan sebuah mesin pembersih dan pemotong ikan yang bekerja secara otomatis. Selain itu, mesin ini memiliki beberapa fitur, seperti fitur pemotong ikan dan fitur pembersih bagian perut ikan. Pengembangan dari alat tersebut diberi

nama *automatic fish machine* yang dapat membantu para pedagang agar proses jual beli ikan di pasar menjadi praktis dan efisien.

Automatic fish machine merupakan suatu alat yang bekerja secara otomatis yang proses kerjanya melalui tiga tahapan, yaitu pertama ikan dibersihkan sisiknya, lalu ikan dibersihkan isi perutnya, dan yang terakhir ikan dipotong sesuai dengan ukuran. *Automatic fish machine* ini bekerja dengan menggunakan mikrokontroler berupa Arduino Mega, dengan menggunakan sensor *Infrared* (IR) sebagai pendekteksi adanya ikan yang masuk ke alat, LCD untuk menampilkan nilai sensor dan kecepatan motor, bilah pisau pembersih yang digunakan untuk membersihkan sisik ikan dan memotong ikan serta *driver motor* yang digunakan untuk menggerakkan motor yang terhubung ke gigi pembersih serta komponen pendukung lainnya sehingga alat dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.

II. LANDASAN TEORI

Pada penelitian ini akan dirancang sebuah alat bernama *automatic fish machine* sebagai solusi untuk mepermudah para pedagang untuk membersihkan sisik ikan dan memotong ikan serta membersihkan isi perut ikan secara otomatis dengan menggunakan beberapa sensor dan komponen-komponen elektronika.

A. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* berukuran kecil yang digunakan sebagai kendali utama dalam sebuah sistem otomatis. *Input* dan *output* tidak dapat berfungsi tanpa adanya sebuah pengendali. Mikrokontroler terdiri atas CPU, memori, pewaktu, pin komunikasi, *input output*, serta pengkoversi analog ke digital. Dalam penelitian ini, mikrokontroler yang digunakan adalah Atmega32 [9]. Mikrokontroler ini memiliki memori yang cukup banyak. Selain itu mikrokontroler ini cukup andal dan efektif dalam membuat sebuah sistem otomatis. Gambar 1 merupakan bentuk fisik dari mikrokontroler Arduino Mega.



Gambar 1. Mikrokontroler Arduino Mega

B. Driver Motor BTS7960

Driver motor digunakan untuk menggerakkan motor dan tipe yang digunakan adalah driver motor BTS7960. Driver motor BTS7960 merupakan suatu sistem yang mengontrol tegangan yang akan diteruskan ke motor dan juga dapat mengubah arah putaran dari motor. Jika supply motor 12V maka tegangan dari supply untuk masuk ke motor dapat diatur dengan driver motor hanya dengan tegangan 0-5V [10]. Bentuk fisik dari driver motor BTS7960 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Driver Motor BTS7960

C. Motor Speed 755

Motor speed 755 adalah mesin listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Sebagian besar motor listrik beroperasi melalui interaksi antara medan magnet motor dan arus listrik dalam lilitan kawat untuk menghasilkan gaya dalam bentuk torsi yang diterapkan pada poros motor [11]. Pada penelitian ini akan digunakan motor speed 755 untuk menjalankan alat tersebut. Gambar 3 menunjukkan bentuk dari motor speed 755.



Gambar 3. Motor Speed 755

D. Sensor Infrared

Sensor infrared (Gambar 4) merupakan suatu komponen elektronika yang memiliki kemampuan untuk dapat mengidentifikasi karakteristik tertentu yang berada disekitarnya dengan cara memancarkan atau mendeteksi radiasi infrared [12].



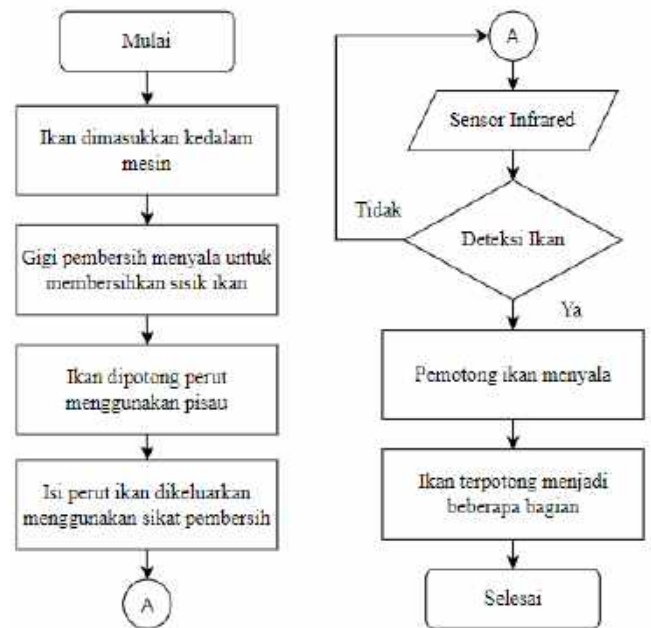
Gambar 4. Sensor Infrared

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Pada tahapan perancangan sistem merupakan langkah awal untuk menentukan tahapan yang dilakukan beserta mekanisme kerja alat dari awal sampai selesai. Mekanisme kerja pada automatic fish machine dapat dilihat pada Gambar 5.

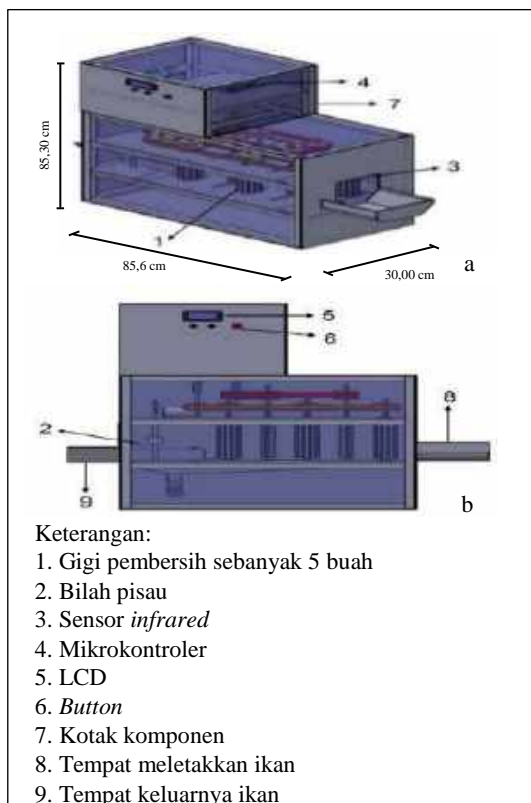
Alat ini berfungsi untuk membersihkan ikan sehingga alat mulai bekerja jika ikan telah dimasukkan kedalam mesin. Lalu, alat akan membersihkan sisik ikan dengan menggunakan gigi pembersih selanjutnya bagian perut ikan pun akan dibersihkan menggunakan sikat pembersih. Apabila ikan telah bersih, sensor infrared akan membaca ikan dibagian pemotong. Ikan tersebut dapat dipotong sesuai dengan ukuran yang diinginkan.



Gambar 5. Flowchart Mekanisme Kerja Alat

B. Desain Automatic Fish Machine

Automatic fish machine dirancang berdasarkan beberapa mesin serupa yaitu pembersih sisik ikan, pembersih isi perut ikan, serta pemotong ikan. Gambar 6 merupakan desain dari automatic fish machine.



Gambar 6. a) Desain Alat Tampak Atas; 2) Desain Alat Tampak Depan

Gambar 6 merupakan desain alat dengan dimensi 85,60 cm × 30,00 cm × 85,30 cm yang terdiri beberapa sensor, yaitu gigi pembersih berfungsi untuk membersihkan sisik pada ikan, mata pisau berfungsi untuk memotong ikan, sensor *infrared* berfungsi untuk mengindikasikan ikan sudah siap dibersihkan, mikrokontroler berfungsi untuk mengontrol sensor *infrared*, menampilkan nilai di LCD, serta menyalakan motor penggerak bilah pisau dan gigi pembersih. LCD berfungsi untuk menampilkan nilai berupa jumlah atau seberapa banyak ikan yang sudah dibersihkan dan dipotong. Alat ini juga memiliki *button* yang berfungsi untuk mengatur jenis potongan ikan serta kotak komponen sebagai tempat meletakkan komponen-komponen elektronika, tempat meletakkan ikan, dan tempat keluarnya ikan.

C. Pengujian

Tahap pengujian atau simulasi alat dilakukan untuk melihat apakah alat yang sudah didesain dan dibuat sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang

sebelumnya. Pengujian kinerja dilakukan untuk melihat apakah *automatic fish machine* dapat menjalankan fungsinya untuk membersihkan sisik ikan, membersihkan bagian perut ikan, dan memotong ikan menjadi beberapa bagian.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. *Automatic Fish Machine*

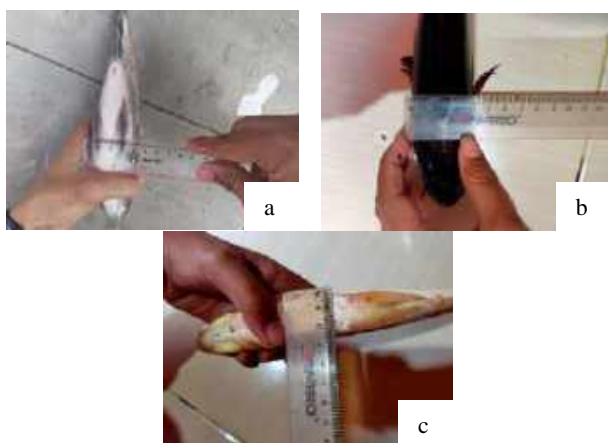
Proses kerja *automatic fish machine* diawali dengan ikan dimasukkan ke dalam mesin lalu ikan akan berjalan di *conveyor roll* untuk dibersihkan sisiknya terlebih dahulu. Setelah sisik ikan dibersihkan maka langkah selanjutnya adalah perut ikan akan dibelah agar isi perutnya dapat dibersihkan dengan menggunakan sikat. Ikan akan dibersihkan isi perutnya hingga semua kotoran yang ada menjadi bersih. Selanjutnya, ikan akan dibawa ke tempat pemotongan ikan. Ikan akan melewati sensor *infrared* untuk mendeteksi apakah ikan sudah siap di tempat pemotongan ikan atau tidak. Jika sensor membaca ada ikan, maka mata pisau akan bergerak untuk memotong ikan menjadi beberapa bagian. Gambar 7 menunjukkan *automatic fish machine* yang telah dibangun berdasarkan rancangan yang dibuat.

B. Uji Coba *Automatic Fish Machine*

Uji coba *automatic fish machine* dilakukan terhadap beberapa jenis ikan, yaitu ikan nila, ikan gabus, dan ikan lumajang. Ikan nila, ikan gabus, dan ikan lumajang dipilih karena cocok untuk dilakukan perbandingan uji coba dan mewakili ukuran ikan serta dan jenis sisik. Ikan nila memiliki ukuran yang pipih dengan tebal 4 cm, panjang 22 cm dan memiliki jenis sisik yang keras (Gambar 8a), ikan gabus memiliki ukuran yang relatif bulat dengan tebal 4 cm, panjang 24 cm dan memiliki jenis sisik yang keras (Gambar 8b), sedangkan ikan lumajang memiliki ukuran yang pipih dengan tebal 2,5 cm, panjang 27 cm dan memiliki jenis sisik yang lunak (Gambar 8c).



Gambar 7. Automatic Fish Machine



Gambar 8. a) Pengukuran Ikan Nila; b) Pengukuran Ikan Gabus; c) Pengukuran Ikan Lumajang

Mula-mula ikan tersebut diukur terlebih dahulu untuk dibandingkan jenis karakteristik ikan. Lalu pengujian dilakukan dengan memasukkan ikan nila terlebih dahulu ke *automatic fish machine* untuk dibersihkan sisik dan isi perutnya, lalu ikan dipotong menjadi tiga bagian. Selanjutnya, pengujian dilakukan dengan menggunakan ikan gabus dan ikan lumajang. Gambar 9 merupakan proses uji coba terhadap ikan.

Hasil pembersihan sisik, pembersihan isi perut, dan pemotongan ikan dapat dilihat pada Tabel 1. Dari tabel dapat dilihat bahwa ikan nila memiliki persentase yang lebih tinggi dalam hal pembersihan sisik. Ikan nila dapat dibersihkan sisiknya secara merata karena ikan nila memiliki ukuran yang pipih dibandingkan dengan ikan gabus yang cenderung bulat sehingga gigi pembersih tidak mengenai bagian bawah ikan gabus.

Sedangkan ikan lumajang memiliki karakteristik sisik yang relatif lunak sehingga membuat ikan tersebut lebih mudah teriris dagingnya.



Gambar 9. a) Proses Pembersihan Sisik Ikan; b) Proses Pemotongan Ikan

Berdasarkan Tabel 1, pembersihan isi perut ketiga ikan sudah cukup baik akan tetapi masih meninggalkan beberapa kotoran ikan di dalamnya. Sedangkan untuk pemotongan ikan bergantung pada seberapa panjang ikan yang akan dipotong. Ikan nila dan gabus berhasil dipotong dengan memperhatikan proporsi dari ukuran ikan, sedangkan ikan lumajang belum proporsional karena bentuk ikan lumajang yang kecil dan lunak sehingga mengakibatkan ada bagian ikan yang sedikit hancur. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, ukuran ikan yang baik digunakan pada *automatic fish machine* adalah yang berukuran dengan range 20 mm – 60 mm.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Ikan Oleh Automatic Fish Machine

Jenis Ikan	Pembersihan Sisik (%)	Pembersihan Isi Perut (%)	Pemotongan Ikan (%)
Nila	89	83	92
Gabus	54	88	93
Lumajang	83	75	78

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap waktu yang diperlukan untuk membersihkan dan memotong ikan dengan menggunakan alat *automatic fish machine*. Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap keseluruhan jenis ikan, untuk membersihkan dan memotong seekor ikan dibutuhkan waktu 6 detik atau dengan kata lain dengan menggunakan *automatic fish machine* ikan yang dapat di proses adalah 10 ikan/menit. Hasil ini mengindikasikan bahwa alat *automatic fish machine* dapat menghemat waktu pembersihan dan pemotongan dibandingkan dilakukan secara manual yang membutuhkan waktu sekitar 2-3 menit. Hal ini

menunjukkan bahwa *automatic fish* dapat menambah jumlah ikan yang dipotong sehingga dapat meningkatkan produktivitas dari pedagang ikan.

V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa *automatic fish machine* dapat membersihkan sisik dan isi perut ikan serta memotong ikan menjadi beberapa bagian dalam waktu 6 detik untuk seekor ikan. Karakteristik ikan dengan ukuran yang pipih dan sisik keras dapat dibersihkan dan dipotong dengan lebih baik dibandingkan ukuran yang bulat dan sisik lunak dalam penggunaan *automatic fish machine*.

Pada penelitian selanjutnya akan dilakukan *upgrade* pada alat agar dapat digunakan untuk membersihkan insang dari ikan.

REFERENSI

- [1] O. Pratama, "Konservasi Perairan Sebagai Upaya menjaga Potensi Kelautan dan Perikanan Indonesia" 2020. [Online]. Available: <https://kkp.go.id/djprl/artikel/21045-konservasi-perairan-sebagai-upaya-menjaga-potensi-kelautan-dan-perikanan-indonesia>. Accessed: Jun. 11, 2021.
- [2] M. V. Habibi, A. Julianto, H. Prayitno, and Muhyin, "Analisa Pengaruh Variasi Sudut Bidang Miring pada Corong Input & Kecepatan Putar Pisau Terhadap Kapasitas dan Kualitas Hasil Olahan pada Mesin Pemotong Ikan," *Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2019.
- [3] V. I. Komlatsky, T. A. Podoinitsyna, V. V. Verkhoturov, and Y. A. Kozub, "Automation Technologies for Fish Processing and Production of Fish Products," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1399, no. 4, pp. 1–5, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1399/4/044050.
- [4] J. Jamaluddin, A. Mustarin, and K. Rahman, "Pengolahan Ikan Bandeng dengan Menggunakan Alat Mesin Pemisah Tulang di Kecamatan Maros Baru Kabupaten Maros," *Pros. Semin. Nas. Pengabd. Kpd. Masy. UNM*, vol. 2019, no. 11, pp. 757–760, 2019.
- [5] D. Lesmana, "Teknologi di Bidang Perikanan Mesin Pengupas Sisik Ikan Otomatis," no. June, 2019.
- [6] N. N. Gaikwad, T. Ahmad, G. B. Yenge, and A. Singh, "Design , Development and Performance Evaluation of Fish Descaling Machine," *Fish. Technol.*, vol. 54, no. November, pp. 273–278, 2017.
- [7] M. J. Prabuningrum, A. N. Fitriani, and Ismianti, "Perancangan Mesin Pembersih Isi Perut Ikan dengan Metode Quality Function Deployment," *Semin. Nas. Tek. Ind. Univ. Gajah Mada*, no. Oktober, pp. 25–29, 2020.
- [8] L. M. Hakim, "Perancangan Kecepatan Pisau Potong Ikan Sarden Berbasis PID (Proportional Integral Derivative Controller)," Jember University, 2015.
- [9] H. Prio, "Sistem Kendali Perangkat Elektronika Berbasis Arduino Mega," *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, pp. 2–4, 2017.
- [10] S. Bagus, "Kendali Perangkat Elektronika Bagaimana Cara Menggunakan Motor dan Driver Motor," *J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 288–299, 2017.
- [11] K. Ahmad Kamaruzzaman, A. Mahfurdz, M. Hashim, and M. Noorazman Bidin, "Design and Performance Evaluation of Semi-Automatic Fish Cutting Machine for Industry," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 864, no. 1, pp. 1–7, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/864/1/012112.
- [12] B. Utomo, "Sistem Kerja Sensor," *J. Tek. Elektro Univ. Diponegoro*, vol. 1, no. 3, pp. 2–5, 2012.

Rancang Bangun Robot Penyaji Minuman Menggunakan ATMega 8535 dan Mini Water Pump

Edilla¹, Muhammad Anwardi Pulungan², Amnur Akhyan³

Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik Caltex Riau¹

Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik Caltex Riau²

Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik Caltex Riau³

*edilla@pcr.ac.id¹, anwardi@alumni.pcr.ac.id², akhyan@pcr.ac.id³

ABSTRACT

The drinks serving robot is built to serves a drink or a drink mixture. This robot provides 8 types of basic drinks and 8 types of mixed drinks. In contrast to several previous studies, this study applied a mini water pump as a supplier of beverage ingredients and did not use the gravity method so that the composition of the ingredients would be more precise. Users choose the desired drink by pressing the keypad button then ATMega8535 will process user selection then activate stepper motors of x and y axes that carrying the glass. After glass on position of selected drink ingredients then stepper motors will stop, and next step microcontroller will activate mini pump to fill the drink ingredients to the glass. After all ingredients filled into glass then the stepper motors will bring the glass to stirring position. Then a single action cylinder will lower the mixer into the glass, the motor on the end of the cylinder will rotate the mixer so that the drink is mixed. From the testing that has been done, the robot can recognize drinks orders that have been made by users before and able to present the drink correctly with 100% success performance. The average time needed to serve drinks that only consist of one type of ingredients 33.28 seconds and for mixed drinks need 37.9 seconds. The robot is also able to do the stirring process for this type of mixed drink well with a performance of 100% success

Keywords: Drink Serving, Mixing, Robot

INTISARI

Rancang bangun robot penyaji minuman ini berfungsi untuk menyajikan satu jenis ataupun campuran beberapa minuman. Minuman yang dapat disediakan adalah 8 jenis bahan minuman dan 8 jenis campuran bahan minuman tersebut. Berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya pada penelitian ini mengaplikasikan mini water pump sebagai penyuplai bahan minuman dan tidak menggunakan metode gravitasi sehingga komposisi bahan akan lebih presisi. Cara kerja robot ini dimulai dari penekanan *keypad* sebagai input. Kemudian mikrokontroler ATMega 8535 mengaktifkan motor *stepper* 1 dan 2. Setelah gelas berada tepat di bawah wadah bahan minuman yang telah dipilih maka mikrokontroler mengaktifkan *mini water pump* untuk memompa minuman dari wadah ke gelas. Jika yang dipilih adalah minuman campuran maka setelah semua bahan minuman dimasukkan selanjutnya motor *stepper* akan aktif kembali dan membawa gelas menuju ke tempat pengadukan (*mixer*). Ketika gelas tepat berada dibawah *mixer* maka silinder aksi tunggal yang membawa *mixer* turun hingga beberapa saat kemudian *mixer* akan aktif. Keunggulan robot ini adalah dapat bergerak ke bahan minuman dengan pergerakan x dan y serta dapat mengaduk minuman. Dari pengujian yang sudah dilakukan robot ini dapat mengenali pesanan minuman yang sudah dibuat pengguna sebelumnya dan mampu menyajikan minuman tersebut dengan benar dengan unjuk kerja keberhasilan sebesar 100%. Rata-rata lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyajikan minuman yang hanya terdiri atas 1 jenis bahan saja adalah sebesar 33,28 detik dan untuk jenis minuman campuran 2 atau 3 bahan membutuhkan waktu rata-rata selama 37,9 detik. Robot juga mampu melakukan proses pengadukan untuk jenis minuman campuran dengan baik dengan unjuk kerja keberhasilan sebesar 100%.

Kata kunci: Penyaji Minuman, Pencampuran, Robot

I. PENDAHULUAN

Di Era modern ini peran teknologi sangat mempengaruhi kehidupan manusia. Berbagai macam

penelitian yang dilakukan hanya untuk membuat teknologi baru yang lebih praktis dan canggih. Seperti halnya sebuah mesin ataupun robot yang sangat dibutuhkan oleh manusia untuk membantu pekerjaan

manusia mulai dari industri manufaktur, kesehatan, transportasi sampai pada eksplorasi laut dan luar angkasa [1]. Tak terkecuali dalam hal membuat minuman seperti rancang bangun robot penyaji minuman yang berfungsi untuk mencampur dan mengaduk minuman di sebuah *cafe*, hotel dan sebagainya [2][3]. Bahkan pada beberapa penelitian lain juga dikaji dampak sosial dan psikologis interaksi robot penyaji minuman ini dengan manusia dan juga pada bidang hiburan dan *hospitality* [4][5][6][7].

Dengan rancang bangun robot bartender tersebut maka mereka tidak lagi membutuhkan tenaga kerja yang banyak tentu saja ini akan membuat keuntungan besar. Penelitian ini memiliki fokus pada rancang bangun robot bartender yang dikontrol dengan ATmega8535 dengan 2 buah motor *stepper*, 1 buah silinder aksi tunggal, 1 buah motor DC dan *mini water pump* sebagai aktuatornya. Keunggulan robot yang akan dibuat ini adalah dapat bergerak ke bahan minuman dengan pergerakan x dan y serta dapat mengaduk minuman yang telah tercampur. Pembersihan pada pengaduk dilakukan secara manual agar rasa minuman yang akan diaduk berikutnya tidak berubah.

Beberapa poin penting yang menjadi konsentrasi pada penelitian ini antara lain adalah: (1) mengatur pergerakan robot pada sumbu x dan y secara otomatis (2) mengatur sekuensial pergerakan robot terhadap komposisi bahan minuman yang sudah dipilih oleh pengguna (3) mekanisme pengaturan komposisi dan takaran untuk setiap bahan serta mekanisme pengadukan campuran minuman. Dengan penelitian ini maka diharapkan dapat dibuat sebuah robot penyaji minuman yang dapat menyediakan minuman ataupun campuran minuman secara otomatis.

II. LANDASAN TEORI

A. Barobot

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan topik sejenis adalah produk Barobot. Barobot merupakan robot penyaji minuman yang dibuat oleh tim yang dipimpin oleh Konrad Krzysztop Klepacki dengan tujuan membantu pelayan *cafe* untuk menyajikan minuman. Barobot tersebut bekerja secara otomatis sesuai keinginan *user*. *User* memilih minuman melalui LCD *touchscreen* yang telah disediakan. Minuman pada Barobot ini disusun pada sumbu x sehingga Barobot ini hanya bergerak pada

satu sumbu. Penuangan minuman pada Barobot ini menggunakan kran yang terlebih dahulu harus ditekan. Oleh karena itu pada pembuatannya, Barobot menggunakan sistem mekanik menggunakan motor servo sebagai alat untuk menekan kran tersebut.

Tampilan Barobot tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Selain itu, pembuatan mekanik Barobot ini menggunakan acrylic sehingga tampilannya kelihatan lebih halus [8]. Sistem pergerakan pada Barobot menggunakan motor *stepper* yang di *couple* dengan *pulley*. *Pulley* yang berputar akan memutar *belt* yang telah terpasang padaudukan gelas Barobot. Hasil minuman yang disajikan oleh Barobot adalah minuman campuran. Namun minuman campuran yang dihasilkan tidak diaduk terlebih dahulu.



Gambar 1. Barobot

B. The Inebriator

Penelitian lain dengan topik yang sama adalah *the Inebriator* adalah robot *bartender* yang berfungsi untuk mencampurkan beberapa jenis minuman. Robot ini dibuat oleh Ian Cooper dan Jake Osborne dari Inggris dengan tujuan menggantikan atau membantu pelayan *cafe* dalam menyajikan minuman. *User* memilih minuman dengan tombol dan *display* untuk menunjukkan jenis minuman pada LCD 16x2.

Minuman pada *the Inebriator* ini disusun pada sumbu x sehingga robot ini hanya bergerak pada satu sumbu. Penuangan minuman pada *the Inebriator* ini menggunakan kran yang terlebih dahulu harus ditekan. Oleh karena itu pada pembuatannya, robot ini memiliki sistem mekanik menggunakan pneumatik sebagai alat untuk menekan keran tersebut [9]. Selain itu, pembuatan mekanik robot ini menggunakan besi *hollow* sehingga tampilannya kelihatan lebih *simple*, penampakan robot ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Sistem pergerakan pada robot ini menggunakan *motor stepper* yang terletak sebagaiudukan gelas

sehingga motor *stepper* yang di *couple* dengan *pulley* bergerak pada jalur *belt*. Dengan kata lain, pada *Barobot* motor *stepper* diam dan menggerakkanudukan gelas sedangkan pada *Inebriator* motor *stepper* yang bergerak dengan kedudukan gelasnya sekaligus. Hasil minuman yang disajikan oleh robot ini adalah minuman campuran. Sama halnya dengan minuman campuran pada *Barobot*, pada robot ini minuman campuran juga tidak diaduk terlebih dahulu.



Gambar 2. The Inebriator

C. Smart Bartender with Peristaltic Pumps

Penelitian berikutnya adalah Smart Bartender yang dibuat oleh Vyacheslav Rybin dan kawan-kawan. Produk yang mereka buat ini mengusung fitur penakaran cairan yang digunakan secara presisi dengan menggunakan pompa *peristaltic*. Produk yang dibuat ini memiliki kemampuan untuk membuat 6 sampai 32 jenis campuran minuman dengan takarannya masing-masing [10]. Tampilan produk ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Smart bartender with peristaltic pumps

D. Motor Stepper

Salah satu komponen selanjutnya adalah motor *stepper*. Aktuator ini menghasilkan gerakan mekanik berupa putaran yang dapat diatur sudurnya dengan memberikan masukan berupa pulsa elektronik. Berdasarkan lilitan stator, motor *stepper* terbagi menjadi dua tipe yaitu: *unipolar* dan *bipolar*. Rangkaian pengendali *unipolar* jauh lebih sederhana jika dibandingkan dengan rangkaian pengendali jenis *bipolar*.

Motor *stepper* biasanya memiliki spesifikasi khusus nilai fasa atau nilai derajat per *step*. Motor *stepper* juga memiliki kemampuan khusus torsi penahan dimana hal ini sangat berguna untuk aplikasi yang membutuhkan posisi awal dan akhir yang akurat. Secara umum kemampuan torsi dari sebuah motor *stepper* cenderung lebih rendah jika dibandingkan dengan motor DC yang lain, tapi tingkat kepresisian yang tinggi menjadi salah satu kelebihan motor *stepper* dibandingkan dengan yang lain [11].

E. Mikrokontroler ATmega 8535

Mikrokontroler AT Mega 8535 digunakan sebagai kendali utama pada penelitian ini. Chip mikrokontroler ini diproduksi oleh perusahaan Atmel. Secara umum chip mikrokontroler keluaran Atmel dapat dibagi menjadi 4 kelas yaitu:

1. ATtiny
2. ATmega
3. AT90Sxx
4. AT86RFx

Perbedaan antar kelas tersebut adalah kapasitas memori, peripheral, dan fungsinya sedangkan arsitektur dan instruksinya, hampir tidak ada perbedaan sama sekali. Dalam hal ini ATmega8535 dapat beroperasi pada kecepatan maksimal 16MHz serta memiliki 6 pilihan mode sleep untuk menghemat penggunaan daya listrik. [12] Konfigurasi pin dan fitur yang dimiliki oleh ATmega8535 dapat dilihat pada Gambar 4.

RESET	1	40	PA0 (ADC0)
(T) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(INT2/AN2) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(OC0A/INT) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(SS) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XIAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XIAL1	13	28	PC6 (TOSC1)
(RD0) PD0	14	27	PC5 (TDI)
(TAD) PD1	15	26	PC4 (TDG)
(RD1) PD2	16	25	PC3 (TMS)
(INT1) PD3	17	24	PC2 (TCK)
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(PCP) PD6	20	21	PBT (OCZ)

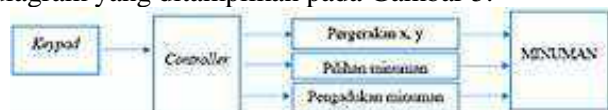
Gambar 4. Konfigurasi Pin ATmega8535

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan melakukan *review* literatur penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya membandingkan dan mengevaluasi hasil pengujian dan kemudian hasil analisa ini akan menjadi dasar pemrograman alat dan kemudian data pergerakan yang dihasilkan dibandingkan pergerakan riil alat sesuai dengan urutan dan posisi mekanis alat. Penelitian ini mengambil posisi mengaplikasikan *mini water pump* sebagai suplai bahan minumannya dan tidak menggunakan metode gravitasi yang sering dipakai pada penelitian sejenis sebelumnya dengan tujuan menghasilkan komposisi bahan campuran yang stabil dan presisi tanpa dipengaruhi oleh *volume* bahan minuman. Pada penelitian ini juga menerapkan sistem pengaduk yang menjadi poin baru jika dibandingkan dengan penelitian dan produk yang sudah ada sebelumnya.

A. Blok Diagram

Secara umum alat ini memiliki *keypad* sebagai media *input* dan sarana interaksi *user* dan sistem alat. Mikrokontroler ATmega menjadi kontrol utama sistem yang mengatur pergerakan sumbu x, y, sekuensial pergerakan terakit pilihan minuman dan urutan proses. Perancangan alat secara umum dapat dilihat pada blok diagram yang ditampilkan pada Gambar 5.

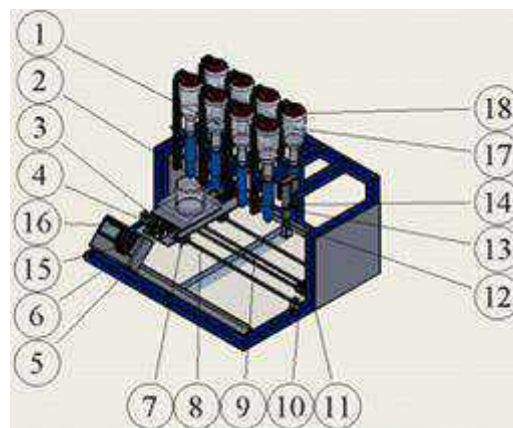


Gambar 5. Diagram blok sistem

B. Desain Alat

Pada alat ini didesain memiliki 8 tabung penyimpanan minuman. Adapun ke-8 jenis minuman dasar tersebut adalah: (1)Teh; (2)Kuku Bima; (3) Fanta; (4)Sprite; (5)Air Gula; (6)Air Jeruk; (7)Susu Putih; (8)Susu Coklat. Dari kedelapan jenis minuman tersebut selanjutnya dibuat pilihan campuran minuman yang dapat diproses oleh alat yaitu: (1)Fanta + Susu Putih; (2)Kuku Bima+ Susu Putih; (3)Air Gula + Susu Putih; (4)Teh + Susu Putih; (5)Teh + Air Gula + Susu Putih; (6)Air Gula + Air Jeruk; (7)Air Gula + Air Jeruk + Susu Putih; (8)Air Gula + Susu Coklat.

Adapun desain alat ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Desain alat

Keterangan gambar :

- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| 1. Mini water pump | 10. Timing pulley mxl 40T |
| 2. Gelas | 11. Motor Stepper 2 |
| 3. Vertical bracket | 12. Mixer |
| 4. Motor stepper 1 | 13. Motor DC |
| 5. Linear actuator end mount | 14. Silinder aksi tunggal |
| 6. Rangka | 15. Keypad |
| 7. Linear bearing | 16. LCD |
| 8. Stainless shaft 8 mm 2 | 17. Botol |
| 9. Mxl timing belt 10mm | 18. Penahan atas botol |

Adapun beberapa pengujian yang dilakukan pada penelitian ini di antaranya adalah:

1. Pengujian waktu pengisian dengan *mini water pump*
2. Pengujian penyajian minuman
3. Pengujian waktu penyajian minuman
4. Pengujian pengadukan minuman

Dengan dilakukan pengujian-pengujian ini diharapkan dapat diketahui performa dari alat yang sudah dibuat dengan lebih mendalam.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Setelah melewati proses perancangan dan pembuatan, hasil alat penyaji minuman tersebut dapat dilihat seperti pada Gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Hasil implementasi robot



Gambar 8. Bagian pengaduk pada alat

Penggunaan *mini water pump* menjadi salah satu pembeda dengan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Penggunaan *mini water pump* ini menyebabkan wadah minuman atau botol tidak perlu diletakkan secara terbalik lagi dan proses turunnya minuman tidak mengandalkan efek gravitasi lagi, dengan perubahan ini diharapkan campuran bahan minuman kan lebih presisi dan tidak dipengaruhi *volume* cairan pada wadah. Begitu juga dengan bagian pengaduk dimana pada penelitian-penelitian sebelumnya hal ini tidak ada sama sekali.

A. Pengujian Waktu Pengisian dengan Mini Water Pump

Adapun prosedur pengujian ini adalah dengan mengaktifkan pompa untuk melakukan pengisian dari wadah (botol) ke gelas sebanyak 100 ml. Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali pada tiap-tiap pompa. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan

selanjutnya hasil pengujian ini akan menjadi dasar perhitungan lama aktif pompa dalam proses pengisian minuman.

Tabel 1. Data lama proses pengisian tiap pompa

Percobaan	Waktu pompa menampahi 100ml (s)							
	Motor1	Motor2	Motor3	Motor4	Motor5	Motor6	Motor7	Motor8
1	13,5	14	12,9	12,7	12,3	12,3	13,1	16,7
2	13,8	13,8	12,5	12,4	11,5	12,6	14	16,9
3	14,6	14,2	13,2	12,6	12,1	13,5	14,3	18,1
4	14,0	14,0	14,2	12,5	12,1	13,6	14,9	18,7
5	15,1	14,6	14,3	12,5	11,6	13,7	14,6	18,3
6	14,4	14,3	14,8	15,4	12,5	13,8	14	19,2
7	14,7	15,6	15,3	15,0	11,7	13,5	14,7	18,1
8	14,6	15,3	15,2	13,9	12,5	12,9	14,3	19,3
9	14,8	14,6	16,2	14,1	12,3	14,7	13,9	18,5
10	14,7	15,0	15,9	14,3	11,5	14,7	14,4	18,7
Rata-rata	14,12	14,54	14,46	15,04	11,99	13,51	14,17	18,25

Dari hasil pengujian ini diketahui bahwa untuk melakukan pengisian *volume* yang sama ternyata dibutuhkan waktu yang berbeda-beda, hal ini terjadi disebabkan oleh beberapa faktor yaitu: (1)posisi pompa, (2)kinerja tiap pompa yang tidak seragam. Data ini berikutnya menjadi panduan dalam pemrograman pencampuran bahan minuman sehingga lama aktifnya *mini pump* akan disesuaikan dengan *volume* yang diinginkan.

B. Pengujian Penyajian Minuman

Pada pengujian ini akan diuji kemampuan robot dalam mengenali permintaan jenis minuman yang dilakukan *user* lewat penekanan *keypad* dan kemudian kemampuan robot untuk mengisi gelas sesuai bahan-bahan minuman yang dikehendaki tadi oleh pengguna baik itu minuman yang sejenis ataupun jenis minuman campuran. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali untuk memastikan inputan *keypad* berfungsi, dan selanjutnya diamati pergerakan robot dan komposisi pengisian minuman sesuai dengan campuran yang telah ditentukan. Data hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari hasil pengujian ini dapat diketahui bahwa robot dapat mengenali jenis minuman yang dipesan baik itu minuman berbahan sejenis ataupun minuman campuran dan proses pengisian dilakukan dengan baik sesuai komposisi bahan minuman yang sudah ditentukan sebelumnya dengan tingkat keberhasilan 100%.

Tabel 2. Data pengujian penyajian minuman

Pengujian Minuman	Percobaan				
	1	2	3	4	5
Teh	ok	ok	ok	ok	ok
Kuku bima	ok	ok	ok	ok	ok
Fanta	ok	ok	ok	ok	ok
Sprite	ok	ok	ok	ok	ok
Air gula	ok	ok	ok	ok	ok
Air jeruk	ok	ok	ok	ok	ok
Susu putih	ok	ok	ok	ok	ok
Susu coklat	ok	ok	ok	ok	ok
Fanta + susu putih	ok	ok	ok	ok	ok
Kuku bima + susu putih	ok	ok	ok	ok	ok
Air gula + susu putih	ok	ok	ok	ok	ok
Teh + susu putih	ok	ok	ok	ok	ok
Teh + air gula + susu putih	ok	ok	ok	ok	ok
Air gula + air jeruk	ok	ok	ok	ok	ok
Air gula + air jeruk + susu putih	ok	ok	ok	ok	ok
Air gula + susu coklat	ok	ok	ok	ok	ok

yang dibutuhkan dengan jenis minuman. Mengingat posisi atau jarak wadah bahan minuman tersebut disusun secara berurutan sehingga dibutuhkan waktu yang lebih lama untuk menyajikan minuman yang paling bawah. Dari tren tersebut juga didapati bahwa ada penyimpangan pada waktu pengisian jenis minuman Fanta dan Sprite dimana posisi jarak kedua minuman tersebut lebih dekat dari pada air gula, air jeruk dan susu putih akan tetapi waktu yang dibutuhkan untuk mengisi kedua jenis minuman tersebut ternyata lebih lama (36 dan 35,5 detik).

Setelah ditelaah lebih lanjut, ternyata diketahui bahwa untuk cairan bersoda ternyata membutuhkan waktu yang lebih lama dalam proses pengisiannya. Hal serupa juga tercermin pada hasil pengujian waktu penyajian minuman campuran. Secara umum hasil pengujian waktu penyajian ini memberikan hasil yang positif mengingat waktu yang dibutuhkan untuk penyajian minuman pada robot ini dibawah rentang 1 menit. Hal ini menunjukkan bahwa pengguna tidak perlu menunggu lama untuk mendapatkan minumannya pada robot ini.

C. Pengujian Waktu Penyajian Minuman

Pada pengujian ini akan diuji berapa lama waktu yang dibutuhkan robot untuk menyajikan minuman yang dipesan dengan *volume* yang sama (200 ml). Proses penghitungan waktu dimulai sesaat setelah tombol *keypad input* jenis minuman ditekan sampai pada gelas kembali ke posisi awal tanda selesainya proses penyajian minuman. Hasil pengujian ini terbagi menjadi dua bagian dimana pada bagian pertama dikhususkan untuk minuman berbahan sejenis sedang bagian kedua dikhususkan untuk pengujian waktu penyajian jenis minuman campuran (2 atau 3 bahan campuran minuman). Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

D. Pengujian pengadukan minuman

Pengujian pengadukan minuman dilakukan untuk mengetahui apakah mekanisme pengadukan dapat dilakukan dengan baik untuk jenis minuman yang bersifat campuran dari beberapa bahan minuman. Mekanisme pengadukan dikatakan berhasil jika proses pengadukan dilakukan yang ditandai dengan bekerjanya silinder pneumatic untuk menurunkan bagian pengaduk dan selanjutnya motor dc pemutar pengaduk juga aktif pada kurun waktu tertentu pada menu minuman yang sifatnya campuran.

Hasil pengujian pengadukan ini dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 3. Waktu penyajian minuman sejenis (satuan)

Nama Minuman (satuan)	Waktu pergerakan minuman satuan
Teh	29.50
Kuku bima	31.60
Fanta	36.00
Sprite	35.50
Air gula	27.40
Air jeruk	32.00
Susu putih	32.40
Susu coklat	41.90

Tabel 4. Waktu penyajian minuman campuran

Nama Minuman (campuran)	Persentase			Waktu Total (detik)
	Minuman x	Minuman y	Minuman z	
Fanta + susu putih	F = 70%	Sp = 30%	-	40.71
Kuku bima + susu putih	Kb = 70%	Sp = 30%	-	38.80
Air gula + susu putih	Ag = 20%	Sp = 80%	-	35.00
Teh + susu putih	T = 70%	Sp = 30%	-	36.40
Teh + air gula + susu putih	T = 50%	Ag = 20%	Sp = 30%	36.30
Air gula + air jeruk	Ag = 20%	Aj = 80%	-	36.00
Air gula + air jeruk + susu putih	Ag = 20%	Aj = 50%	Sp = 30%	37.30
Air gula + susu coklat	Ag = 20%	Sc = 80%	-	42.90

Tabel 5. Hasil pengujian pengadukan minuman

Pengadukan Minuman Campuran	Percobaan				
	1	2	3	4	5
Fanta + susu putih	ok	ok	ok	ok	ok
Kuku bima + susu putih	ok	ok	ok	ok	ok
Air gula + susu putih	ok	ok	ok	ok	ok
Teh + susu putih	ok	ok	ok	ok	ok
Teh + air gula + susu putih	ok	ok	ok	ok	ok
Air gula + air jeruk	ok	ok	ok	ok	ok
Air gula + air jeruk + susu putih	ok	ok	ok	ok	ok
Air gula + susu coklat	ok	ok	ok	ok	ok

Dari dua hasil pengujian waktu penyajian minuman sejenis yang sudah dilakukan tersebut diketahui bahwa secara umum hasil pengujian menunjukkan hasil korelasi yang positif antara waktu

Setelah dilakukan 5 kali pengujian pengadukan untuk tiap-tiap campuran minuman diketahui bahwa mekanisme pendeteksian jenis minuman campuran dan proses pengadukannya dapat berkerja dengan baik dengan tingkat keberhasilan 100%.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian dan menganalisa data yang didapat maka beberapa hal yang dapat disimpulkan pada penelitian ini antara lain adalah:

1. Waktu yang dibutuhkan oleh pompa-pompa yang digunakan pada penelitian ini untuk mengisi cairan dengan *volume* 100 ml berada pada rentang 11,9 detik sampai dengan 18,25 detik. Rentang yang cukup jauh ini dikarenakan oleh perbedaan posisi pompa dan yang paling utama adalah performa tiap-tiap pompa itu sendiri yang ternyata kurang seragam meskipun berasal dari 1 pabrikan.
2. Robot ini mampu menanggapi pesanan minuman yang dimasukkan pengguna melalui penekanan *keypad* dan kemudian mampu menyajikan pesanan minuman tersebut dengan benar dengan unjuk kerja keberhasilan 100%.
3. Lamanya waktu yang dibutuhkan robot ini untuk menyajikan minuman dari 1 jenis bahan minuman saja berada pada rentang 27,4 detik (Air Gula) dan yang paling lama adalah Susu Coklat yang membutuhkan 41,9 detik. Rata-rata waktu penyajian untuk minuman berbahan sejenis ini adalah 33,28 detik.
4. Lama waktu penyajian untuk minuman campuran dari beberapa bahan berada pada rentang 35 detik (Air Gula + Susu Putih) dan 42,9 detik untuk Air Gula + Susu Coklat. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menyajikan minuman campuran adalah 37,9 detik.
5. Mekanisme pengadukan untuk minuman campuran dapat bekerja dengan baik dengan unjuk kerja keberhasilan sebesar 100%.

Pengembangan ke depannya untuk robot ini dapat digunakan dan dikemas lebih baik lagi untuk produk-produk minuman seperti jamu sehingga dapat mengangkat warisan budaya dengan wajah teknologi yang lebih baik.

REFERENSI

- [1] Siciliano B., Khatib O. Robotics and the Handbook. In: Siciliano B., Khatib O. (eds) Springer Handbook of Robotics. Springer Handbooks. Springer, 2016.
- [2] Mary Ellen Foster, Simon Keizer, and Oliver Lemon. *Towards action selection under uncertainty for a socially aware robot bartender*, In Proceedings of the 2014 ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction HRI '14. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2014, 158–159. DOI:https://doi.org/10.1145/2559636.2559805.
- [3] Silvia Rossi, Elena Dell'Aquila, Gianpaolo Maggi, and Davide Russo. *What Would You Like to Drink? Engagement and Interaction Styles in HRI*. In Companion of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction HRI '20. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2020, 415–417. DOI:https://doi.org/10.1145/3371382.3378343.
- [4] Cain, L. N., Thomas, J. H. and Alonso Jr., M., *From sci-fi to sci-fact: the state of robotics and AI in the hospitality industry*, Journal of Hospitality and Tourism Technology, Vol. 10 No. 4, 2019, pp. 624-650. <https://doi.org/10.1108/JHTT-07-2018-0066>.
- [5] Foster Mary Ellen. *Natural language generation for social robotics: opportunities and challenges*, Phil. Trans. R. Soc. B3742018002720180027, 2019. <http://doi.org/10.1098/rstb.2018.0027>.
- [6] H. Q. T. Ngo, T. P. Nguyen and H. Nguyen, *Investigation on Barbot to Serve Human in Public Space*, 2018 4th International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD), 2018, pp. 300-305, doi: 10.1109/GTSD.2018.8595543.
- [7] Ivanov, S., Gretzel, U., Berezina, K., Sigala, M. and Webster, C. (2019), *Progress on robotics in hospitality and tourism: a review of the literature*, Journal of Hospitality and Tourism Technology, Vol. 10 No. 4, pp. 489-521. <https://doi.org/10.1108/JHTT-08-2018-0087>.
- [8] Patrick Barron, C. S. E., C. S. E. Chris Wong, E. E. Ben Ivaldi, and C. S. E. John Fouad. *Alfred: Wifi-Enabled Automated Mixed Drink Maker*.
- [9] The Inebriator, Dave Parrack, Mei 2021 available: <https://newatlas.com/Inebriator-robot-bartender/23974/>
- [10] Rybin, V.; Karimov, T.; Sigaeva, M.; Solomevich, E.; Kolev, G.; Kopets, E. *Design of a Smart Bartender with Peristaltic Pumps*. Inventions 2019, 4, 26. <https://doi.org/10.3390/inventions4020026>.

- [11] Wright, Michael. *How to Control Stepper Motors: The Most Comprehensive, Easy-to-understand Advanced Guide for Hobbyists and Experts*. United States: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016.
- [12] Udayashankara, V. *Microcontroller*. India, McGraw-Hill Education (India) Pvt Limited, 2009.

Rancang Bangun Solar Charger dengan Maximum Power Point Tracking (MPPT) dan Kontrol Proportional Integral Derivative (PID) Untuk Pengisian Baterai Lithium-Ion

Novie Ayub Windarko¹, Irianto², Agus Tami³

Teknik Elektro Industri, Departemen Elektro, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya¹

Teknik Elektro Industri, Departemen Elektro, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya²

Teknik Elektro Industri, Departemen Elektro, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya³

ayub@pens.ac.id¹, irianto@pens.ac.id², *agus.tami.0004@gmail.com³

ABSTRACT

Solar charger is a tool to charge battery energy by using solar panel. Generally, the process of battery charging using solar charger still uses the Constant Current-Constant Voltage method. The application of Constant Current-Constant Voltage method on solar charger has a flaw on Constant Current mode, when the solar panels is not able to reach the specified current, then a voltage drop will occur so that there is no charging on the battery. The problem faced by using solar charger is the fluctuating output of solar panels is influenced by several parameters, those are temperature, light intensity, and the given load. As of that a control is needed which can track so that the solar panel output can be maximized for battery charging. In this research, by using buck converter as solar charger and MPPT modified incremental conductance as the method in order to search the maximum output power of the solar panel and PID analytical method is used to produce constant output voltage of converter for Li-Ion battery charging. Based on maximum tracking of MPPT modified incremental conductance method at 1000W/m² Irradiance with a duty cycle of 70% produces 99.53W of maximum power output of buck converter, 12.52V of output voltage of buck converter and 7.95A current. PID Control with parameter values such as $K_P = 7.8$ $K_I = 50000$, and $K_D = 0.000304$ is used to get constant output voltage of 12.6 V of buck converter.

Keywords: Li-Ion Battery, Buck Converter, MPPT Modified Incremental Conductance Method, Analytical PID, Solar Charger

INTISARI

Solar charger merupakan alat untuk mengisi energi baterai dengan memanfaatkan panel surya. Pada umumnya, proses pengisian baterai dengan solar charger masih menggunakan metode Constant Current-Constant Voltage. Penerapan metode Constant Current-Constant Voltage pada solar charger memiliki kelemahan yaitu pada mode Constant Current, Saat panel surya tidak mampu mencapai arus yang ditentukan maka akan terjadi drop tegangan sehingga tidak terjadi pengisian pada baterai. Permasalahan yang dihadapi dari penggunaan solar charger adalah keluaran panel surya yang fluktuatif dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu suhu, intensitas cahaya dan pembebanan yang diberikan. Sehingga diperlukan sebuah kontrol yang dapat tracking agar keluaran panel surya dapat dimaksimalkan untuk melakukan pengisian baterai. Pada penelitian ini memanfaatkan buck converter sebagai solar charger serta metode yang digunakan yaitu MPPT modified incremental conductance bertujuan untuk mencari daya maksimum keluaran panel surya dan PID metode analitik untuk menghasilkan tegangan keluaran konverter yang konstan untuk pengisian baterai Li-Ion. Dari hasil tracking maksimum MPPT metode modified incremental conductance pada iradiasi 1000W/m² dengan duty cycle 70% menghasilkan keluaran daya maksimum buck converter 99,53W serta tegangan keluaran buck converter 12,52V dan arus 7,95A. Kontrol PID dengan nilai parameter $K_P=7,8$, $K_I=50000$, dan $K_D=0,000304$ digunakan untuk mendapatkan tegangan keluaran buck converter konstan sebesar 12,6V.

Kata kunci: Baterai Li-Ion, Buck Converter, MPPT Metode Modified Incremental Conductance, PID Analitik, Solar Charger

I. PENDAHULUAN

Solar charger merupakan alat pengisian baterai sampai pada rating tegangan yang ditentukan dengan

menggunakan sumber panel surya. Pada umumnya penggunaan baterai yang umum digunakan saat ini adalah untuk kendaraan bermotor.

Selama ini pengisian baterai masih menggunakan sumber dari jala-jala PLN. Namun dikarenakan perkembangan energi alternatif yang cukup pesat, sehingga dapat dilakukan pemanfaatan energi alternatif sebagai pengisian pada baterai yaitu energi dari tenaga surya. Energi ini merupakan salah satu alternatif yang baik untuk masa kini dan masa yang akan mendatang. Dimana alat yang digunakan untuk mengkonversikan energi surya atau cahaya menjadi energi listrik adalah panel surya[8].

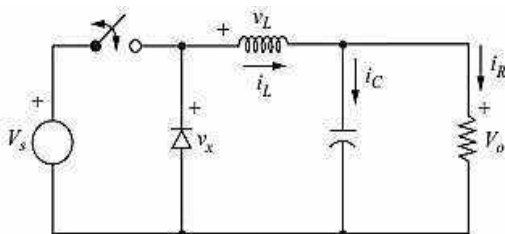
Pemanfaatan solar panel sebagai pembangkitan energi listrik masih memerlukan sebuah konverter. Hal ini dikarenakan hasil *output* dari panel surya masih fluktuatif. Dengan adanya konverter tipe *buck converter*, bertujuan sebagai penurun level tegangan sumber (*input*) dan juga ditambahkan kontrol *MPPT* metode *modified incremental conductance* agar hasil *output* konverter dapat memaksimalkan *input* konverter keluaran panel surya serta sebuah kontrol *PID* yang mengkonstantkan tegangan *output* konverter sebesar tegangan maksimum chargig baterai sesuai *rating* sehingga dapat digunakan untuk melakukan pengisian sebuah penyimpanan energi yang selanjutnya dapat digunakan sebagai *supply* energi listrik pada kehidupan sehari hari.

Sehingga pada penelitian ini dibuat sebuah sistem dengan memanfaatkan energi hasil panel surya yang kemudian energi tersebut disimpan pada sebuah *storage* tegangan dan arusnya dimaksimalkan terlebih dahulu oleh sebuah konverter bertipe *buck* penurun tegangan memanfaatkan perpaduan *MPPT* dan kontrol *PID*.

II. LANDASAN TEORI

A. Buck Converter

Buck Converter adalah salah satu tipe *Converter* DC ke DC yang menghasilkan tegangan *output* yang nilainya lebih kecil dari tegangan *input*.



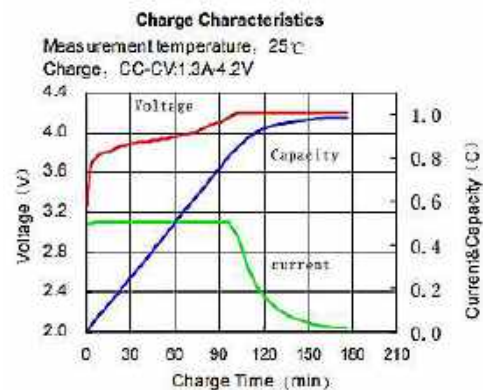
Gambar 1. Rangkaian *Buck Converter*

Dari Gambar 1 dapat diketahui bahwa rangkaian terdiri atas satu saklar aktif berupa *switching* dan juga

terdapat saklar pasif (*dioda*), dan induktor serta kapasitor adalah sebuah pembatas keluarannya. Penggunaan *dioda* sebagai saklar pasif dapat digunakan sebuah saklar aktif sehingga adanya susut daya bisa dikurangi[1].

B. Baterai Li-Ion

Baterai *Lithium-ion* merupakan salah satu jenis baterai *rechargeable* yang digunakan pada berbagai peralatan elektronik terutama yang berjenis *portable*[7].

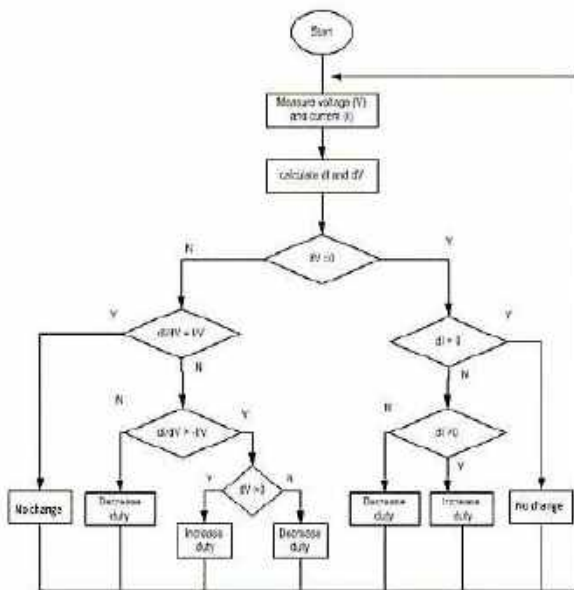


Gambar 2. Karakteristik Pengisian Baterai *Li-Ion*

Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa prinsip kerja dari *CC-CV* yaitu mula mula arus pengisian ditahan konstan, dan lama kelamaan akan berefek pada tegangan sel baterai yang semakin naik. Saat tegangan pengisian sudah mencapai tegangan maksimum pengisian sesuai *rating* pada *data sheet* maka tegangan akan dikonstantkan sebesar tegangan pengisian tersebut. Dengan tujuan agar tidak merusak daripada sel baterai dan konstantnya tegangan yang diberikan maka baterai akan terisi sehingga akan terjadi penurunan pada nilai arus pengisiannya dikarenakan semakin sedikitnya selisih antara tegangan sumber pengisian dan baterai. Baterai dikatakan penuh saat tegangan pengisian sudah mencapai tegangan maksimum baterai dan arus pengisian nol[2].

C. MPPT

MPPT adalah sebuah program dimana pengaplikasiannya untuk mendapatkan tegangan dan arus maksimum dari sebuah panel surya sehingga daya keluaran dari panel surya agar *loosis* daya yang terjadi yakni hilang susut daya yang terjadi.

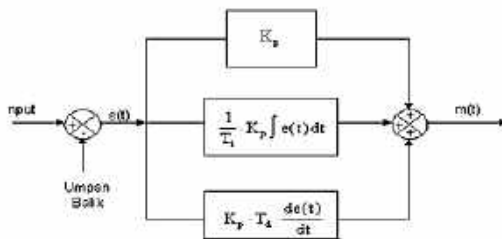


Gambar 3. MPPT Incremental Conductance

Dalam Gambar 3, untuk mencapai MPPT sebuah panel surya yaitu tidak adanya perubahan nilai arus dan tegangan pada sistem dan juga bisa ditandai dengan perbandingan besarnya perubahan arus dibagi perubahan tegangan akan sama dengan nilai perbandingan arus dan tegangannya[4].

D. PID

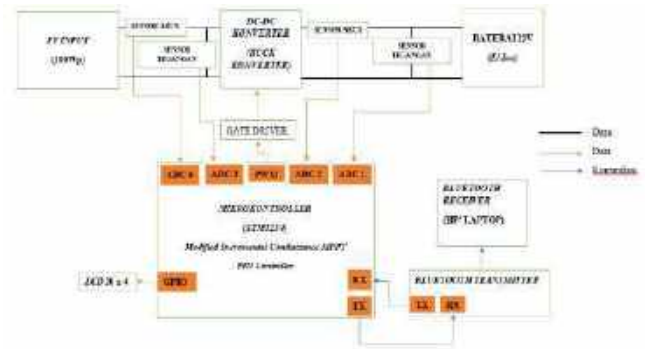
Kontrol PID merupakan kontroler berumpan balik yang terdiri atas kombinasi kontrol P, kontrol I, dan kontrol D yang memiliki tujuan mengontrol hasil output, mempercepat reaksi kontrol, menghilangkan offset serta menghasilkan perubahan pada kondisi awal yang cukup besar yang ditampilkan dalam blok diagram pada Gambar 4[6].



Gambar 4. Blok Diagram PID Analog

III. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini terdapat perencanaan sistem yaitu pembuatan blok diagram sistem. Blok diagram sistem digambarkan seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Blok Diagram Sistem

Pada penelitian ini menggunakan sebuah PV dengan daya max sebesar 100 Wp. Tegangan keluaran PV yang masih fluktuatif dipengaruhi oleh besarnya intensitas cahaya dan suhu lingkungan, maka diperlukan DC-DC konverter untuk menstabilkan tegangan output PV dengan bantuan kontrol. Pada penelitian ini digunakan konverter jenis buck dan kontrolnya menggunakan PWM berjenis MPPT dengan metode modified incremental conductance dan kontrol PID analitik. Baterai Li-Ion digunakan sebagai penyimpanan energi dari PV yang telah melewati konverter dengan tegangan nominal 10,8V. Sebagai media interface digunakanlah LCD 20x4 serta STM32F4 sebagai mikrokontrolernya. Pada penelitian ini juga dilakukan perencanaan baik hardware maupun kontrol.

A. Perencanaan Photovoltaic

Dalam penelitian ini akan digunakan 1 buah photovoltaic SUN ASIA 100 WP. Dengan spesifikasi pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Spesifikasi Photovoltaic

Karakteristik	Nilai
Maximum Power (Pmax)	100 W
Power Tolerance	+3 %
Maximum Power Voltage (Vmp)	17.80 V
Maximum Power Current (Imp)	5.62 A
Open Circuit Voltage (Voc)	21.80 V
Short Circuit Current (Isc)	6.05 A

B. Perencanaan Buck Converter

Jenis konverter yang digunakan pada penelitian ini adalah buck converter dengan perencanaan sesuai parameter[1].

Parameter :

$V_{in\ min} = 13V; V_{in\ max} = 21V; V_o = 12,6V; I_o = 8A; F = 40kHz; \Delta iL = 20\% \times iL; rV_o = 0,5\% \times V_o$

Desain :

1. Duty Cycle

$$D = \frac{V_o}{V_s} = \frac{12,6}{21} = 0,6 \tag{1}$$

2. Resistor

$$R = \frac{V_o}{I_o} = \frac{12,6}{8} = 1,575\Omega \tag{2}$$

3. Nilai Induktor

$$I_L = I_o = 8A$$

$$\Delta iL = 20\% \times iL = 0,2 \times 8 = 1,6A \tag{3}$$

$$L = \frac{V_{ox}(1-D)}{\Delta iL \times f} \tag{4}$$

$$L = \frac{12,6 \times (1-0,6)}{1,6 \times 40000}$$

$$L = 0,00007875H = 78,75\mu H$$

4. Nilai Capacitor

$$r = 0,5\%$$

$$C = \frac{(1-D)}{8 \times L \times r \times f^2} \tag{5}$$

$$= \frac{(1-0,6)}{8 \times 78,75 \times 10^{-6} \times 0,005 \times 40000^2}$$

$$= 79,36\mu F$$

$$= 80\mu F$$

C. Perencanaan Baterai

Dalam perencanaan ini jenis baterai yang digunakan adalah *Li-Ion* dengan nomor model *Samsung SDI-INR18650-35E* [2]. Dengan spesifikasi pada Tabel 2 berikut:

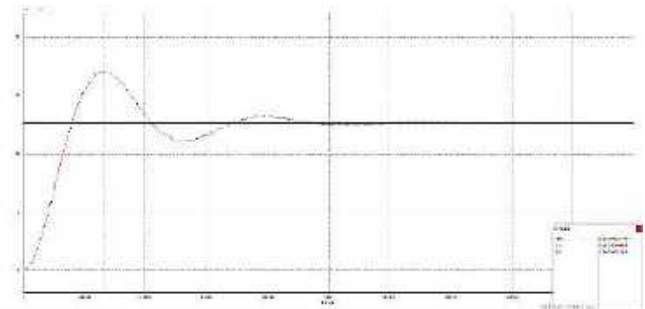
Tabel 2. Spesifikasi Baterai

Item	Spesifikasi
Kapasitas	3350 mAh
Tegangan Charging	4,2 V
Tegangan Nominal	3,6 V
Metode Charging	CC-CV
Arus Charging	1 A – 1,7 A
Waktu Charging	4 Jam
Arus Charging Maksimum	2 A
Arus Discharge Maksimum	8 A
Tegangan Cut-Off Discharge	2,65 V

Dari Tabel 2, mengenai baterai akan dirakit dengan konfigurasi 3 seri dan 4 paralel (3S4P) dimana nantinya baterai memiliki kapasitas 13,4Ah. Dari data tersebut, maka tegangan keluaran konverter maksimum yang dapat diberikan pada baterai adalah sebesar 12,6V dikarenakan pada percobaan kali ini digunakan konfigurasi baterai 3 seri sehingga tegangan maksimum pengisian adalah sebesar 12,6V (4,2 x 3 cell) dengan dibantu oleh modul *BMS* agar pengisian dapat seimbang setiap cell nya.

D. Perencanaan Kontrol PID

Pada penelitian ini digunakan PID dengan perhitungan K_p, K_i dan K_d nya menggunakan metode analitik. Yang mula mula diambil grafik respon buck konverter dimana masih terdapat *overshoot* pada sistem seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Gelombang Respon Buck Converter

Diketahui :

$$- t_s = 10^{-3} \text{ s}$$

$$- t_p = 2,63 \times 10^{-4} \text{ s}$$

$$- V_p = 17,01V$$

$$- \text{Set Point} = 12,6V$$

$$- \text{Steady Response} = 12,6V$$

$$* K = \frac{Y_{ss}}{X_{ss}} = \frac{12,6}{12,6} = 1 \tag{6}$$

$$* \tau = \frac{1}{5} \times t_s = \frac{1}{5} \times 10^{-2} = 0,2 \times 10^{-3} \text{ s} \tag{7}$$

$$* \alpha = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{0,2 \times 10^{-3}} = 5000 / \text{s} \tag{8}$$

$$* \omega_d = \frac{\pi}{t_p} = \frac{3,14}{2,63 \times 10^{-3}} \tag{9}$$

$$= 11939,16 \text{ rad / sec}$$

$$* \omega d = \omega n \sqrt{1 - \xi^2} \quad (10)$$

$$1193,16 = \frac{5000}{\xi} \sqrt{1 - \xi^2}$$

$$142543541,51 = \frac{25000000}{\xi^2} (1 - \xi^2)$$

$$142543541,51 \xi^2 = 25000000 - 25000000 \xi^2$$

$$167543541,51 \xi^2 = 25000000$$

$$\xi^2 = 0,15$$

$$\xi = 0,39$$

$$* \omega n = \frac{\alpha}{\xi} = \frac{5000}{0,39} = 12820,51 \quad (11)$$

Sehingga OLTf :

$$* \frac{C(S)}{u(S)} = \frac{k \omega n^2}{S^2 + 2\xi \omega n S + \omega n^2} \quad (12)$$

$$= \frac{1 \chi 12820,51^2}{S^2 + 2 \chi 0,39 \chi 12820,51 S + 12820,51^2}$$

$$= \frac{164365476,66}{S^2 + 10000S + 164365476,66}$$

Perhitungan Kp, Ki, dan Kd

$$* \tau_i = \frac{2\xi}{\omega n} = \frac{2 \chi 0,39}{12820,51} = 6,08 \times 10^{-5} s \quad (13)$$

$$* \tau_d = \frac{1}{\tau_i \chi \omega n^2} \quad (14)$$

$$= \frac{1}{6,08 \times 10^{-5} \chi 12820,51} = 10^{-4} s$$

Saat dipercepat (10x):

$$* ts = 10^{-3} s$$

$$* ts = 10^{-4} s$$

$$* \tau^* = \frac{1}{5} ts^* = 0,2 \times 10^{-4} s \quad (15)$$

$$* KP = \frac{\tau_i}{k \tau^*} = \frac{6,08 \times 10^{-5}}{0,2 \times 10^{-4}} = 3,04 \quad (16)$$

$$* KI = \frac{KP}{\tau_i} = \frac{3,04}{6,08 \times 10^{-5}} = 50000 \quad (17)$$

$$* KD = KP \times \tau_d = 3,04 \times 10^{-4} \quad (18)$$

Berikut adalah gelombang setelah diberikan kontrol PID :



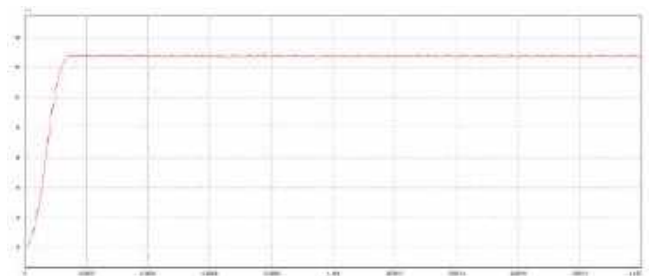
Gambar 7. Gelombang Respon Buck Converter Setelah PID

Dari Gambar 7 dapat diketahui bahwa kontrol PID dapat menghilangkan *overshoot* yang terjadi sehingga hingga menuju *steady state* tanpa terjadi *overshoot*. Untuk mempercepat waktu *steady state* maka dilakukan juga *tuning* pada PID dengan nilai yang didapat sebagai berikut :

$$* KP = 7,8$$

$$* KI = 50000$$

$$* KD = 0,000304$$



Gambar 8. Gelombang Respon Buck Converter Setelah Tuning PID

Dari Gambar 8 diketahui *tuning* PID akan berimbas pada semakin cepatnya respon *steady state* yang didapat. Dimana pada sebelum di *tuning* memiliki respon *steady state* sebesar 0,6ms setelah di *tuning* respon yang didapat yaitu semakin cepat menjadi 0,16ms.

E. Perencanaan MPPT

MPPT yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *modified incremental conductance* yang berguna sebagai *tracking* sehingga panel surya dapat mengeluarkan daya maksimum yang dimiliki[4]. Alasan digunakannya metode tersebut yaitu dengan metode tersebut memiliki proses deteksi *tracking* sangat detail sehingga osilasi daya yang dikeluarkan oleh panel surya akan kecil atau bisa dikatakan lebih teliti. *Flowchart* algoritma MPPT

Tabel 3. Uji Buck dengan Tegangan Uji 13V

Vin (V)	D (%)	Vo (V)		Io	Iin (A)	Po (W)	Pi (W)	Eff (%)	Error (%)
		Teori	Prak						
13	10	1,3	1,28	0,09	0,01	0,12	0,13	88,62	1,54
13	20	2,6	2,7	0,18	0,04	0,49	0,52	93,46	3,85
13	30	3,9	4,15	0,24	0,08	1,00	1,04	95,77	6,41
13	40	5,2	5,51	0,28	0,13	1,54	1,69	91,29	5,96
13	50	6,5	6,55	0,3	0,16	1,97	2,08	94,47	0,77
13	60	7,8	7,55	0,32	0,2	2,42	2,6	92,92	3,21
13	70	9,1	8,9	0,35	0,25	3,12	3,25	95,85	2,20
13	80	10,4	10,27	0,37	0,3	3,80	3,9	97,43	1,25
13	90	11,7	11,65	0,38	0,36	4,43	4,68	94,59	0,43

Tabel 4. Uji Buck dengan Tegangan Uji 17V

Vin (V)	D (%)	Vo (V)		Io	Iin (A)	Po (W)	Pi (W)	Eff (%)	Error (%)
		Teori	Prak						
17	10	1,7	1,53	0,14	0,01	0,21	0,25	84	10
17	20	3,4	3,34	0,25	0,06	0,84	1,02	81,86	1,76
17	30	5,1	5,4	0,33	0,11	1,73	1,87	92,47	2,75
17	40	6,8	7	0,38	0,17	2,66	2,89	92,04	2,94
17	50	8,5	8,39	0,41	0,22	3,44	3,74	91,98	1,29
17	60	10,02	9,93	0,44	0,27	4,37	4,59	95,19	2,65
17	70	11,9	11,69	0,47	0,34	5,49	5,78	95,06	1,76
17	80	13,6	13,46	0,49	0,4	6,60	6,8	96,99	1,03
17	90	15,25	15,25	0,51	0,47	7,78	7,99	97,34	0,33

Tabel 5. Uji Buck dengan Tegangan Uji 21V

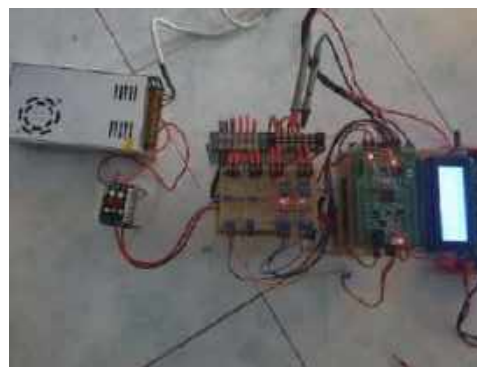
Vin (V)	D (%)	Vo (V)		Io (A)	Iin (A)	Po (W)	Pi (W)	Eff (%)	Error (%)
		Teori	Prak						
21	10	2,1	1,84	0,19	0,02	0,35	0,42	83,24	12,38
21	20	4,2	4,06	0,33	0,07	1,34	1,47	91,14	3,33
21	30	6,3	6,43	0,42	0,14	2,7	2,94	91,86	2,06
21	40	8,4	8,62	0,48	0,21	4,14	4,41	93,82	2,62
21	50	10,5	10,4	0,52	0,27	5,41	5,67	95,38	0,95
21	60	12,6	12,36	0,55	0,35	6,80	7,35	92,49	1,90
21	70	14,7	14,52	0,58	0,42	8,42	8,82	95,48	1,22
21	80	16,8	16,7	0,61	0,51	10,1	10,7	95,12	0,6
21	90	18,9	18,9	0,64	0,6	12,1	12,6	95	0

Dari Tabel 3, 4, dan 5 diketahui bahwa masih terjadi *error* dan juga efisiensi nya masih belum 100% hal ini dikarenakan ketidaktepatan komponen maupun alat ukur yang dipakai.

C. Pengujian Performa Baterai

Pada pengujian performa baterai, akan dilakukan menggunakan buck konverter yang telah dibuat dan

dengan sumber sebuah *power supply* untuk mengetahui waktu pengisian dan juga kemampuan baterai saat di *charging* dengan daya maksimum PV yaitu sebesar 100W. Berikut adalah dokumentasi pengujian pada Gambar 14.



Gambar 14. Dokumentasi Pengujian Baterai

Dari pengujian yang telah dilakukan didapati data pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji Performa Baterai

Detik-Ke	Vch (V)	Ich (A)	Pch (W)
1	10.3	3	30.9
2	11.1	5	55.5
3	11.95	7.84	93.688
4	11.95	7.54	90.103
5	12.16	8	97.28
6	12.16	7.96	96.7936
126	12.24	8	97.92
186	12.24	7.9	96.696
187	12.35	8	98.8
247	12.36	7.95	98.262
307	12.35	8	98.8
367	12.4	7.9	97.96
368	12.4	8	99.2
488	12.42	8.05	99.981
548	12.39	7.87	97.5093
549	12.45	7.95	98.9775
669	12.48	8	99.84
729	12.48	7.98	99.5904
789	12.53	7.9	98.987
790	12.55	7.9	99.145
860	12.6	7.8	98.28
1460	12.6	7	88.2
2060	12.6	6.45	81.27
2660	12.6	5.77	72.702
3260	12.6	5.13	64.638
3860	12.6	4.51	56.826
4460	12.6	4.01	50.526

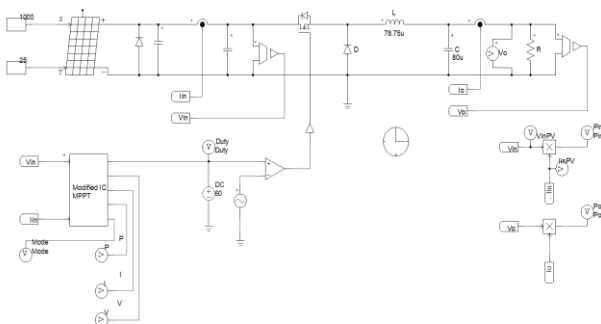
Lanjutan Tabel 6

Detik-Ke	Vch (V)	Ich (A)	Pch (W)
5060	12.6	3.52	44.352
5660	12.6	3.22	40.572
6260	12.6	2.77	34.902
6860	12.6	2.52	31.752
7460	12.6	2.09	26.334
8060	12.6	1.82	22.932
8660	12.6	1.54	19.404
9260	12.6	1.31	16.506
9860	12.6	1.2	15.12
10460	12.6	1	12.6

Dari Tabel 6 didapati bahwa, baterai di *charging* hingga penuh dengan perpaduan antara *charging* dengan daya mendekati 100W dan tegangan konstan memerlukan waktu 10460 detik atau sekitar 2,9 jam. dan dari percobaan ini didapati bahwa baterai mampu di *charging* dengan daya sebesar daya maksimum panel surya yaitu sebesar 100W sehingga dapat dipastikan dapat berjalan dengan normal saat diterapkan.

D. Pengujian MPPT

Pengujian MPPT dengan metode *modified incremental conductance* yang dilakukan dengan bantuan software *PSIM*. Untuk parameter *radiasi* diatur berubah-ubah dengan nilai 100-1000 W/m² dengan *step* 100 W/m² serta dengan *temperature* 25°C.



Gambar 15. Rangkaian MPPT pada Software PSIM

Pada Gambar 15 didapati bahwa pada sistem ini menggunakan sebuah PV berspesifikasi 100Wp dan konverter yang digunakan merupakan *buck converter*. Berdasarkan hasil simulasi didapat data *tracking* seperti yang ditunjukkan dengan data tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Uji MPPT Iradiasi Konstan

I Radiance (W/m ²)	Vpv (V)	Ipv (A)	Ppv (W)	Pmax (W)	Akurasi (%)
100	15,8	0,56	8,85	8,91	99,30
200	16,53	1,12	18,51	18,62	99,43
300	16,93	1,68	28,44	28,57	99,55
400	17,09	2,26	38,64	38,66	99,94
500	17,31	2,82	48,81	48,84	99,95
600	17,33	3,4	58,92	59,04	99,80
700	17,53	3,94	69,07	69,27	99,71
800	17,58	4,52	79,46	79,52	99,93
900	17,57	5,1	89,61	89,77	99,82
1000	17,76	5,63	99,99	99,99	100,00

Berdasarkan Tabel 8, dari data tersebut maka dapat dikatakan bahwa MPPT telah berjalan dan dapat diterapkan pada sistem dimana MPPT sudah dapat *tracking* daya maksimum dimana untuk *range* tegangan *input* yang diberikan oleh PV adalah 15,8V hingga 17,76V. Dan dari segi akurasi MPPT sudah dikatakan sangat baik karena hasil dari MPPT memiliki akurasi atau ketepatan dalam range 99.3% hingga 100%. Dan setelah itu dilakukan pula pengamatan pada sisi konverter dengan hasil pada Tabel 8.

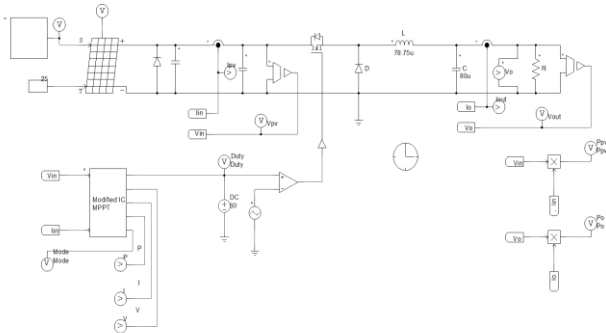
Tabel 8. Hasil Pengujian MPPT untuk Pengisian Baterai

I Radiance (W/m ²)	Vout Conv (V)	Iout Conv (A)	Pout Conv (W)	Duty (%)
100	3,7	2,35	8,70	22
200	5,36	3,4	18,22	32
300	6,67	4,24	28,28	40
400	7,77	4,94	38,38	46
500	8,74	5,54	48,42	50
600	9,61	6,11	58,72	54
700	10,43	6,62	69,05	58
800	11,16	7,087	79,09	62
900	11,86	7,53	89,31	66
1000	12,52	7,95	99,53	70

Dari Tabel 8 didapati bahwa daya *output* konverter maksimum yaitu saat nilai iradiasi sebesar 1000 W/m². Dimana daya yang dikeluarkan konverter adalah 99,53 W dengan tegangan *output* konverter maksimum sebesar 12,52V dan dengan arus 7,95A.

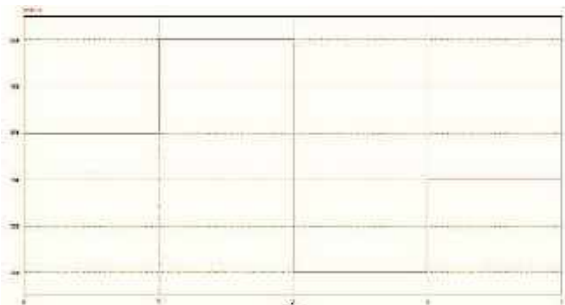
Jenis baterai yang digunakan pada penelitian ini adalah *Li-Ion Samsung SDI-INR18650-35E* dengan konfigurasi 3S4P (3 Seri 4 Paralel) maka tegangan

nominalnya menjadi 10,8V dan tegangan pengisian maksimum 12,6V. Sehingga pada tabel dapat diketahui iradiasi minimum agar bisa melakukan pengisian adalah 800W/m² dimana tegangan output konverter adalah sebesar 11,16V.

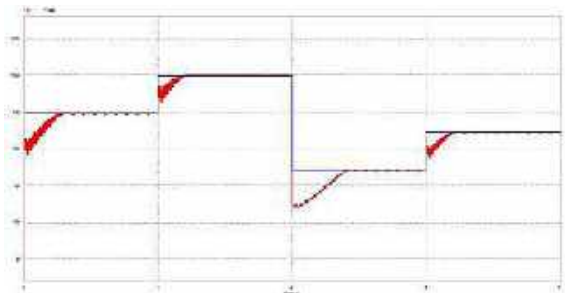


Gambar 16. Rangkaian Pengujian Performa MPPT pada Software PSIM

Seperti pada Gambar 16, Pengujian ini untuk mengetahui performa MPPT metode *modified incremental conductance* pada saat diterapkan pada kondisi iradiasi yang berubah secara tiba-tiba, baik dari tingkat iradiasi tinggi ke rendah ataupun sebaliknya. Proses *tracking* pada saat dilakukan pengujian yaitu dengan melakukan perubahan pada nilai iradiasi dengan perubahan 800 – 1000 – 500 – 700 w/m² dan dengan *temperature* 25°C.



Gambar 17. Perubahan Nilai Iradiasi yang dilakukan

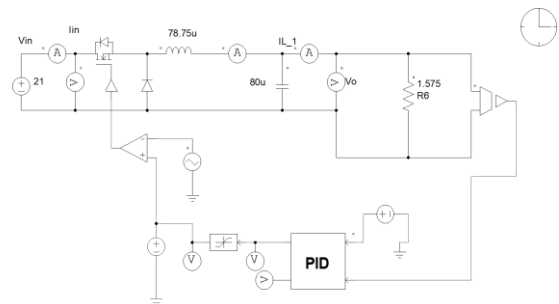


Gambar 18. Proses Tracking dari Iradiasi 800 W/m² ke 1000 W/m² ke 500 W/m² ke 700 W/m²

Pada Gambar 17 dan 18 diketahui bahwa proses *tracking* daya dari iradiasi rendah ke tinggi ataupun sebaliknya dapat berjalan dengan baik. *MPPT modified incremental conductance* dapat menunjukkan performa yang baik dengan berhasil melakukan *tracking* ulang ketika ada perubahan iradiasi. *Tracking* dan penurunan drastis terjadi pada iradiasi 1000 menuju ke 500 yang memakan banyak waktu dikarenakan penurunan yang terlalu jauh hingga waktu akan mencapai daya maksimum sedikit lebih lambat.

E. Pengujian PID

Dikarenakan tegangan *output* konverter maksimum saat melakukan MPPT adalah 12,52V sedangkan tegangan maksimum yang harus dicapai baterai adalah 12,6V digunakan kontrol PID metode analitik untuk mencapai serta menstabilkan tegangan pengisian baterai sehingga mencapai tegangan *rating* maksimumnya yang mana rangkaianannya ditampilkan dalam Gambar 19.



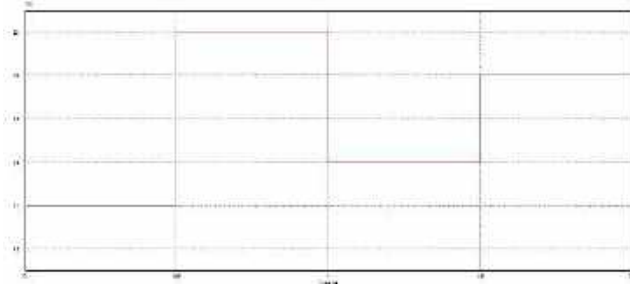
Gambar 19. Rangkaian PID pada Software PSIM

Tabel 9. Data Uji PID

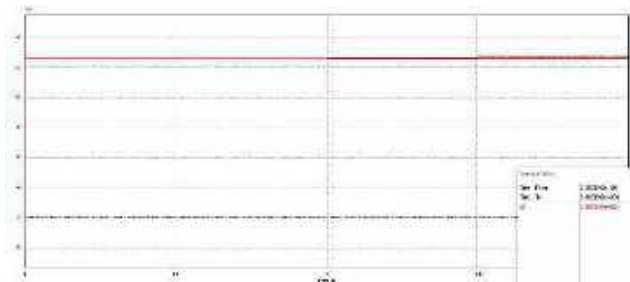
Vin (V)	Iin (A)	Vout (V)	Iout (A)	Pin (W)	Pout (W)	Eff (%)	D (%)
13	7,78	12,61	8,01	101,14	101,01	99,87	98
14	7,21	12,6	8	100,94	100,80	99,86	92
15	6,7	12,62	7,96	100,5	100,46	99,96	93
16	6,33	12,61	8,02	101,28	101,13	99,85	87
17	5,95	12,63	7,99	101,15	100,91	99,77	73
18	5,6	12,64	7,96	100,8	100,61	99,82	70
19	5,33	12,62	8,01	101,27	101,09	99,82	69
20	5,05	12,65	7,95	101	100,57	99,57	66
21	4,82	12,62	8,01	101,22	101,09	99,87	63

Dari Tabel 9 didapat hasil *output* dari konverter sudah sesuai dengan *setpoint* yang dihasilkan yaitu

sebesar 12,6V sesuai rating yang tertera pada baterai. Namun pada hasil *output* konverter masih terjadi *error* dari sisi *output* konverter dimana *error* yang terjadi berkisar 0-0,05V atau dalam persentase 0-0,4%. Untuk memastikan keandalan dari PID maka dilakukan pengujian dengan memberikan tegangan *input* yang berubah ubah dengan *step* naik dan turun dengan hasil berikut:



Gambar 20. Gambar Tegangan *Input* yang Diberikan dengan 17V dinaikkan 21V, dilakukan Penurunan 18V dan kenaikan 20V



Gambar 21. Gambar Tegangan *Output* yang Diberikan dengan tegangan *input* 17V dinaikkan 21V, dilakukan Penurunan 18V dan kenaikan 20V

Dari hasil percobaan pada Gambar 20 dan 21 diketahui bahwa saat terjadi penurunan secara tiba-tiba PID sudah siap dan handal. Dilihat dari hasil *output* yang telah mendekati set point yaitu 12,6V pada pengujian kenaikan maupun penurunan tegangan *input* dan dapat dipastikan PID dapat mengikuti.

V. KESIMPULAN

Tracking maksimum MPPT metode *Modified Incremental Conductance* pada iradiasi 1000W/m² dengan *duty cycle* 70% menghasilkan keluaran daya maksimum *buck converter* 99,53W serta tegangan keluaran *buck converter* 12,52V dan arus 7,95A. Kontrol PID dengan nilai parameter $K_p=7,8$, $K_i=50000$, dan $K_d=0,000304$ digunakan untuk mendapatkan tegangan konstan keluaran dari *buck converter* sebesar 12,6V. Pada pengisian penuh

baterai *Li-Ion* dengan daya pengisian sebesar 100W, diperlukan waktu 10460 detik.

REFERENSI

- [1] Hart, Daniel W. (2011). *Power Electronics*. The McGraw Hill Companies. New York, Amerika.
- [2] SDI, S. (2015). Inr 18650 - 35E. Retrieved from <https://www.orbtronic.com/content/samsung-35e-datasheet-inr18650-35e.pdf>
- [3] Haryadi S., G. R. F. S. (2016). *Rancang Bangun Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Charger Handphone Di Tempat Umum*. Teknik Mesin UNISKA, 02(02), 114–120.
- [4] Anowar, M. H., & Roy, P. (2019). *A Modified Incremental Conductance Based Photovoltaic MPPT Charge Controller*. 2nd International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering, ECCE 2019, February. <https://doi.org/10.1109/ECACE.2019.8679308>
- [5] Prasetyono, E., Anggriawan, D. O., Firmansyah, A. Z., & Windarko, N. A. (2017). *A modified MPPT algorithm using incremental conductance for constant power generation of photovoltaic systems*. *Proceedings IES-ETA 2017 - International Electronics Symposium on Engineering Technology and Applications, 2017-December*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ELECSYM.2017.8240362>
- [6] N. T. Mooniarsih. (2016). *Simulasi dan Analisis Kinerja Prediktor Smith pada Kontrol Proses yang Disertai Tundaan Waktu*, Elkha, vol. 8, no. 2, pp. 6–13, 2016, doi: 10.26418/elkha.v8i2.18287.
- [7] Thowil Afif, M., & Ayu Putri Pratiwi, I. (2015). *Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid dan Nickel-Metal Hydride pada Penggunaan Mobil Listrik - Review*. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 6(2), 95–99. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2015.006.02.1>
- [8] Budhi Anto, Edy Hamdani, Rizki Abdullah. (2014). *Portable Battery Charger Berbasis Sel*

Surya. Teknik Elektro Universitas Riau, Jurnal Rekayasa Elektrika Vol. 11, No.1, April 2014, hal. 19-24

- [9] Maranda, Witold. (2015). *Capacity Degradation of Lead-acid Batteries Under Variable-depth Cycling Operation in Photovoltaic System*. 10.1109/MIXDES.2015.7208584.
- [10] Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. (2017). *Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Stadion Bola*. Jurnal Karya Ilmiah Teknik Elektro, 2(1), 35–42.

Rancang Bangun Aplikasi Barang Habis Pakai di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung

Asmar¹, Ridwan Andrian²

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung¹
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung²
asmar@ubb.ac.id¹, *ridwan-andrian@ubb.ac.id²

ABSTRACT

The Electrical Engineering Laboratory of the University of Bangka Belitung is a place where students carry out practicum activities and research activities. In the University of Bangka Belitung Electrical Engineering laboratory, there are many electronic components and electrical equipment used by students for practicum activities and research activities. Electronic components and electrical equipment are categorized as consumables because these components are only used once or twice. Analysis in making the application is done by observing the system that is running and then designed using Microsoft Access. The application that will be made is expected to facilitate laboratory managers in the process of recording data on the use of goods. In addition, the application is also expected to provide information regarding the availability of goods so that it can facilitate planning for the procurement of consumables and making reports and storing data digitally.

Keywords: Laboratory, Consumables, Microsoft Access

INTISARI

Laboratorium Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung merupakan tempat mahasiswa melakukan aktifitas praktikum dan kegiatan penelitian. Di laboratorium Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung banyak sekali komponen elektronika dan peralatan listrik yang digunakan mahasiswa untuk kegiatan praktikum maupun kegiatan penelitian. Komponen elektronika dan peralatan listrik dikategorikan sebagai bahan habis pakai dikarenakan komponen tersebut hanya satu atau dua kali pakai. Analisis dalam pembuatan aplikasi dilakukan dengan cara observasi terhadap sistem yang berjalan kemudian didesain menggunakan *Microsoft Access*. Aplikasi yang akan dibuat diharapkan dapat memudahkan pengelola laboratorium dalam proses perekaman data penggunaan barang. Selain itu, aplikasi juga diharapkan dapat memberikan informasi mengenai ketersediaan barang sehingga dapat memudahkan perencanaan pengadaan barang habis pakai dan pembuatan laporan dan penyimpanan data secara digital.

Kata kunci: Laboratorium, Bahan Habis Pakai, Microsoft Access

I. PENDAHULUAN

Kegiatan inventaris barang pada laboratorium Teknik Elektro telah menggunakan aplikasi tetapi hanya terbatas pada barang-barang yang sifatnya barang pinjam pakai, sedangkan barang habis pakai atau barang persediaan belum terdapat aplikasi untuk mengelola barang-barang tersebut. Karena jumlah dan jenis barang tersebut jumlahnya juga relatif banyak maka perlu dibuat suatu aplikasi untuk mengontrol penggunaan barang-barang tersebut.

Analisis dalam pembuatan aplikasi dilakukan dengan cara observasi terhadap sistem yang berjalan kemudian didesain menggunakan *Microsoft Access*. Aplikasi yang akan dibuat diharapkan dapat

memudahkan pengelola laboratorium dalam proses perekaman data penggunaan barang. Selain itu, aplikasi juga diharapkan dapat memberikan informasi mengenai ketersediaan barang sehingga dapat memudahkan perencanaan pengadaan barang habis pakai.

II. LANDASAN TEORI

Inventaris barang habis pakai merupakan *database* bahan umum kategori 1 (satu) maupun kategori 2 (dua) untuk kegiatan pendidikan, penelitian dan pengabdian mahasiswa dan dosen serta masyarakat umum, dimana jumlahnya mengalami perubahan bisa bertambah atau berkurang yang diakibatkan oleh

kegiatan yang dilakukan oleh mahasiswa, dosen atau masyarakat umum. Dalam pengendalian ini dibutuhkan sistem yang terintegrasi.

Saat ini perkembangan teknologi begitu pesat namun ternyata masih banyak instansi yang melakukan sistem inventaris secara manual. Hal ini dinilai kurang efektif karena dengan pencatatan secara manual sering terjadi kesalahan-kesalahan. Adapun tujuan dari penerapan sistem informasi inventaris barang adalah sebagai berikut:

1. Dapat mempermudah dan mempercepat pelayanan,
2. Meningkatkan mutu pelayanan,
3. Mempermudah pencarian data barang ,
4. Mempermudah pembuatan laporan.

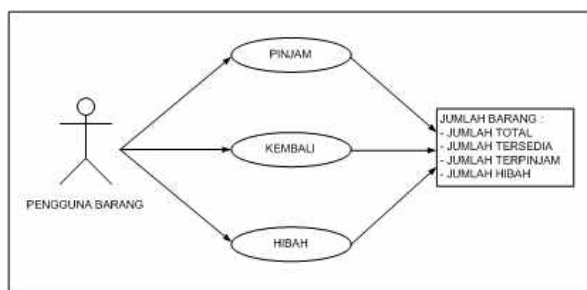
Salah satu *software* yang digunakan dalam pembuatan aplikasi untuk inventaris barang adalah *Microsoft Access*. *Software* tersebut adalah sebuah program aplikasi basis data komputer relasional yang ditujukan untuk kalangan rumahan dan perusahaan kecil hingga menengah. *Microsoft Access* merupakan aplikasi yang dibuat oleh *Microsoft Office* yang berguna untuk mengolah data dan juga berfungsi untuk merancang, membuat dan mengolah beragam jenis data.

III. METODE PENELITIAN

Secara garis besar metode penelitian dibagi menjadi beberapa tahap yaitu sebagai berikut:

1. Melakukan pengamatan sistem yang berjalan,
2. Melakukan analisis sistem yang berjalan dengan cara indentifikasi permasalahan,
3. Merancang aplikasi

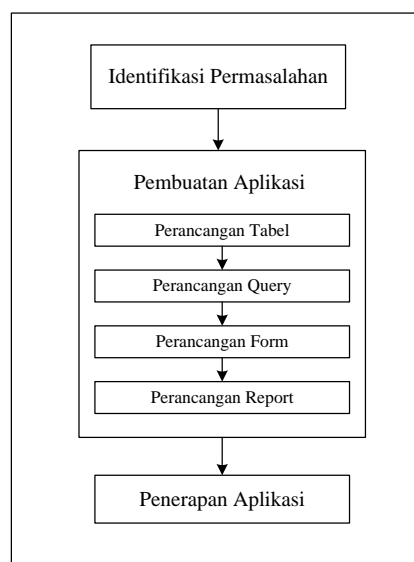
Sistem penggunaan barang habis pakai di laboratorium Teknik Elektro ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sistem penggunaan barang habis pakai di laboratorium Teknik Elektro

Pengguna barang (dosen atau mahasiswa) mengajukan permintaan barang. Jika barang yang akan digunakan sifatnya hanya bisa dipakai satu kali (seperti akrilik, lem, kabel, dll) maka pengeluaran barang tersebut dicatat sebagai barang hibah. Jika barang yang diminta sifatnya dapat digunakan kembali, maka dicatat sebagai barang pinjam. Barang yang dapat digunakan kembali juga dapat dihibahkan, misalnya untuk kepentingan pembuatan tugas akhir. Pengelola laboratorium mendaftarkan ketersediaan barang, yaitu jumlah total pengadaan, jumlah tersedia, jumlah yang terpinjam dan jumlah yang dihibahkan

Sebelum pembuatan aplikasi, harus diidentifikasi permasalahan dalam inventaris barang laboratorium. Hasil identifikasi digunakan untuk pembuatan aplikasi. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 2. Tahapan-tahapan penelitian

Sistem penggunaan barang tersebut kemudian akan dianalisis untuk menentukan proses perancangan aplikasi yang akan dibuat, yang meliputi :

1. Perancangan *table*,
2. Perancangan *query*,
3. Perancangan *form*,
4. Perancangan *report*,
5. Perancangan *macros dan modules*.

Hubungan tabel-tabel tersebut pada *query* diatur agar proses peminjaman, pengembalian, jumlah ketersediaan barang dan pembuatan laporan dapat dilakukan dengan mudah dan cepat serta dapat memberikan informasi yang diperlukan. Perancangan

form dan report dibuat dengan mempertimbangkan kemudahan dalam proses memasukkan data dan dapat menyajikan informasi-informasi yang diperlukan.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 3 memperlihatkan tampilan awal (switchboard) ketika aplikasi dijalankan. Aplikasi untuk barang habis pakai telah terintegrasi dengan aplikasi barang inventaris yang telah dibuat pada penelitian sebelumnya.



Gambar 3. Switchboard integrasi aplikasi barang inventaris dan barang habis pakai (barang persediaan)

Gambar 4 memperlihatkan switchboard untuk barang habis pakai (barang persediaan). Form peminjaman, pengembalian dan perubahan data dilindungi dengan password karena proses tersebut hanya boleh dilakukan oleh pengelola laboratorium.



Gambar 4. Switchboard barang habis pakai/barang persediaan

Form daftar barang persediaan (Gambar 4) berisi informasi mengenai kode barang, nama barang, jumlah total, jumlah tersedia, jumlah terpakai (dipinjam dan dihibahkan), tempat simpan, dan lain-lain. Form tersebut dilengkapi dengan tombol daftar peminjaman. Ketika tombol tersebut ditekan, maka akan diberikan informasi mengenai siapa saja yang telah menggunakan barang yang dipilih pada form daftar barang persediaan.



Gambar 5. Form daftar barang

Form daftar pemakaian barang (Gambar 6) memberikan informasi mengenai identitas pengguna barang, jenis penggunaan (hibah atau pinjam), lama peminjaman, dan lain-lain. Dari Form tersebut juga dapat ditampilkan barang-barang yang belum dikembalikan, sudah dikembalikan, hibah, belum diperpanjang peminjamannya, dan lain-lain.



Gambar 6. Daftar pemakaian barang

Form untuk peminjaman diperlihatkan pada Gambar 7. Untuk melakukan proses peminjaman barang, operator cukup memasukkan nomor identitas kemudian aplikasi akan mencari identitas lengkap peminjam pada tabel identitas. Jika suatu barang telah terpinjam selama lebih dari 14 hari dan peminjam hendak meminjam barang yang lain, maka aplikasi akan memberikan pesan kepada operator bahwa terdapat barang yang dipinjam lebih dari 14 hari.



Gambar 7. Form peminjaman barang

Proses input data barang cukup dengan menginput kode barang, jumlah barang yang akan dipinjam atau diminta, dan jenis permintaan (pinjam atau hibah). Aplikasi secara otomatis akan memperbarui jumlah ketersediaan barang. Form peminjaman juga menyediakan tombol untuk membuka report formulir

peminjaman yang telah terisi data yang lengkap dan hanya perlu ditandatangani.



Gambar 8. Form Pengembalian Barang

Pada proses pengembalian barang, operator akan diminta untuk memasukkan nomor identitas peminjam, hal ini bertujuan agar aplikasi hanya menampilkan barang yang dipinjam sesuai dengan nomor identitas yang dimasukkan (Gambar 8). Proses pengembalian barang dilakukan dengan memasukkan jumlah barang yang dikembalikan, sedangkan sisa barang ditetapkan oleh operator apakah akan dihibahkan atau tetap dalam kondisi dipinjam.

Form-form pada aplikasi juga dilengkapi tombol-tombol untuk memudahkan operator dalam memperoleh informasi yaitu tombol untuk mencari data, memfilter data, mengurutkan data, dan mencetak laporan.

Aplikasi yang dibuat dapat menghasilkan 3 jenis laporan (report), yaitu kondisi daftar ketersediaan barang (Gambar 9), formulir peminjaman (Gambar 10), dan daftar pemakaian barang (Gambar 11). Aplikasi juga memungkinkan untuk melakukan konversi data menjadi file excel sehingga operator dapat membuat laporan dan mengolah data dalam format excel.

KODE	BARANG	KATEGORI	JUMLAH	BERKADA	PERBARU	PERBARU	PERBARU	BERKADA	PERBARU	PERBARU	PERBARU
01	STIF (PENGES)	PERALATAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02	STIF (PENGES)	PERALATAN	13	0	0	0	0	0	0	0	0
03	STIF (PENGES)	PERALATAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04	STIF (PENGES)	PERALATAN	13	0	0	0	0	0	0	0	0
05	STIF (PENGES)	PERALATAN	13	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 9. Contoh report ketersediaan barang

KODE	BARANG	JUMLAH PERBARU	JUMLAH KEMBALI	SOTONG	WORTU KEMBALI	LOPOT PERBARU	RET.
00	OBESAN	3		BLAH			PINDAH
01	SENSOR CAMPAK (EER)	3		BLAH			HIBAH
02	SENSOR CAMPAK (EER)	1		BLAH			PINDAH

Gambar 10. Contoh report formulir peminjaman

KODE	BARANG	KATEGORI	JUMLAH	BERKADA	PERBARU	PERBARU	PERBARU	BERKADA	PERBARU	PERBARU	PERBARU
01	STIF (PENGES)	PERALATAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02	STIF (PENGES)	PERALATAN	13	0	0	0	0	0	0	0	0
03	STIF (PENGES)	PERALATAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04	STIF (PENGES)	PERALATAN	13	0	0	0	0	0	0	0	0
05	STIF (PENGES)	PERALATAN	13	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 11. Contoh report daftar pemakaian barang

Agar aplikasi dapat diakses melalui jaringan, maka setiap komputer diatur dalam satu homegroup yang sama dan folder tempat aplikasi tersebut berada harus dibagikan (shared) ke komputer lain. Aplikasi tersebut juga dapat diakses lebih dari satu komputer secara bersamaan dan proses perekaman dan penampilan data tetap dapat berlangsung dengan baik.

V. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini sudah diimplementasikan dan membantu dan mempermudah pengelolaan laboratorium Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung dalam melakukan pengendalian dalam pemakaian bahan habis pakai serta mempermudah pembuatan laporan dan perencanaan barang habis pakai ke depannya.

REFERENSI

- [1]. Jogiyanto, *Analisis dan Disain Sistem Informasi Pendekatan Terstruktur Teori dan Praktek Aplikasi Bisnis*, Cetakan Ketiga, Andi, Yogyakarta, 2005.
- [2]. David M. Kroenke, *Database Processing Fundamentals, Design, and Implementation*, Eight Edition, Pretince Hall, 2002.

- [3]. Madcoms, *Membangun Aplikasi Stok Inventori*, Andi Publisher, 2015.
- [4]. Asmar dan Ghiri B. P., *Rancang Bangun Aplikasi Sistem Inventory dengan Barcode di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung*, Jurnal Ecotipe Vol. 8 No.1, pp.33-38, 2021.
- [5]. Kuku Nugroho, *Jaringan Komputer*, Media Tera, 2016.
- [6]. A. D. Maharani dan S. Wiyono, *Sistem Informasi Inventaris Laboratorium Berbasis Web Pada Stikes Bhakti Mandala Husada Slawi*, Jurnal Informatika, 2016.
- [7]. H. R. Puspitawati, H. W. Herwanto, *Perancangan Sistem Informasi Inventarisasi Laboratorium Berbasis Web*, Jurnal Tekno, Vol.17, 2012.

Jurnal ECOTIPE

Alamat Redaksi :

Gedung Jurusan Teknik Elektro - Fakultas Teknik
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung
Balunijuk, Kab. Bangka, Prov. Kep. Bangka Belitung
Telp. Universitas : (0717) 422145, 422965 Fax. (0717) 421303
Telp. Fakultas : (0717) 4260033 ext. 2122, 2124
Laman : <http://journal.ubb.ac.id/index.php/elektro>
E-mail : jurnal.ecotipe@yahoo.com

p-ISSN 2355-5068
e-ISSN 2622-4852

