

Vol. 21, No. 2, Desember 2023

EPSILON: Journal of Electrical Engineering and Information Technology adalah jurnal penelitian dan pengkajian aplikasi teknologi dalam bidang teknik elektro dan teknologi informasi yang dikelola oleh Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jenderal Achmad Yani. Redaksi menerima tulisan para peneliti di lingkup perguruan tinggi dan lembaga penelitian. Tulisan bisa dalam Bahasa Inggris atau dalam Bahasa Indonesia. Makalah lengkap dikirim dalam bentuk softcopy ke alamat redaksi. Makalah akan dimuat apabila mengikuti panduan yang ditetapkan serta setelah mengalami penyuntingan dan penilaian dari redaksi ahli. Penilaian dari redaksi ahli dilaksanakan secara anonim.

E-ISSN: 2745-5688 P-ISSN: 1693-4989

PENGELOLA JURNAL

Penanggung Jawab

Dekan Fakultas Teknik Unjani

Pimpinan Umum

Ketua Program Studi Teknik Elektro Unjani

Pimpinan Redaksi

Atik Charisma, S.T., M.T. (Scopus ID: 57188567470) Universitas Jenderal Achmad Yani

Tim Redaksi:

- 1. Fauzia Haz, S.T., M.T. (Scopus ID: 57215826492) Universitas Jenderal Achmad Yani
- 2. Dede Furqon Nurjaman, S.T., M.T. (Scopus ID: 57215826304) Universitas Jenderal Achmad Yani
- 3. Nivika Tifanny Somantri, S.T., M.T. (Scopus ID: 7205030775) Universitas Jenderal Achmad Yani
- 4. Irvan Budiawan, S.T., M.T. (Scopus ID: 57205060472) Universitas Jenderal Achmad Yani
- 5. Salita Ulitia Prini, S.Kom., M.T. (Scopus ID : 57208581701) Unit Pusat Riset Eleltronika & Telekomunikasi BRIN
- 6. Griffani Megiyanto Rahmatullah, S.ST., M.T. (Scopus ID: 57215431443) National Taiwan University of Science and Technology
- 7. Adnan Raffi Al Tahtawi, S.Pd., M.T. (Scopus ID: 57188575833) Politeknik Negeri Bandung

Epsilon diterbitkan dua (2) kali dalam satu tahun Alamat Redaksi dan Tata Usaha: Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jenderal Achmad Yani Jl. Terusan Jenderal Sudirman PO Box 148 Cimahi 40533 Telp./Fax. 022 – 6642063

Website: www.unjani.ac.id e-mail: jurnal epsilon@unjani.ac.id

MITRA BESTARI

Reviewers

- 1. Dr. Asep Najmurrokhman, S.T., M.T. (Universitas Jenderal Achmad Yani, Scopus ID: 55919091000)
- 2. Handoko Rusian Iskandar, S.T., M.T. (Universitas Jenderal Achmad Yani, Scopus ID: 57194219446)
- 3. Giri Angga Setia S.T., M.T. (Universitas Jenderal Achmad Yani, Scopus ID : 57215919610)
- 4. Dede Irawan Saputa, S.Pd., M.T. (Universitas Jenderal Achmad Yani, Scopus ID: 57215833890)*
- 5. M. Reza Hidayat, S.T., M.T. Universitas Jenderal Achmad Yani, Scopus ID: 57188573208)
- 6. Hajiar Yuliana, S.T., M.T. Universitas Jenderal Achmad Yani, Scopus ID: 57194007789)*
- 7. Naftalin Winanti, S.T., M.T. Universitas Jenderal Achmad Yani, Scopus ID: 57200994613)
- 8. Yurika, S.T., M.T. (Politeknik TEDC Bandug, SINTA ID: 6109670)
- 9. Antrisha Daneraici Setiawan, S.T., M.T. (University of Electro-Communications, Scopus ID: 57188573899)
- 10. Hanny Madiawati, S.ST., M.T. (Politeknik Negeri Bandung, Scopus ID: 57193823758)*
- 11. Barokatun Hasanah S.T., M.T. (Institut Teknologi Kalimantan, Scopus ID: 57188567669)
- 12. Imil Hamda Imran, M.Sc, P.hD (King Fahd University of Petroleum and Minerals, Scopus ID: 57199736015)
- 13. Nurul Fahmi Arief, S.T., M.T. (Universitas Pendidikan Indonesia, SINTA ID : 6725597)*
- 14. Anugrah Adiwilaga S.ST., M.T (Universitas Pendidikan Indonesia, Scopus ID : 57194714935)
- 15. Fakhrudin Mangkusasmito, S.T., M.T. (Universitas Diponegoro, SINTA ID: 6720123)
- 16. Christiono, S.T., M.T. (Institut Teknologi PLN, Scopus ID: 6679673)
- 17. Andi Junaidi, S.T., M.T. (Institut Teknologi PLN, Scopus ID: 57200986174)
- 18. Imam Taufiqurrohman, S.Pd., M.T. (Universitas Siliwangi, Scopus ID : 53980722100)*
- 19. Agus Ramelan, S.Pd., M.T. (Universitas Negeri Solo, Scopus ID : 57203956839)
- 20. Steven Humena, S.T., M.T. (Universitas Ichsan Gorontalo, Scopus ID: 57192240068)
- 21. Ayu Latifah, S.T., M.T. (Institut Teknologi Garut, Scopus ID : 57203959221)*
- 22. Fachrur Razy Rahman, S.T.,M.T. (<u>Politeknik Industri Logam Morowali</u>, Scopus ID: 57280529800)
- 23. Martin, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Bandung, Scopus ID: 7202782870)*
- 24. Dinda Ayu Permatasari, S.S.T., M.T. (Politeknik Negeri Malang, Scopus ID: 57209274119)*
- 25. C. Bambang Dwi Kuncoro, Ph.D (National Chin-Yi University of Technology (NCUT), Taiwan, Scopus ID: 56168013600)

DAFTAR ISI

Pemodelan dan	Simulasi Antenna	Microstrip	Array	Single,	1x2,	1x4,	dan	1x8	Elemen
Patch untuk Ap	likasi Radar Manpa	ack							

Thaufiq Sabtiawan, Dede Irawan Saputra, Yussi Perdana Saputera

59 - 69

Perancangan Sistem *Mixing* Menggunakan Sensor *Load Cell* Berbasis Mikrokontroller Arduino Mega 2560

Ghozi Izzulhaq, Megarini Hersaputri

70 - 80

Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Kecepatan dan Proteksi Motor Induksi 3 Phase Berbasis Labview

Siti Trilestari, Andriana, Irvan Budiawan

81 - 94

Rancang Bangun Prototipe Monitoring dan Controlling Penggunaan Air di Perumahan Berbasis IoT

Adlian Tsaltsa Arbian, Azwar Mudzzakir Ridwan, Rin Rin Nurmalasari

95 - 103

Analisis Pengaruh Penggunaan AAU pada Swap RRU Terhadap Kualitas Layanan Telekomunikasi di Wilayah Pusdikom Cibeureum Cimahi

Ni Ketut H.D, Ayurisa Monaretta Konadi, Fauzia Haz

104 - 117

DARI REDAKSI

Puji syukur kami sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kelimpahan rahmat-Nya sehingga kami bisa menerbitkan Jurnal EPSILON: *Journal of Electrical Engineering and Information Technology* Vol. 21 No.2 Desember 2023. Pada edisi ini menerbitkan lima (5) artikel di bidang Teknik Elektro. Artikel tersebut yakni: (1) Pemodelan dan Simulasi Antenna Microstrip Array Single, 1x2, 1x4, dan 1x8 Elemen Patch untuk Aplikasi Radar Manpack, (2) Perancangan Sistem *Mixing* Menggunakan Sensor *Load Cell* Berbasis Mikrokontroller Arduino Mega 2560, (3) Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Kecepatan dan Proteksi Motor Induksi 3 Phase Berbasis Labview, (4) Rancang Bangun Prototipe Monitoring dan Controlling Penggunaan Air di Perumahan Berbasis IoT, (5) Analisis Pengaruh Penggunaan AAU pada Swap RRU Terhadap Kualitas Layanan Telekomunikasi di Wilayah Pusdikom Cibeureum Cimahi,.

Tim redaksi mengucapkan terimakasih kepada peneliti-peneliti yang berkenan mempublikasikan hasil penelitiannya di Jurnal EPSILON: *Journal of Electrical Engineering and Information Technology* Vol. 21 No. 2 Desember 2023. Kami juga mengucapkan terimakasih kepada mitra bestari yang terlibat dalam proses *review* artikel-artikel pada edisi ini. Terimakasih kami ucapkan kepada Program Studi Teknik Elektro Universitas Jenderal Achmad Yani yang telah mendukung penerbitan artikel-artikel. Besar harapan kami kepada para peniliti, perekayasa dan para fungsional lainnya untuk mempublikasikan hasil penelitiannya pada jurnal kami demi pengembangan ilmu pengetahuan teknologi khususnya di bidang teknik elektro. Kami menerima kritik dan saran untuk kemajuan jurnal EPSILON.

Cimahi, Desember 2023

Dewan Redaksi

Pemodelan Dan Simulasi Antenna Microstrip Array Untuk Aplikasi Radar Manpack

Thaufiq Sabtiawan¹⁾, Dede Irawan Saputra ^{2)*)}, Yussi Perdana Saputera³⁾

1,2)Program Studi Teknik Elektro Universitas Jenderal Achmad Yani Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531 3) PT. Radar Telekomunikasi Indonesia

Jl. Mandolin No.07, Turangga, Kec. Lengkong, Kota Bandung, Jawa Barat 40264, Bandung, Indonesia

*)dedeirawan.saputra@lecture.unjani.ac.id

Abstrak

Antena Microstrip dapat menjadi pilihan utama dalam berbagai macam aplikasi komunikasi karena memiliki massa yang cukup ringan dan ukuran yang kecil bila dibandingkan dengan Antena jenis lain seperti Antena dipole, yagi dan seba*gain*ya. imulasi dan pemodelan antena microstrip dilakukan dengan penambahan slot serta menggunakan array untuk penambahan gain dan hasilnya sesuai penambahan slot pada bidang patch Antena untuk mendapatkan Return Loss < -10dB lalu dengan penambahan array yang mana menambah gain dari 1.73 MHz menjadi 7.46 MHz Antena Microstrip single memiliki demensi yang kecil yang dapat bekerja pada frekuensi yang tinggi akan tetapi Antena Microstrip single patch ini memiliki kelemahan pada besaran daya pancaran(*Gain*), dan sudut polarisari yang besar sebingga, untuk mengurangi kelemahan dari Antena Microstrip single patch ini.

Kata kunci: Antena, Microstrip, single, Gain, Array

Abstract

Microstrip antena can be the main choice in various communication applications because it has a fairly light mass and small size when compared to other types of antenas such as dipole antenas, yagi and so on. To know about the workings of radar. Use the CST Studio Suite application to simulate and analyze the difference in gain of the single antena, 1x2, 1x4, 2x4 arrays that have been made. From the results obtained from Gain with single Gain 1.73 dB, Array 1x2 Gain 2.97dB, Array 1x4 Gain 5.5 dB, Array 2x4 Gain 7.46 dBA Single Microstrip antena has small dimensions that can work at high frequencies However, this single patch Microstrip Antena has a weakness in the amount of radiant power (Gain), and a large polarization angle, to reduce the weakness of this single patch Microstrip Antena.

Keywords: Antena, Microstrip, single, Gain, Array

I. PENDAHULUAN

 Dikirim
 : 29-08-2023;

 Revisi 1
 : 05-02-2024;

 Revisi 2
 : dd-mm-yy;

 Diterima
 : 06-02-2024.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-896-2300-1126

e-mail

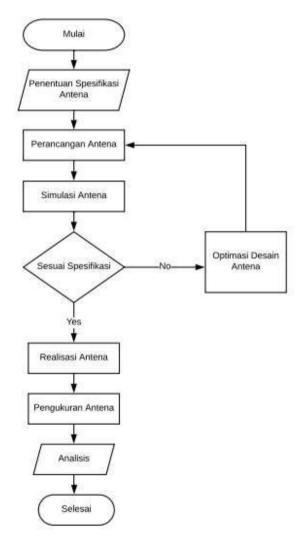
dedeirawan.saputra@lecture.unjani.ac.id

Antena Microstrip dapat menjadi pilihan utama dalam berbagai macam[1] aplikasi komunikasi karena memiliki massa yang cukup ringan dan[2] ukuran yang kecil bila dibandingkan dengan antena jenis lain seperti Antena dipole, yagi dan sebagainya [3]. Suatu Antena termasuk Antena Microstrip dapat disusun lebih dari satu elemen patch dengan tujuan untuk meningkatkan gain yang disebut dengan Antena susun atau Array [4] *Array* antena adalah susunan dari beberapa antena yang identik. Sinyal antena tersebut disatukan atau diproses untuk meningkatkan performasi yang dihasilkan dari satu antena. Tujuannya membuat *array* antena, antara lain untuk meningkatkan *gain* antena[5].

Dalam penelitian ini dilakukan untuk membuat sebuah antena microstrip untuk radar manpack yang digunkan untuk navigasi darat. Untuk perancangan tentu ada beberapa proses yang harus dilakukan untuk bisa membuat sebuah antena yang sesuai dengan standarisari dari IEEE [5], yang diperuntukan sebagai antena microstrip yang dibuat sebelumnya menggunakan antena microstrip MIMO array untuk antena-nya, dan selanjutnya membuat sebuah model baru dengan menggnakan antena microstrip array 1x32,dengan standar $VSWR \le 2$ dan S-Parameter (S11) \le -10 yang dapat disimulasikan menggunakan aplikasi CST [6].Oleh karena itu, penelitian ini akan menjelaskan pengaruh gain dari penambahan elemen patch pada Antena Microstrip yang beroperasi pada frekuensi 9,3 GHz yang diterapkan pada Antena Manpack Radar.

II. METODE

Proses dari pengerjaan laporan kerja praktik ini terbagi menjadi beberapa tahapan dasar yaitu penentuan spesifikasi, perancangan dan simulasi, serta realisasi Antena. Tahapan keseluruhan dari proses pengerjaan laporan ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pengerjaan

A. Penentuan Spesifikasi

Penentuan spesifikasi Antena bertujuan agar Antena yang disimulasikan dan di buat memiliki sebuah nilai standar yang harus dipenuhi. Antena yang akan dirancang/design merupakan Antena *Microstrip* rektangular *single,Array* 1x2, 1x4, 2x4 yang memiliki spesifikasi:

Frekuensi Kerja: 9 GHz – 9,6 GHz

VSWR: < 1.3

B. Perancangan dan Simulasi

Tahap awal dari perancangan adalah perhitungan dimensi Antena . Sedangkan perancangan dengan menggunakan software CST Studio 2019 bertujuan untuk memvisualisasi / mensimulasikan tahapan pertama. Visualisasi berupa gambar tiga dimensi dengan spesifikasi ukuran, jenis bahan dan letak pencatuan agar bisa disimulasikan. Hasil simulasi berupa nilai parameter-parameter Antena yang ditampilkan dalam bentuk grafik, selanjutnya akan dianalisis untuk mengetahui pengaruh terhadap untuk kerja Antena.

C. Dimensi antena microstrip rectangular

Dalam pembuatan diperlukan perhitungan untuk sebuah Untuk sebuah antena mikrostrip dengan sebuah *patch rectangular*, bisa panjang dan lebar patch yang bersesuaian dengan frekuensi resonansinya.Berikut proses rumus perhitungannya:

Hal pertama untuk perhitungan diawali dengan perhitungan patch menggunakan persamaan (1)[7];

$$W = \frac{c}{2f\sqrt{\frac{\varepsilon r + 1}{2}}}\tag{1}$$

Dimana:

W = Lebar patch (mm)

c = Kecepatan frekuensi (m/s)

f = Frekuensi kerja (Hz)

 $\varepsilon_{\rm r}$ = Karakteristik permitivitas relative

Panjang patch L dapat ditentutkan dengan mengetahui dengan menggunakan persamaan (2) sebagai berikut;

$$\varepsilon reff = \frac{\varepsilon r + 1}{2} + \frac{\varepsilon r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-\frac{1}{2}}$$
 (2)

Dimana:

 $\epsilon reff$ = Konstanta dielektrik efektif

h = Ketebalan substrate (mm)

W = Lebar patch (mm)

 $\varepsilon_{\rm r}$ = Karakteristik permitivitas relative

Untuk sisi panjang efektif di *patch* pada sisi tepi peradiasi diperluas dengan penambahan ΔL seperti yang terlihat pada persamaan (3):

$$\Delta L = 0.412. h \frac{(\varepsilon reff + 0.3)(W/_h + 0.264)}{(\varepsilon reff - 0.258)(W/_h + 0.8)}$$
(3)

Dimana:

 ΔL = Penambahan dari panjang *patch* (mm)

h = Ketebalan *substrate* (mm)

W = Lebar patch (mm)

$$L = Leff - 2\Delta L \tag{4}$$

Dimana:

Leff = Panjang elemen peradiasi aktif (mm)

c = Kecepatan frekuensi (m/s)

f = Frekuensi kerja (Hz)

 $\varepsilon_{\rm r}$ = Karakteristik permitivitas relatif

Selanjutnya perhitungan mencari lebar dan panjang dari substrate:

$$W = 6h + W(patch) (5)$$

$$L = 6h + L(patch) \tag{6}$$

Lalu perhitungan untuk mencari panjang dan lebar untuk feedline:

$$\beta = \frac{60\pi^2}{Z0\sqrt{\varepsilon r}}\tag{7}$$

$$D = \frac{2h}{\pi} (\beta - 1 - \ln(2\beta - 1) + \frac{\varepsilon r - 1}{2\varepsilon r} \left(\ln(\beta - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\varepsilon r} \right)) \tag{8}$$

Dimana:

h = Ketebalan *substrate* (mm)

 Z_o = Impedansi beban (Ω)

 β = Besar impedansi pada saluran (Ω)

 $\varepsilon_{\rm r}$ = Karakteristik permitivitas relatif

$$\varepsilon reff = \frac{\varepsilon r + 1}{2} + \frac{\varepsilon r - 1}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \right)$$
 (9)

$$\lambda 0 = \frac{c}{f} \tag{10}$$

$$L = \frac{\Delta L}{4} \tag{11}$$

Dimensi untuk mengitung jarak antar patch

$$\frac{\lambda}{2} \tag{12}$$

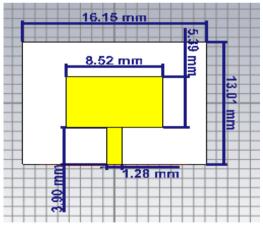
Design awal dari Antena yang dibuat adalah Antena *Microstrip patch* rektangular yang masih *single patch*. Perhitungan dimensi Antena juga merupakan perhitungan.

Name	Expression(mm)	Deskripsi
Sbx	16,15	Lebar substrate dan ground
Sby	13,012	Panjang substrate dan ground
Sbh	1,27	Ketebalan substrate
Px	8,52	Lebar patch
Py	5,392	Panjang Patch
Ph	0,035	Ketabalan Patch dan Ground
Fx	1,28	Lebar <i>feed</i> 50 ohm
Fy	3,9	Panjang feed50ohm
fx7	0.086	Lebar <i>feed</i> 70 ohm
fy7	16.13	Panjang feed 70 ohm

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Sebelum Optimasi

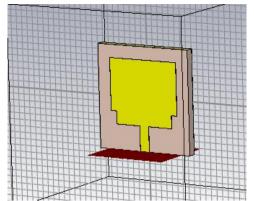
Desain di gambar 1 adalah Antena *Microstrip single patch* yang di buat sesuai dengan penentuan sesuai perhitungan pada rumus



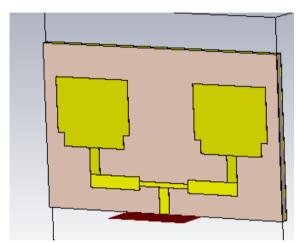
Gambar 2. Antena Microstrip Single Patch

B. Hasil Setelah Optimasi

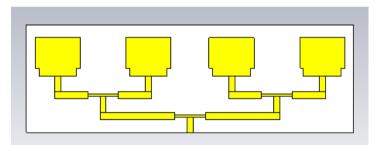
Setelah optimasi yang sesuai lanjut pada pengerjaan Antena single. Array 1x2, 1x4, 2x4



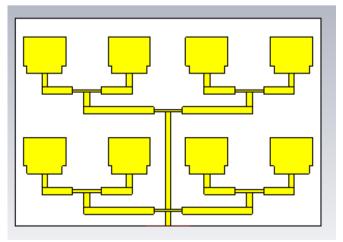
Gambar 3 Antena Microstrip Single Patch Optimasi



Gambar 4. Antena Microstrip Array 1x2

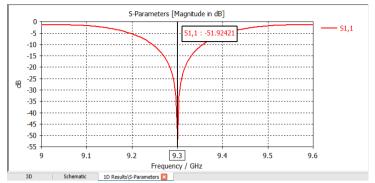


Gambar 5. Antena Microstrip Array 1x4



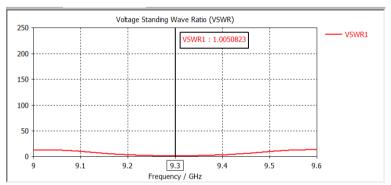
Gambar 6. Antena Microstrip Array 2x4

Hasil simulasi Antena Microstrip Single Patch Optimasi
 Simulasi single dengan dimensi optimal menghasilkan nilai Return Loss sebesar -51,92 dB pada frekuensi 9,3
 GHz dan bandwidth 105 MHz, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



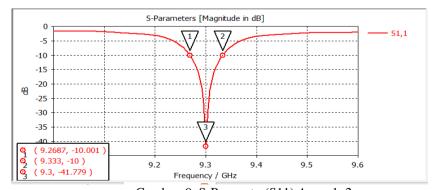
Gambar 7. S-Parameter(S11) Antena Microstrip Single Patch Optimasi

Dari hasil simulasi Single yang dilakukan menggunakan nilai dimensi yang telah dioptimasi didapat nilai VSWR seperti pada Gambar 8 frekuensi 9.3 GHz sebesar 1.005.



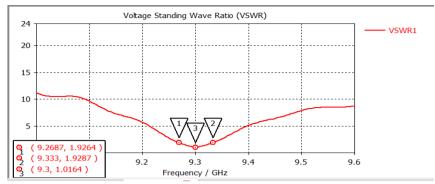
Gambar 8. VSWR Antena Microstrip Single Patch Optimasi

• Hasil simulasi Antena *Microstrip* Array 1x2 Simulasi Array 1x2 dengan dimensi optimal menghasilkan nilai Return Loss sebesar -41,779 dB pada frekuensi 9,3 GHz dan bandwidth 64 MHz, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.

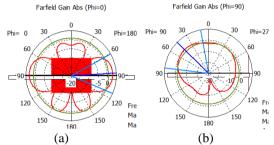


Gambar 9. S-Parameter(S11) Array 1x2

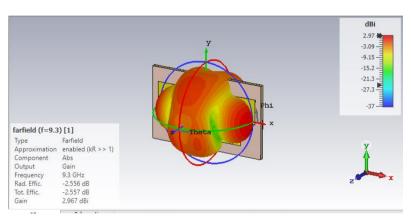
Dari hasil simulasi Array 1x2 yang dilakukan menggunakan nilai dimensi yang telah dioptimasi didapat nilai VSWR seperti pada Gambar 10 yaitu pada frekuensi 9.3 GHz sebesar 1.0164.



Gambar 10. VSWR Array 1x2



Gambar 11. (A)Azimuth (B) Elevasi Microstrip Array 1x2

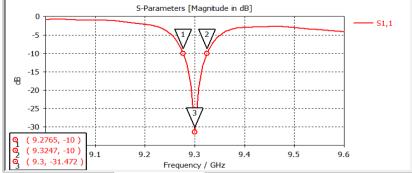


Gambar 12. Farfield 3D Antena Microstrip Array 1x2

Nilai *gain* dari *Array* 1x2 yang didapatkan dari hasil simulasi yang menggunakan dimensi hasil perhitungan adalah sebesar 2,97 dB.

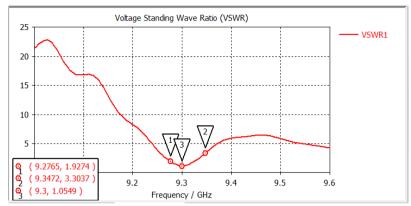
Hasil simulasi Antena Microstrip Array 1x4

Simulasi Array 1x2 dengan dimensi optimal menghasilkan nilai Return Loss sebesar -31,472 dB pada frekuensi 9,3 GHz dan bandwidth 59,7 MHz, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13.

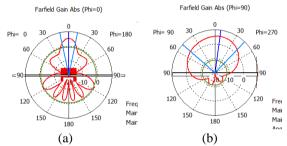


Gambar 13. S-Parameter Array 1x4

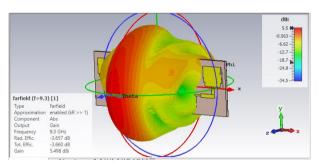
Dari hasil simulasi *Array* 1x4 yang dilakukan menggunakan nilai dimensi yang telah dioptimasi didapat nilai VSWR seperti pada Gambar 14 yaitu pada pada frekuensi 9.3 GHz sebesar 1.0549.



Gambar 14. VSWR Array 1x4



Gambar 15. (A)Azimuth (B) Elevasi Microstrip Array 1x4

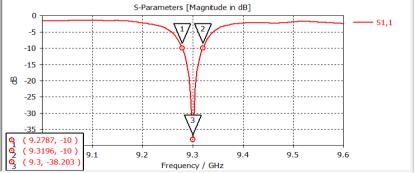


Gambar 16. Farfield 3D Antena Microstrip Array 1x4

Nilai *gain* dari *Array* 1x4 yang didapatkan dari hasil simulasi yang menggunakan dimensi hasil perhitungan adalah sebesar 5.5 dB.

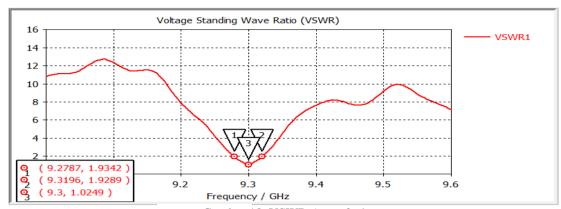
Hasil simulasi Antena Microstrip Array 2x4

Simulasi Array 1x2 dengan dimensi optimal menghasilkan nilai Return Loss sebesar -38,203 dB pada frekuensi 9,3 GHz dan bandwidth 40,9 MHz, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 17..

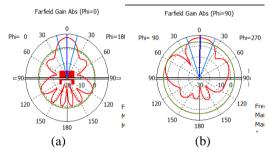


Gambar 17. S-Parameter(S11) Array 2x4

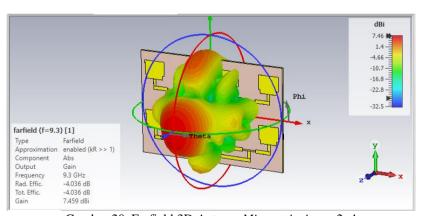
Dari hasil simulasi *Array* 2x4 yang dilakukan menggunakan nilai dimensi yang telah dioptimasi didapat nilai VSWR seperti pada Gambar 18 yaitu pada frekuensi 9.3 GHz sebesar 1.0249.



Gambar 18. VSWR Array 2x4



Gambar 19. (A)Azimuth (B) Elevasi Microstrip Array 2x4



Gambar 20. Farfield 3D Antena Microstrip Array 2x4

Nilai *gain* dari *Array* 2x4 yang didapatkan dari hasil simulasi yang menggunakan dimensi hasil perhitungan adalah sebesar 7.46 dB.

Tabel 2. Perbandingan Antena dari percoba				
rameter	Single	1x2	1x4	2:

Parameter	Single	1x2	1x4	2x4
Frekuensi (GHz)	9.3	9.3	9.3	9.3
S11(dB)	-51.92	-41.77	-31.47	-38.2
VSWR	1.005	1.017	1.055	1.025
Bandwitdh (MHz)	105	64	48	40
Gain(dBi)	1.73	2.97	5.5	7.46

(Thaufiq Sabtiawan, Dede Irawan Saputra, Yussi Perdana Saputera.: Halaman 59 - 69)

IV. KESIMPULAN

Dari hasil selama percobaan simulasi Antena *Microstrip Single, array* 1x2, 1x4 dan 2x4, untuk mendapatkan frekuensi yang sesuai membutuhkan karekterisan dan menambah slot untuk mendapatkan spesifikasi Antena yang dinginkan seperti frekuensi kerja, VSWR, dan *Gain*. Percobaan yang di lakukan bila frekuensi kerja dengan *Return Loss* yang di inginkan belum sesuai dengan spesifikasi yang dinginkan maka dilakukan optimasi seperti penambahan slot pada bidang *patch* Antena untuk mendapatkan *Return Loss* < -10dB lalu dengan penambahan array yang mana menambah gain dari 1.73 MHz menjadi 7.46 MHz. Keuntungan Antena *single* memiliki demensi yang kecil yang dapat bekerja pada frekuensi yang tinggi akan tetapi Antena *Microstrip single patch* ini memiliki kelemahan pada besaran daya pancaran(*Gain*), dan sudut polarisari yang besar sebingga, untuk mengurangi kelemahan dari Antena *Microstrip single patch* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amrullah, M. D. (2021). "Desain Dan Relisasi Antena Array 2 X 2 Mikrostrip Rektangular Dengan U Slot Untuk Radar Fmcw X-Band Sebagai Deteksi Paru-Paru. vol. 8, p. 11518.
- [2] G., M. E. (April 2021). Suppression of Enemy Air Defences (SEAD) Battle Tracking Challenges in Contested Environmens. Virginia: Joint Base Langley-Eustis,.
- [3] I. Svyd, I. O. (2019). Improving Noise Immunity in Identification Friend or Foe System. 2019 IEEE 2nd Ukraine Conference on Eletrical and Computer Engineering (UKRCON). 2019, pp. 73-77, doi: 10.1109/2019.8879821.
- [4] J. Horikiwa, T. M. (1992). A Waveguaide-fed parallel plate slot array Antena . IEEE Antena s dan propagation Society International Symposium 1992. pp. 1471-1474 vol.3 doi: 10.1109/APS.1992.221611. .
- [5] I. A. Rintami, "Mutual Coupling Evaluation Of Linear Array With Rectangular Patch Elements And Cavity Backed Slot At S-Band Frequency," p. 128, 2017
- [6] J. KIm, S. H. (March 2010). *Implementation of an SDR system using graphics processing unit.* . IN IEEE Communications Magazine, Vol. 48, no. 3, pp. 156-162, March 2010, doi: 10.1109/MCOM.2010.5434388.
- [7] Luthfi Novriadi, d. (April 2019). *Strategi Pembinaan LatihanDlam Satuan(LDS) Untuk Menyiapkan Prajurit Yonarhanud 2/2 Kostrad Guna Mengawaki Alutsista Baru*. Prodi Strategi Pertahanan Darat Fakultas Strategi Pertahanan. Universitas Pertahanan.
- [8] Yuniati, M. (2015). "Design Dan Realisasi Antena Mikrostrip Rektangular 2 Array Untuk Aplikasi WiFi,". ST3 Telkom Purwokerto

Perancangan Sistem *Mixing* Menggunakan Sensor *Load Cell*Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Ghozi Izzulhaq 1*) Megarini Hersaputri 2*)

¹⁾Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi Universitas Diponegoro Jalan Prof. Sudarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

*)Korespondensi: megarinihersaputri@lecturer.undip.ac.id

Abstrak

Di Indonesia, industri makanan dan minuman tumbuh sekitar 2,54% dari 2020 ke 2021, dengan total pendapatan sekitar Rp775,1 triliun menurut Badan Pusat Statistika (BPS). Khususnya, makanan beku seperti es krim, sorbet, dan yogurt beku sangat diminati oleh berbagai kalangan konsumen. Tahap utama dalam produksi makanan beku ini adalah pencampuran (*mixing*) adonan yang berkualitas tinggi. Sistem yang dirancang terdiri dari Arduino Mega 2560, sensor *load cell*, sensor IR *obstacle*, *keypad*, motor AC 1 fasa, dan LCD. Sensor *load cell* digunakan untuk mengukur berat bahan sebelum proses pencampuran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menimbang bahan dengan akurasi tinggi (penyimpangan 1,82%) dan mendeteksi halangan yang mengakibatkan motor tidak berputar. Sistem memiliki dua mode, yaitu *timer* dan otomatis. Dalam mode *timer*, alat dapat mengatur waktu sesuai dengan pengaturan *keypad* dan berhenti secara otomatis setelah waktu habis. Sedangkan dalam mode otomatis, mesin *mixing* berputar sesuai dengan berat bahan (0,30 kg - 2 kg), dengan peringatan jika bahan kosong atau berlebihan.

Kata kunci: Arduino Mega 2560, Sistem mixing, Sensor load cell, Sensor IR obstacle, LCD 16x2.

Abstract

In Indonesia, the food and beverage industry grew by approximately 2.54% from 2020 to 2021, with a total revenue of around Rp775.1 trillion according to the Central Statistics Agency (BPS). Specifically, frozen foods such as ice cream, sorbet, and frozen yogurt have gained significant popularity among various consumer groups. The primary stage in the production of frozen foods involves high-quality dough mixing. The designed system consists of an Arduino Mega 2560, load cell sensor, IR obstacle sensor, keypad, single-phase AC motor, and LCD. The load cell sensor is used to measure the weight of ingredients before the mixing process. Test results indicate that the system can weigh ingredients with high accuracy (deviation of 1.82%) and detect obstacles that may cause the motor to not rotate. The system operates in two modes: timer and automatic. In timer mode, the device can set the time according to keypad settings and automatically stop when the time is up. In automatic mode, the mixing machine rotates according to the weight of the ingredients (0.30 kg - 2 kg), with warnings if the ingredients are empty or excessive.

Keywords: Arduino Mega 2560, Mixing System, Load Cell Sensor, IR Obstacle Sensor, LCD 16x2.

I. PENDAHULUAN

| Info Makalah: | Dikirim | : 11-10-2023 | Revisi 1 | : 02-01-2024 | Revisi 2 | : dd-mm-yy; | Diterima | : 02-01-2024

Penulis Korespondensi: Telp: +62-XXX-XXX

e-mail

megarinihersaputri@lecturer.undip.ac.id

Di Indonesia, industri makanan dan minuman mengalami pertumbuhan sebesar 2,54 persen dari tahun 2020 ke 2021 mencapai total sekitar Rp775,1 triliun. Badan Pusat Statistik (BPS) melaporkan bahwa Produk Domestik Bruto (PDB) industri makanan dan minuman nasional, berdasarkan harga berlaku (ADHB) mencapai sekitar Rp1,12 kuadriliun pada tahun 2021. Oleh karena itu, industri makanan dan minuman dijamin tetap relevan bagi semua orang. Industri makanan dan minuman memiliki beragam jenis produk, dan seiring perubahan zaman, inovasi dalam sektor ini semakin bervariasi, misalnya makanan beku (frozen) [1].

Salah satu tahap utama dalam produksi makanan beku adalah proses pencampuran (mixing) adonan yang berkualitas tinggi. Proses pencampuran (mixing) adalah tindakan yang dimaksudkan untuk mengurangi perbedaan kondisi atau karakteristik lain yang terdapat dalam sebuah substansi atau bahan. Pencampuran (mixing) bahan-bahan pada es krim memiliki peran penting dalam menghasilkan tekstur dan konsistensi produk akhir yang diinginkan. Proses pencampuran (mixing) bahan-bahan yang efisien dan konsisten menjadi faktor penentu dalam menghasilkan produk makanan beku yang berkualitas tinggi[2].

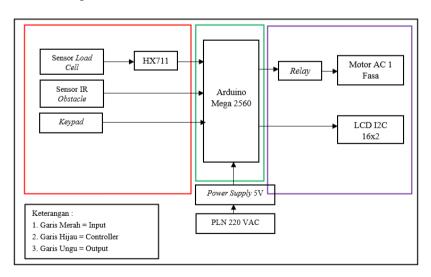
Dalam industri makanan beku, konsistensi suhu dan waktu pengerjaan adalah faktor kunci untuk memastikan kualitas dan keselamatan produk. Mikrokontroler dapat berperdan dalam memastikan bahwa suhu penyimpanan, proses pembekuan, dan distribusi produk makanan beku tetap dalam parameter yang ditentukan. Dengan sensor yang terhubung ke mikrokontroler, produsen dapat memantau suhu dan kondisi lainnya secara real-time, memastikan bahwa makanan beku disimpan dan diolah dengan tepat untuk mempertahankan nilai gizi dan kualitas rasa. Selain itu, mikrokontroler memungkinkan otomatisasi proses pembekuan, pengemasan, dan distribusi, yang mengurangi intervensi manusia dan potensi kesalahan, sehingga meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi pemborosan. Pada Penelitian ini memiliki perbedaan dari penelitian sebelumnya, yaitu sistem mixing yang dapat bekerja secara otomatis dengan pengaturan waktu adukan yang ditentukan dengan berat bahan, serta dengan menentukan waktu yang diinginkan menggunakan keypad, kemudian terdapat sensor IR obstacle yang dapat mendeteksi putaran adukan[3][4][5][6].

II. METODE

Metode penelitian ini mencakup langkah-langkah diambil mulai dari perencanaan awal hingga implementasi praktis, sehingga memungkinkan pemahaman yang mendalam tentang bagaimana alat ini dirancang dan diuji.

A. Blok Diagram

Pada Penelitian ini, perancangan sistem *mixing* menggunakan sensor *load cell* berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 terdiri dari beberapa bagian, yaitu: *input* berupa sensor suhu *load cell*, sensor IR *obstacle* RTC, *keypad*, serta *output* berupa *relay* SSR, motor AC 1 fasa, dan LCD. Berikut blok diagram keseluruhan seperti Gambar 1.



Gambar 1 Blok Diagram Keseluruhan

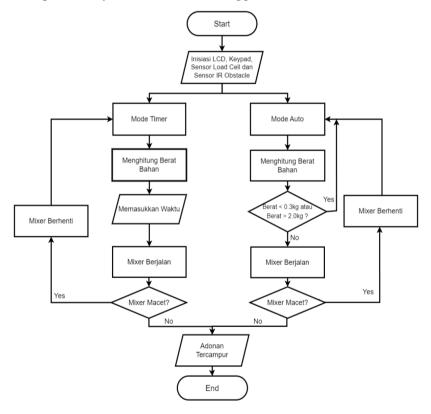
Berdasarkan blok diagram keseluruhan sistem di atas, fungsi dari masing-masing komponen sebagai berikut:

- a. Catu daya 5V DC digunakan untuk input mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai kontroler dan komunikasi data[7].
- b. Motor AC 1 Fasa menggunakan tegangan 220V.

- c. Sensor *load cell* digunakan untuk mendeteksi berat bahan dalam *bowl* mesin *mixing*. Berat bahan yang dideteksi dikirimkan datanya ke Arduino Mega 2560 melalui modul HX711 untuk ditampilkan pada LCD dan untuk mengatur motor AC[9][10].
- d. Sensor IR *obstacle* digunakan untuk mendeteksi putaran adukan pada mesin *mixing*[11].
- e. *Keypad* digunakan sebagai *input* mesin *mixing* untuk memasukkan jumlah menit dan mengaktifkan alat[12].
- f. LCD I2C 16x2 sebagai *output* untuk menampilkan angka dan informasi terkait seperti berat adonan, hasil *input keypad*, dan status mesin *mixing*[14].
- g. Motor AC 1 Fasa sebagai aktuator utama yang digunakan untuk mengaduk adonan[8].
- h. *Relay* berfungsi sebagai saklar untuk mengatur *on-off* motor AC 1 fasa menggunakan data yang dikirim oleh Arduino Mega 2560[13].

B. Flowchart

Flowchart keseluruhan sistem digunakan untuk mengilustrasikan bagaimana suatu sistem bergerak dari satu tahap ke tahap berikutnya, mulai dari awal hingga akhir.

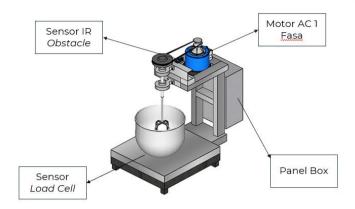


Gambar 2 Flowchart Keseluruhan Sistem

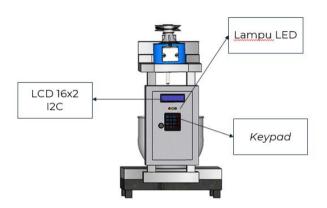
Pada Gambar 2 menggambarkan flowchart keseluruhan sistem dari alat sistem mixing yang mulai dengan tahap inisialisasi ketika alat diaktifkan. Selama tahap inisialisasi, alat mengatur perangkat keras yang diperlukan seperti LCD, sensor IR obstacle, keypad, dan variabel-variabel yang digunakan dalam operasi. Setelah inisialisasi, alat dapat dioperasikan dengan mode timer atau mode otomatis.

C. Desain 3D Alat

Perancangan keseluruhan sistem *mixing* menggunakan sensor *load cell* berbasis Arduino Mega 2560 dituangkan pada gambar yang didesain menggunakan SketchUp. Desain tampak depan alat dapat ditemukan dalam Gambar 3 dan untuk tampilan belakangnya dapat dilihat pada Gambar 4.



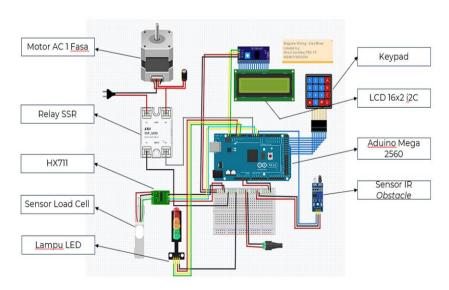
Gambar 3 Desain Alat Tampak Depan



Gambar 4 Desain Alat Tampak Belakang

D. Perancangan Elektrikal

Pada Gambar 5 merupakan diagram *wiring* alat yang dibuat dengan tujuan mempermudah pemahaman tentang konfigurasi elektrik alat tersebut. Selain itu, hal ini bertujuan untuk memberikan pandangan menyeluruh tentang bagaimana berbagai komponen elektronik saling terhubung.



Gambar 5 Diagram Wiring Alat Sistem Mixing

III. HASIL DAN DISKUSI

Pengujian dan analisa sistem *mixing* dengan menggunakan sensor *load cell* berbasis Arduino Mega 2560 dilakukan setelah tahap perancangan dan pembuatan alat selesai. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan setiap komponen dan program yang telah dikembangkan.

A. Pengukuran Catu Daya

Pengukuran pada mesin sistem *mixing* dilakukan dengan memanfaatkan sumber tegangan AC sebesar 220 Volt dan tegangan DC 5 Volt melalui penggunaan adaptor *power supply*.

Pengukuran Ke -	Sumber Tegangan PLN (VAC)	Spesifikasi (Vout)	Tegangan Terukur (V)
1	220V	5 VDC	5.29
2	220V	5 VDC	5.30
3	220V	5 VDC	5.30
4	220V	5 VDC	5.29
5	220V	5 VDC	5.30

Tabel 1 Pengukuran Tegangan Catu Daya

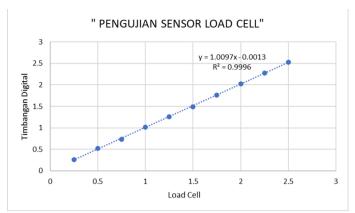
Dalam pengujian yang melibatkan pengukuran catu daya seperti yang terlihat pada Tabel 1, diperoleh hasil bahwa catu daya berfungsi dengan efisien, karena tegangan output yang dihasilkan mendekati nilai yang telah ditetapkan, yaitu 5.30 Volt.

B. Pengujian Sensor Load Cell

Pengujian sensor *load cell* digunakan untuk memverifikasi apakah sensor tersebut berfungsi sesuai dengan spesifikasinya. Pengujian sensor *load cell* menggunakan timbangan digital sebagai beban bertujuan untuk menguji akurasi dari sensor yang telah diintegrasikan dengan Arduino Mega 2560. Data yang diperoleh selama pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 6 untuk grafik pengujiannya.

No	Timbangan Digital (Kg)	Load Cell (Kg)	Selisih	Error (%)		
1	0,25	0,26	0,01	4		
2	0,5	0,52	0,02	4		
3	0,75	0,73	0,02	2,67		
4	1	1,02	0,02	2		
5	1,25	1,26	0,01	0,8		
6	1,5	1,49	0,01	0,67		
7	1,75	1,76	0,01	0,57		
8	2	2,02	0,02	1		
9	2,25	2,28	0,03	1,33		
10	2,5	2,53	0,03	1,2		
	Rata-Rara Error (%)					

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Load Cell



Gambar 6 Grafik Linear Sensor Load Cell dan Timbangan Digital

Hasil pengujian mengindikasikan bahwa data yang diperoleh dari pengujian yang menggunakan timbangan digital sebagai referensi dan mengamplifikasi output dengan menggunakan load cell bersifat linear. Dapat dilihat dari Tabel 2 didapatkan error yang dapat dihitung menggunakan persamaan error dengan mendapatkan rata-rata error sebesar 1,82%, mengindikasikan bahwa pengujian ini memberikan hasil yang akurat dalam mengukur berat bahan.

C. Pengujian Sensor IR Obstacle

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan jarak deteksi atau tingkat sensitivitas sensor serta memeriksa kinerja sensor sebagai pendeteksi putaran mesin *mixing*.

No	Jarak	Status	Kondisi Logika
1	1 cm	Mendeteksi	1
2	2 cm	Mendeteksi	1
3	3 cm	Mendeteksi	1
4	4 cm	Mendeteksi	1
5	5 cm	Tidak Mendeteksi	0
6	6 cm	Tidak Mendeteksi	0
7	7 cm	Tidak Mendeteksi	0
8	8 cm	Tidak Mendeteksi	0

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor IR *Obstacle*

Berdasarkan data yang tercantum pada Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa sensor IR *obstacle* beroperasi secara optimal pada mesin sistem *mixing* untuk mendeteksi putaran adukan. Sensor IR *obstacle* dapat mendeteksi pada jarak 1 cm hingga 4 cm. Sedangkan pada jarak di atas 4 cm, sensor sama sekali tidak dapat mendeteksi karena posisinya yang jauh dari putaran motor.

D. Pengujian Keypad

Dalam pengujian komponen *keypad* 4x4 pada mesin sistem *mixing* peneliti melakukan uji fungsi tombol secara individu dan mencatat nilai-nilai yang dihasilkan oleh masing-masing tombol.

NoTombolFungsiKeterangan1Tombol 1Menghasilkan "1"Berfungsi sesuai spesifikasi2Tombol 2Menghasilkan "2"Berfungsi sesuai spesifikasi

Tabel 4 Hasil Pengujian Keypad

No	Tombol	Fungsi	Keterangan
3	Tombol 3	Menghasilkan "3"	Berfungsi sesuai spesifikasi
4	Tombol 4	Menghasilkan "4"	Berfungsi sesuai spesifikasi
5	Tombol 5	Menghasilkan "5"	Berfungsi sesuai spesifikasi
6	Tombol 6	Menghasilkan "6"	Berfungsi sesuai spesifikasi
7	Tombol 7	Menghasilkan "7"	Berfungsi sesuai spesifikasi
8	Tombol 8	Menghasilkan "8"	Berfungsi sesuai spesifikasi
9	Tombol 9	Menghasilkan "9"	Berfungsi sesuai spesifikasi
10	Tombol 0	Menghasilkan "0"	Berfungsi sesuai spesifikasi
11	Tombol *	Menghasilkan "*"	Berfungsi sesuai spesifikasi
12	Tombol #	Menghasilkan "#"	Berfungsi sesuai spesifikasi
13	Tombol A	Menghasilkan "A"	Berfungsi sesuai spesifikasi
14	Tombol B	Menghasilkan "B"	Berfungsi sesuai spesifikasi
15	Tombol C	Menghasilkan "C"	Berfungsi sesuai spesifikasi
16	Tombol D	Menghasilkan "D"	Berfungsi sesuai spesifikasi

Dari hasil pengujian tersebut pada Tabel 4, dapat disimpulkan bahwa *keypad* 4x4 berfungsi sesuai spesifikasi pada alat sistem *mixing*. Semua tombol, termasuk tombol angka, fungsi, tombol navigasi, dan tombol lainnya telah diuji dan berfungsi sesuai dengan nilai-nilai yang diharapkan dan fungsinya.

E. Pengujian Motor AC 1 Fasa

Pada alat sistem *mixing* digunakan *pulley* dan *v-belt* sebagai sistem transmisi. Menghitung putaran adukan yang dihasilkan oleh *pulley* dan *v-belt* pada mesin ini dapat diperoleh sebagai berikut:

 $d_1 = 6cm$

 $d_2 = 12 \text{ cm}$

 $N_{1}=2800\;Rpm$

 $N_2 = Kecepatan Mixing$

 $N_2 = N_1 \times (d_1)/(d_2)$

 $N_2 = 2800 \times 6/12$

 $N_2 = 1400 \text{ rpm}$

Kecepatan mixing yang dihasilkan oleh motor menggunakan pulley dan v-belt sebesar 1400 rpm.

Tabel 5 Hasil Pengujian Motor AC 1 Fasa

Perhitungan ke-	Kecepatan Dengan <i>Pulley</i> (Rpm)	Kecepatan Dengan Sensor IR Obstacle (Rpm)	Selisih	Error (%)
1	1400	1480	80	5,71
2	1400	1490	90	6,43
3	1400	1450	50	3,57
4	1400	1470	70	5,00
5	1400	1475	75	5,36
	5,21			

Pada Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan kecepatan mixing, perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan hasil pengukuran menggunakan sensor IR obstacle terhadap perhitungan berdasarkan sistem transmisi. Dapat dilihat dari Tabel 5 didapatkan *error* yang dapat dihitung menggunakan persamaan *error* dengan mendapatkan rata-rata *error* sebesar 5,21%, mengindikasikan bahwa pengujian ini memberikan hasil yang cukup akurat dalam menghitung kecepatan *mixing*.

F. Pengujian Sistem Timer pada Mesin Mixing

Dalam pengujian sistem *timer* pada mesin *mixing* bertujuan untuk melihat keberhasilan dalam mengatur waktu mesin *mixing* mengaduk menggunakan sistem *timer*. Pengujian ini dilakukan menggunakan *keypad*, yang dimana pengguna dapat mengatur waktu yang diinginkan dengan cara menekan tombol pada *keypad*.

No	Pin Keypad	Keterangan	Hasil	Penjelasan
1	Pin 3	Mengatur waktu 3 menit		Mesin <i>mixing</i> berputar selama 3 menit dan tepung es krim terlihat belum tercampur dengan air dingin.
2	Pin 7	Mengatur waktu 7 menit		Mesin <i>mixing</i> berputar selama 7 menit dan tepung es krim terlihat sudah mulai tercampur dengan air dingin.
3	Pin 1 0	Mengatur waktu 10 menit		Mesin <i>mixing</i> berputar selama 10 menit dan tepung es krim terlihat telah tercampur dengan air dingin.

Tabel 6 Hasil Pengujian Sistem Timer dengan Berat 0,75 kg

Hasil pengujian sistem *timer* menggunakan *keypad* dapat bekerja sesuai yang diharapkan, ketika *keypad* ditekan 1 lalu ditekan 0 lalu ditekan enter pada *keypad*, maka mesin *mixing* berputar selama 10 menit, dan ketika waktunya habis maka mesin *mixing* berhenti lalu pengguna dapat mengatur ulang waktu lagi jika bahan yang dicampur kurang rata. Pada hasil pengujian dari Tabel 6 dapat disimpulkan bahan es krim dengan berat 0,75 kg dapat tercampur dalam waktu 10 menit.

G. Pengujian Sistem Otomatis pada Mesin Mixing

Pengujian ini dilakukan dengan menekan tombol enter pada *keypad* dan mesin *mixing* berputar dengan waktu yang telah di program sesuai berat bahan yang dideteksi oleh sensor *load cell*.

Tabel 7 Hasil Pengujian Kinerja Alat

No	Berat Bahan	RPM	Waktu	Keterangan
1	0,15 kg	0	0	Masukkan Bahan!
2	0,30 kg	1450	9 Menit 0 detik	
3	0,75 kg	1445	10 Menit 40 detik	
4	1,50 kg	1447	12 Menit 20 detik	
5	2,10 kg	0	0	Melebihi Batas!

Tabel 8 Komponen Bahan Pengujian

No	Berat Bahan	Komponen	Beratnya
1	0,15 kg	Tepung Es Krim	50 gram
		Air Dingin	100 gram
2	0,30 kg	Tepung Es Krim	100 gram

No	Berat Bahan	Komponen Beratnya		
		Air Dingin	200 gram	
3	0,75 kg	Tepung Es Krim	250 gram	
		Air Dingin	500 gram	
4	1,50 kg	Tepung Es Krim 500 gram		
		Air Dingin	1000 gram	
5	2,10 kg	Tepung Es Krim 700 gram		
		Air Dingin	1400 gram	

Pada Tabel 8 terdapat komponen bahan yang digunakan pada pengujian dan berdasarkan hasil pengujian dari Tabel 7 dapat disimpulkan bahwa ketika berat bahan yang terdeteksi oleh sensor load cell di bawah 0,30 kg, maka mesin mixing tidak berputar dan pada LCD muncul teks peringatan untuk memasukkan bahan. Adapun ketika pengguna memasukkan bahan di bawah 2 kg, maka mesin mixing berputar sesuai berat bahannya, semakin berat bahan yang digunakan maka semakin lama mesin mixing berputar yang waktunya telah diatur pada program Arduino. Ketika pengguna memasukkan bahan di atas 2 kg maka mesin *mixing* tidak berputar dan pada LCD muncul teks peringatan untuk mengurangi berat bahan.

H. Penguiian Seluruh Komponen Sistem Mixing

6

Lampu LED

6

Dalam pengujian seluruh komponen pada mesin mixing bertujuan untuk melihat fungsionalitas tiap komponen pada alat sistem mixing.

Tabel 9 Hasil Pengujian Seluruh Komponen Sistem Mixing

Percobaan Ke Hasil Pengujian Komponen

1	Sensor Load	1	Sensor load cell dapat menimbang bahan cukup akurat
	Cell		dengan nilai penyimpangan diperoleh sebesar 1,82%.
2	Sensor IR	2	Sensor IR <i>obstacle</i> dapat mendeteksi hingga 4 cm dan
	Obstacle		mendeteksi putaran adukan mesin <i>mixing</i> .
3	Keypad	3	Keypad dapat berfungsi sebagai input dalam mengatur
			waktu pada mode timer dan menjalankan mode otomatis
			mesin mixing.
4	Motor AC 1	4	Motor AC 1 Fasa dapat berfungsi sebagai aktuator utama
	Fasa		dalam mengaduk bahan pada mesin mixing.
5	LCD 16x2	5	LCD 16x2 I2C dapat berfungsi menampilkan berat bahan
	I2C		dan informasi sistem mixing lainnya.

Berdasarkan hasil pengujian yang tercantum dalam Tabel 9, dapat disimpulkan bahwa seluruh komponen yang diuji fungsionalitasnya bekerja pada sistem mixing. Sensor load cell, sensor IR obstacle, dan keypad berfungsi sebagai input pada sistem mixing, sedangkan motor AC 1 fasa, LCD 16x2 I2C, dan lampu LED dapat berfungsi sebagai output pada sistem mixing.

Lampu LED digunakan untuk memberikan indikator pada

mesin mixing.

(Ghozi Izzulhaq dan Megarini Hersaputri: Halaman 70 – 80)

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- 1. Perancangan sistem *mixing* menggunakan sensor *load cell* dan Arduino Mega 2560 telah dapat terimplementasi dalam bentuk protipe. Sistem ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pengontrol utama dan sensor *load cell* untuk mengukur berat bahan sebelum dicampur.
- 2. Pada pengujian sensor *load cell* dilakukan perbandingan hasil penimbangan dengan timbangan digital diperoleh nilai penyimpangan sebesar 1,82%.
- 3. Dari hasil pengujian sensor IR *obstacle*, sensor dapat mendeteksi hingga 4 cm dan dapat mendeteksi motor yang tidak berputar dalam 3 detik.
- 4. Pada alat ini terdapat mode *timer* dan otomatis. Mode *timer* beroperasi sesuai pengaturan waktu dengan *keypad* dan berhenti otomatis ketika waktu habis. Mode otomatis beroperasi dengan berat bahan 0,30 kg 2 kg, dan menampilkan peringatan jika bahan kosong atau lebih dari 2 kg pada LCD.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Yunida, S. Sumowo, and I. Puspitadewi, "Perumusan Blue Ocean Strategy Pada Industri Makanan Beku Tiga Merpati Jember," *Jurnal Manajemen*, pp. 1–11, 2019.
- [2] E. Sri Hartati, "Kajian Forumulasi (Bahan Baku) dan Metode Pembuatan Terhadap Kualitas Es Krim," *GAMMA*, vol. 7, no. 1, pp. 20–26, 2015.
- [3] Rahman, Marzuarman, and Zulkifli, "Analisa dan Rancang Bangun Mesin Es Krim Putar Otomatis dengan Kecepatan Putaran Motor Berbasis Perubahan Temperatur," *Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT)*, pp. 483–54, 2021.
- [4] I. Maulana Mizan and R. Abdullah, "Rancang Bangun Mesin Pengaduk Adonan Roti Berbasis Arduino Uno dan Android," Tegal, 2019.
- [5] A. Putra Widyadharma, Z. Ikhsan Arifudin, B. Artono, and Y. Prasetyo, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Pengaduk Adonan Roti Bluder Otomatis Berbasis PLC Dan HMI," *Journal of Electrical Electronic Control and Automotive Engineering (JEECAE)*, vol. 7, no. 1, pp. 20–26, 2022.
- [6] B. Artono, D. Prakoso, and T. Lestari, "Sistem Monitoring Mesin Pengaduk Adonan Roti Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT)," *Journal of Computer Science and Engineering (JCSE)*, vol. 4, no. 1, pp. 25–41, Feb. 2023, doi: 10.36596/jcse.v1i1.4.
- [7] U. F. Arpan, Y. R. Hais, and H. Pathoni, "Rancang Bangun Alat Pengupas Pinang Otomatis Berbasis Arduino Mega," *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, vol. 5, no. 1, pp. 1–5, Jun. 2022, doi: 10.33087/jepca.v5i1.59.
- [8] A. Suryowinoto, T. Suheta, and Andrianto, "Rancang Bangun Alat Penghitung Bakso dengan Motor Induksi Satu Fasa Berbasis Mikrokontoler Atmega8535," in Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III, 2015, pp. 163–170.
- [9] H. A. Setiawan and T. Rijanto, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Pengisian Air Minum Dalam Kemasan Menggunakan Arduino Uno Dengan Sensor Load Cell," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 8, no. 3, pp. 579–585, 2019.
- [10] A. Rahman and M. Nawawi, "Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manual," *Jurnal ELKOMIKA*, vol. 5, no. 2, pp. 2459–9638, 2017.
- [11] M. Zulfi and R. Hidayat, "Infrared Sensor Obstacle Avoidance sebagai Saklar Kontrol pada Hand Sanitizer Otomatis," Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering, vol. 1, no. 1, pp. 122–128, 2019.
- [12] A. Santoso, D. Dj, and D. Nurdiana, "Rancang Bangun System Pintu Otomatis Menggunakan Keypad dan RFID Berbasis Arduino Mega 2560," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 02, no. 1, pp. 5–13, 2021.
- [13] A. Handayani, "Pengertian Dan Fungsi SSR (Solid State Relay)," https://rodablog.com/ssr-adalah.html, 2023
- [14] M. Natsir, D. Bayu Rendra, and A. Derby Yudha Anggara, "Implementasi IoT Untuk Sistem Kendali AC Otomatis pada Ruang Kelas di Universitas Serang Raya," *Jurnal PROSISKO*, vol. 6, no. 1, pp. 69–72, 2019.

Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Kecepatan dan Proteksi Motor Induksi 3 Phase Berbasis LabView

Siti Trilestari 1*), Andriana 2), Irvan Budiawan³⁾

Jurusan Teknik Elektronika, SMK Negeri 1 Plered Purwakarta Jalan Rawasari,Ds. Rawasari, Kec. Plered, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat 41162 ²⁾Program Studi Teknik Elektro Universitas Langlangbuana Bandung ³⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Jenderal Achmad Yani

*)Korespondensi: sititrilestari56@gmail.com,

Abstrak

Motor induksi tiga fasa menjadi salah satu komponen utama dalam berbagai industri. Sistem monitoring kecepatan dan proteksi yang handal diperlukan untuk memastikan kinerja optimal dan mencegah kerusakan pada motor. Kesulitan teknisi atau enginer dalam memantau motor induksi di suatu pabrik merupakan hal utama yang terjadi saat ini. Dalam penelitian ini, peneliti merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kecepatan dan proteksi motor induksi 3 fasa berbasis LabVIEW. Sistem ini menggunakan Variable Speed Drive (VSD) dan dikontrol oleh OUSEAL PLC. Perancangan Human Machine Interface (HMI) atau sistem monitoring menggunakan software LabVIEW dengan komunikasi serial RS-485 dan protokol modbus RTU.

Pengaturan kecepatan putaran motor diatur dengan mengubah nilai frekuensi yang masuk pada motor melalui antarmuka LabVIEW. Sistem proteksi dirancang dengan memanfaatkan fitur kode error pada VSD dan sensor thermocouple untuk melindungi suhu motor. Apabila sistem mengalami gangguan, motor induksi akan berhenti secara otomatis, dan kode error atau gangguan akan ditampilkan.

Sistem yang dirancang telah berhasil sesuai dengan perancangan. Pengendalian dan monitoring kecepatan putaran motor induksi 3 fasa dapat dikontrol menggunakan antarmuka aplikasi LabVIEW. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan nilai frekuensi pada motor induksi 3 fasa mengakibatkan peningkatan kecepatan putaran motor.

Kata kunci: Motor Induksi 3 Fasa, LabView, Outseal PLC, Modbus RTU, Variable Speed Drive (VSD)

Abstract

Three-phase induction motors are one of the main components in various industries. A reliable speed monitoring and protection system is needed to ensure optimal performance and prevent damage to the motor. The difficulty of technicians or engineers in monitoring induction motors in a factory is a major problem that is currently happening. In this research, researchers designed and implemented a LabVIEW-based 3-phase induction motor speed monitoring and protection system. This system uses a Variable Speed Drive (VSD) and is controlled by OUSEAL PLC. Human Machine Interface (HMI) or Monitoring System design using LabVIEW software with RS-485 serial communication and Modbus RTU protocol. The motor rotation speed is set by changing the frequency value entering the motor via the LabVIEW interface. The protection system is designed by utilizing the error code feature on the VSD and thermocouple sensor to protect the motor temperature. If the system experiences a problem, the induction motor will stop automatically, and an error or disturbance code will be displayed. The system designed has been successful according to design. Controlling and monitoring the rotation speed of a 3-phase induction motor can be controlled using the LabVIEW application interface. The research results show that changes in the frequency value of a 3-phase induction motor result in an increase in the motor rotation speed.

Keywords: 3 Phase Induction Motor, LabView, Outseal PLC, Modbus RTU, Variable Speed Drive (VSD)

I. PENDAHULUAN

| Info Makalah: | Dikirim | : 17-10-2023; | Revisi 1 | : 02-01-2024; | Revisi 2 | : dd-mm-yy; | Diterima | : 02-01-2024.

Penulis Korespondensi:
Telp: +62-XXX-XXX

e-mail :

sititrilestari56@gmail.com

Motor induksi semakin banyak digunakan karena teknik elektronika daya yang berkembang dalam industri. Salah satu alasan penggunaan motor induksi semakin meningkat adalah pengembangan inverter, yang membuatnya lebih mudah untuk mengatur kecepatan putaran motor. Motor induksi biasanya beroperasi pada kecepatan yang konstan [1]. Karena penggunaan motor induksi membutuhkan pengaturan kecepatan yang berbeda, motor listrik yang dapat diatur kecepatan putarannya sesuai dengan kebutuhan biasanya diperlukan untuk penerapan industri. Jurusan Teknik Otomasi Industri SMK Negeri 1 Plered Purwakarta, merupakan salah satu jurusan yang

memfokuskan pembelajaran pada kendali industri dan mesin-mesin listrik di industri. Untuk mengeksplorasi pengetahuan dan kompetensi peserta didik dalam perkembangan teknologi dibutuhkanlah sebuah sistem aplikasi yang banyak diterapkan di industri, salah satunya sistem aplikasi pengaturan kecepatan motor induksi 3 fasa yang banyak digunakan di industri. Dengan perkembangan teknologi semakin canggih maka dibuat juga sistem monitoring pengendalian agar motor induksi diatur dan dikontrol tanpa harus turun langsung ke lapangan.

Setelah menganalisis beberapa penelitian sebelumnya, penelitian yang dilakukan oleh Darmawansyah dkk. pada tahun 2020 berjudul penelitian sistem proteksi motor induksi 3 fasa terhadap berbagai gangguan dengan mikrokontroler Tujuan dari perancangan adalah untuk mendeteksi, memproteksi, memprediksi, dan memantau apabila terjadi gangguan pada motor induksi tiga fasa. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem dapat memproteksi dan memantau apabila terjadi gangguangangguan yang diberikan sesuai dengan nilai setting point. Proteksi terhadap over voltage, over current, dan over heat juga diuji. Pengujian sistem proteksi motor induksi tiga fasa yang terhubung secara bintang dan delta menunjukkan tegangan tidak seimbang V1 112 V, V2 114 V, V3 108 V, tegangan lebih tinggi V1 181 V, V2 175 V, V3 206 V, arus lebih tinggi A1 104 A, A2 107 A, A3 0,77 A, dan beban lebih tinggi pada sumber tahanan 333 Ω , 250 Ω , 200 Ω , 167 Ω . Pada waktu 6,5 menit dengan kondisi tripping, sistem mengalami panas berlebih 40,75 [2].

Penelitian yang dilakukan Riski Anda Rangkuti dkk pada tahun 2020 dengan judul penelitian "Studi Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 *Phase* Menggunakan *Variable Speed Drive* (VSD) Berbaisis *Programmable Logic Control* (PLC)" Penelitian ini bertujuan untuk mengatur kecepatan motor induksi tiga fasa dengan menggunakan perancangan perangkat keras yang menggunakan *Variable Speed Drive* (VSD) berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC). Tujuan dari perancangan ini adalah untuk mengatur kecepatan motor induksi tiga fasa dengan menggunakan *variable speed drive* (VSD), dan perancangan *software* yaitu pembuatan diagram *ladder* sebagai program untuk mengontrol VSD. Hasil penelitian yang didapatkan yaitu kecepatan motor induksi tiga fasa saat tanpa beban digandeng adalah 2802 rpm pada frekuensi 50 Hz. Motor induksi tiga fasa yang dikopel dengan beban dapat mencapai kecepatan 1434 rpm pada frekuensi 25,6 Hz, kecepatan 1462 rpm pada frekuensi 26,1 Hz, dan kecepatan 1496 rpm pada frekuensi 26,6 Hz. [3].

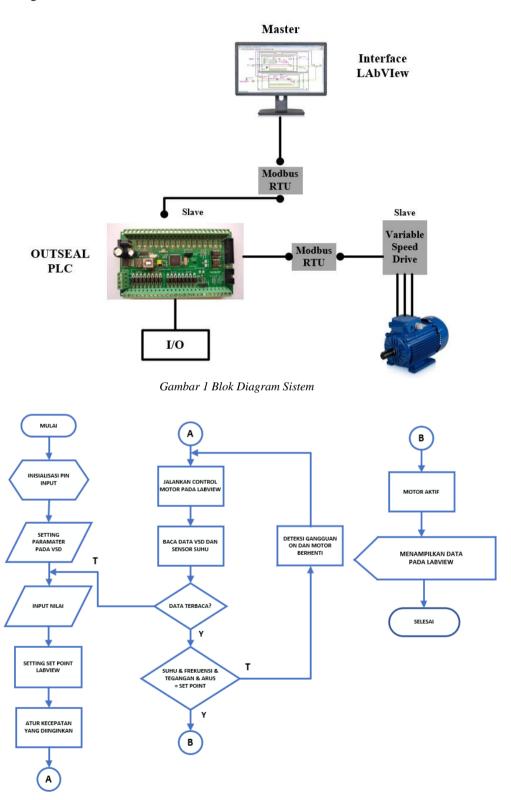
Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Noorly Evalina dkk pada tahun 2018 dengan judul penelitian "Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan *Programmable Logic Controller*", penelitian ini bertujuan untuk mengatur kecepatan motor induksi tiga fasa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan referensi output 0,9 volt menghasilkan frekuensi keluar 5 Hz dan putaran motor 150 RPM sampai tegangan referensi 10.23 volt, yang menghasilkan frekuensi terbaca 50 Hz dan putaran terbaca 1296 RPM [4].

Berdasarkan permasalahan tersebut, di rancanglah simulasi sistem monitoring pengaturan kecepatan dan proteksi motor induksi tiga fasa untuk diimplementasikan di sekolah sebagai salah satu sarana alat untuk praktikum. Sistem ini akan dikontrol menggunakan *outseal* PLC dan dimonitoring menggunakan *software LabView*. Dengan adanya implementasi simulasi aplikasi sistem monitoring kecepatan dan proteksi motor induksi 3 fasa, diharapkan peserta didik dapat meningkatkan pemahaman mereka tentang aplikasi pengendalian pada industri salah satunya pengendalian motor induksi 3 fasa berbasis *LabView* atau SCADA.

II. METODE

A. Block Diagram Sistem

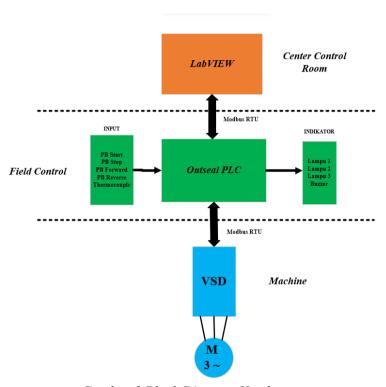
Pada perancangan ini dibagi menjadi 2 yaitu perancangan *Hardware* yang meliputi instalasi semua komponen yang akan digunakan dan perancangan *Software* yaitu pembuatan antarmuka pada *software LabView*. Berikut *Block* Diagram Sistem:



Gambar 2 Flowchart Sistem

1. Perancangan Hardware

Pada tahap perancangan perangkat keras terdiri dari pemasangan komponen dan *wiring instalasi* (*instalasi* komponen yang digunakan). Pada rancangan hardware terdapat 3 rangkaian yaitu rangkaian masukan, rangkain kontrol dan rangkaian keluaran. Tahap perancangan hardware ini dilakukan untuk mendapatkan rangkaian-rangkaian pendukung dalam proses penyusunan sistem monitoring data. Berikut diagram blok perancangan *hardware*.



Gambar 3 Block Diagram Hardware

Perubahan frekuensi yang masuk ke sumber tegangan motor induksi menentukan perubahan kecepatan sistem ini. Ini didasarkan pada persamaan kecepatan putaran motor induksi, yang menunjukkan bahwa putaran stator dipengaruhi oleh frekuensi:

$$Ns = \frac{120.f}{P} \tag{1}$$

Dimana:

Ns = kecepatan putaran stator (rpm)

f = frekuensi (Hz)

P = Jumlah kutub

Kecepatan berputar rotor selalu lebih kecil dari medan putar *stator*. Perbedaan kecepatan putar tergantung pada beban motor. Kecepatan relatif (*slip*) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\%slip = \frac{ns - n}{ns} \times 100 \tag{2}$$

Dimana:

ns = kecepatan sinkron motor (RPM)

n = kecepatan motor (RPM)

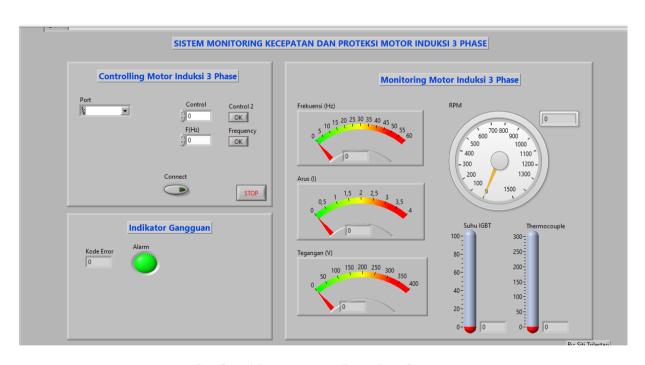
(Siti Trilestari, Andriana, Irvan Budiawan: Halaman 81 - 94)

Perubahan frekuensi dari *variable speed drive* (VSD) akan diatur melalui PC dengan menggunakan aplikasi *LabView* sebagai *interface*nya. Kecepatan motor induksi akan ditampilkan dalam bentuk visual dan grafik.

Pada perancangan sistem ini yaitu menggunakan jenis metode *starting* motor dengan rangkaian DOL (Direct On Line) adalah titik awal. Metode ini biasanya digunakan untuk motor AC yang memiliki kapasitas daya yang kecil. Dalam hal ini, penyambungan langsung berarti motor akan disambungkan langsung ke sumber tegangan jala-jala yang sesuai dengan besar tegangan nominal motor. Arus awal sama dengan arus hubung singkat, jadi tidak perlu mengatur atau menurunkan tegangan saat memulai [5].

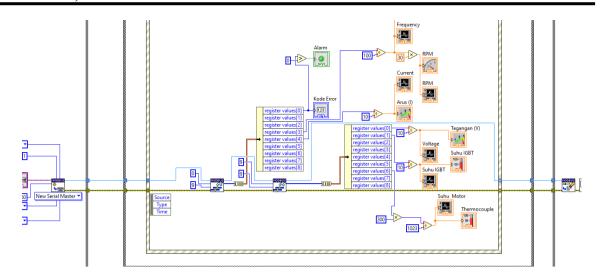
2. Perancangan Software

Perancangan sistem LabView dirancang sebagai HMI (Human Machine Interface) atau monitoring motor induksi 3 phase secara real time. Sebelum membuat software terlebih dahulu harus menentukan setingan parameter-parameter yang akan digunakan sesuai dengan parameter variable speed drive (VSD). Labview bersifat sebagai master dimana labview akan memberikan perintah sekaligus menerima data yang masuk melalui komunikasi RS-485 dengan menggunakan protokol modbus RTU. Pada gambar 3.10 merupakan pengaturan awal parameter pada software LabVIEW yang telah disesuaikan dengan parameter variable speed drive (VSD). Pada perancangan software LabView terdapat 2 bagian yaitu front panel dan block diagram. Front panel merupakan tampilan atau interface yang akan digunakan untuk mengontrol dan memonitoring motor induksi 3 fasa. Gambar 4 merupakan hasil perancangan software.



Gambar 4 Perancangan Front Panel

Selanjutnya perancangan pada bagian blok diagram. Gambar 5 berikut menunjukkan contoh blok diagram yang akan dibuat. Blok diagram adalah jendela tempat menuliskan perintah dan fungsi, dan berisikan source code berupa simbol-simbol, node, dan garis sebagai aliran data untuk mengeksekusi program.

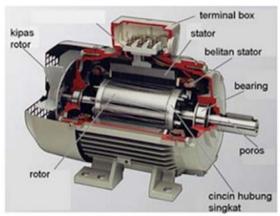


Gambar 5 Perancangan Block Diagram

B. Landasan Teori

1. Motor Induksi 3 Fasa

Dibandingkan dengan jenis motor lain, motor induksi 3 fasa adalah yang paling banyak digunakan dalam industri atau kegiatan praktikum sekolah. Mereka berfungsi sebagai penggerak utama mesin industri. [6].



Gambar 6 Motor Induksi 3 Fasa

Bagian stator dan bagian rotor terdiri dari dua bagian dalam struktur motor induksi. Bagian stator adalah bagian yang diam dan terdiri dari badan motor, inti stator, belitan stator, pegas, dan kotak terminal. Bagian rotor adalah bagian yang berputar dan terdiri dari rotor sangkar dan poros rotor. Pada motor induksi, tidak ada bagian rotor yang bersentuhan dengan bagian stator [7].

• Prinsip Kerja Motor Induksi [4]

Hukum Faraday adalah prinsip kerja motor induksi tiga fasa, di mana tegangan induksi dihasilkan oleh perubahan induksi magnet pada belitan. Persamaannya adalah sebagai berikut:

$$\varepsilon = B \times l \times v \tag{3}$$

Dimana:

 ε = Tegangan induksi (V)

B = Medan magnet (T)

l = Panjang konduktor (m)

v = Kecepatan medan magnet menginduksi konduktor (m/s)

(Siti Trilestari, Andriana, Irvan Budiawan: Halaman 81 - 94)

Hukum Lorentz adalah hukum lain yang mendasari prinsip kerja motor induksi. Dia didasarkan pada persamaan berikut, yang menyatakan bahwa jika suatu penghantar yang membawa arus berada dalam medan magnet, akan muncul gaya yang dikenal sebagai gaya Lorentz atau gaya elektromagnetik.

$$F = B \times i \times l \tag{4}$$

Dimana:

F = Gaya Lorentz(N)

B = Medan magnet (T)

i = Arus yang mengalir pada konduktor(A)

l =Panjang konduktor (m)

2. Outseal PLC Mega Slim V.3

Kendali logika terprogram atau PLC adalah peralatan elektronik yang bekerja secara digital yang memiliki memori yang dapat diprogram dan dapat menyimpan perintah untuk melakukan fungsi tertentu seperti logika, sequencing, timing, counting, dan arithmatic. PLC mengontrol berbagai jenis mesin atau proses melalui modul input/output analog atau digital [8]. Teknologi otomasi yang dikembangkan di negara ini disebut Outseal PLC. Outseal studio, produk Outseal lainnya, adalah perangkat lunak yang digunakan untuk merancang kontrol logika pada Outseal PLC. Ini dapat dijalankan di PC dan memungkinkan Anda menggunakan diagram tangga visual untuk memprogram hardware Outseal PLC [9]. Outseal PLC adalah teknik otomasi yang dikembangkan oleh anak bangsa. Anda dapat merancang kontrol logika pada Outseal PLC dengan menggunakan perangkat lunak yang disebut Outseal Studio—yang merupakan produk tambahan dari Outseal—yang menggunakan diagram tangga untuk pemrograman visual. Diagram tangga ini adalah hasil dari proses perencanaan kendali logika. Perencanaan ini diterapkan secara permanen ke perangkat keras PLC melalui kabel USB [9].

3. Software LAbView

LabVIEW (Virtual Instruments Engineering Workbench) adalah bahasa pemrograman berbasis grafis yang memungkinkan Anda membuat aplikasi dengan menggunakan icon daripada teks. Ini berbeda dengan bahasa pemrograman berbasis teks di mana pelaksanaan program ditentukan oleh instruksi, tetapi LabVIEW menggunakan pemrograman aliran data, yang berarti pelaksanaan program ditentukan oleh aliran data tampilan Labview meniru alat secara virtual. [10].

Panel depan adalah nama untuk antarmuka pengguna yang terdiri dari berbagai objek dan alat. Diagram blok adalah tempat di mana perintah dan fungsi ditulis. Ini juga berisi kode sumber dalam bentuk garis, simbol, dan node yang mewakili aliran data yang digunakan untuk menjalankan program, kode panel depan juga termasuk di dalamnya. [11].

4. Variable Speed Drive (VSD)

Variable speed drive (VSD) adalah alat yang digunakan untuk mengatur kecepatan putaran motor. VSD dapat digunakan untuk motor AC maupun DC, tetapi istilah inverter sering digunakan untuk motor AC. [12]. Inverter menggunakan frekuensi tegangan masuk untuk mengubah kecepatan putaran motor. Karena itu, ketika frekuensi tegangan masuk berubah, kecepatan putaran motor akan berubah. Oleh karena itu, inverter juga disebut sebagai penggerak variable kecepatan. [13]. Alat kontrol VSD mengatur kecepatan putar sebuah motor AC dengan mengatur frekuensi masukan sehingga motor dapat berputar dengan kecepatan yang diinginkan. Sebelum digunakan, VSD harus diatur terlebih dahulu, yaitu mengatur parameter spesifikasi dan kerja motor [14].

5. Protokol Modbus

Modbus, juga dikenal sebagai Modicon Bus, adalah protokol yang dikembangkan oleh perusahaan Modicon pada tahun 1979 untuk aplikasi Programmable Logic Controller (PLC). Protokol ini sangat penting untuk proses komunikasi data antar perangkat, termasuk antara PLC dan *Human Machine Interface* (HMI) dan sistem lainnya [15]. Protokol Modbus adalah protokol standar internasional untuk

komunikasi jaringan yang mudah digunakan dan bersifat open source. Itu menggunakan teknik Master-Slave, yang melibatkan komunikasi data antara satu Master dan sejumlah slave [16]. Protokol Modbus mengatur komunikasi data dengan teknik Master-Slave, yang melibatkan satu Master dan mungkin beberapa Anak Kerja untuk membentuk jaringan.

Kode fungsi adalah sekumpulan instruksi yang harus dijalankan oleh budak. Bergantung pada tipe data dan tipe perintah yang digunakan, setiap kode fungsi menjalankan fungsi berbeda. Meskipun tipe perintahnya bisa berupa menulis atau membaca data, tipe data ini bisa diskrit atau analog. Setiap bagian data memiliki alamat unik dan disimpan dalam register dan kumparan [16]

III. HASIL DAN DISKUSI

Pengukuran, pengujian, dan analisis ini dilakukan untuk memastikan bahwa alat yang dibuat memenuhi persyaratan pembuatan yang tepat dan sesuai dengan yang diharapkan.

1. Pengukuran Tegangan Sumber

Pengujian pengukuran ini dilakukan untuk memastikan bahwa perancangan elektrik sesuai yang diharapkan. Tegangan sumber sangat berpengaruh terhadap perancangan ini karena komponen yang digunakan maupun kontrol membutuhkan *supply* tegangan agar dapat bekerja.

2. Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu bertujuan untuk memeriksa apakah sensor beroperasi sesuai dengan spesifikasi teknisnya. Proses ini melibatkan verifikasi kemampuan sensor dalam mendeteksi suhu dengan akurasi dalam rentang yang diinginkan. Pengujian sensor dilakukan dengan melihat nilai input analog pada pemrograman PLC outseal. Hasil pengukuran suhu yang dihasilkan oleh outseal akan dibandingkan dengan aplikasi thermometer sebagai bahan acuan perbandingan.

No	Frekuensi (Hz)	Kecepatan (rpm)	Kondisi	Suhu Motor (°C)	Suhu Motor (IGBT)
1	5	150	Normal	27,73	29
2	10	300	Normal	27,73	29
3	15	450	Normal	28,31	29
4	20	600	Normal	28,31	30
5	25	750	Normal	28,31	30
6	30	900	Normal	28,80	30
7	35	1050	Normal	28,85	30
8	40	1200	Normal	29,09	30
9	45	1350	Normal	29,38	30
10	50	1500	Normal	29,38	30

Tabel 1 Hasil Pengukuran Suhu

Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran suhu sensor *thermocouple* yang terpasang pada *body* motor induksi 3 fasa dan pengukuran suhu IGBT pada VSD. Data dalam tabel tersebut merupakan hasil pengukuran suhu motor setelah motor beroperasi selama 1 jam (3600 s). Analisis menunjukkan bahwa suhu motor berbanding lurus dengan waktu operasi motor, yakni seberapa lama motor telah beroperasi, dan kecepatan putaran motor yang digunakan.

3. Pengukuran Tegangan Output

Tujuan pengujian tegangan ini untuk mengetahui tegangan *output* pada motor induksi 3 fasa ketika motor sedang beroperasi. Tabel 2 merupakan tabel pengukuran tegangan pada motor induksi 3 fasa.

No	Frekuensi (Hz)	Kecepatan (rpm)	Kondisi	Tegangan (V)
1	5	150	Normal	45,9
2	10	300	Normal	83
3	15	450	Normal	120,2
4	20	600	Normal	157,3
5	25	750	Normal	194,4
6	30	900	Normal	231,5
7	35	1050	Normal	268,6
8	40	1200	Normal	305,7
9	45	1350	Normal	342,8
10	50	1500	Normal	380

Tabel 2 Hasil Pengukuran Tegangan Output

Dapat dilihat dari tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran tegangan *output* pada motor induksi 3 fasa. Untuk pengukuran dengan frekuensi 5 Hz dan menghasilkan kecepatan putar 150 RPM dengan tegangan keluaran motor sebesar 45,9 *Volt*, selanjutnya diberikan frekuensi maksimal sebesar 50 Hz dan menghasilkan kecepatan putar 1500 rpm dengan tegangan keluaran 380 *Volt*. Gambar 7 menunjukkan grafik pengaruh Tegangan terhadap Kecepatan Motor.



Gambar 7 Grafik Hubungan Tegangan dengan Kecepatan Motor

Selanjutnya dapat dilihat dari gambar 7 dari hasil pengukuran dapat disimpulkan bahwa hubungan antara tegangan dan kecepatan motor berbanding lurus dimana semakin besar tegangan maka semakin cepat juga putaran motor.

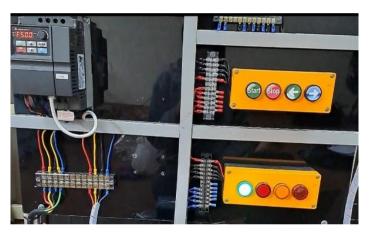
4. Pengujian Proteksi

Tujuan dari pengujian proteksi pada sistem ini adalah untuk melindungi motor dan sistem daya dari berbagai bahaya serta masalah yang mungkin timbul selama motor beroperasi. Fitur kode error digunakan dalam pengujian proteksi ini untuk menunjukkan masalah atau kondisi kesalahan pada motor induksi 3 fasa. Selanjutnya, data kode error akan dikirimkan oleh VSD dan diteruskan ke LabVIEW. Semua indikator kesalahan atau gangguan pada motor induksi 3 fasa yang terbaca akan langsung dikirimkan melalui kode tersebut.

Pada Gambar 8, terlihat monitoring indikator gangguan. Apabila tidak terjadi kesalahan pada sistem, alarm pada layar monitor akan berwarna hijau, dan buzzer pada hardware akan nonaktif, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 8 Indikator Sistem Normal Pada Aplikasi LabView



Gambar 9 Indikator sistem Normal Pada Hardware

Selanjutnya apabila sistem mendeteksi adanya gangguan, data kode *error* dari VSD akan dikirimkan ke *labview* dan kode *error* tersebut ditampilkan pada monitor sesuai jenis gangguannya. kemudian motor induksi 3 *phase* akan berhenti berjalan dan sistem akan memberikan tanda peringatan yang ditandai dengan *buzzer* akan aktif selama terjadinya gangguan dan pada monitor labview yang mulanya *alarm* berwarna hijau berubah menjadi merah. Berikut hasil pengujian yang dilakukan sebagai berikut:



Gambar 10 Indikator Terjadi Gangguan Pada LabView



Gambar 11 Indikator Alarm Aktif

5. Pengujian Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Phase

Pada pengujian motor induksi 3 fasa, frekuensi motor diubah menggunakan pengaturan yang dapat disetel pada LabVIEW. Tachometer digunakan untuk mengukur kecepatan putaran motor, dan hasilnya dibandingkan dengan data monitor di LabVIEW serta hasil perhitungan berdasarkan persamaan. Untuk menentukan nilai kecepatan putaran motor, sistem ini menggunakan perubahan kecepatan yang berasal dari perubahan frekuensi pada sumber tegangan motor induksi.

Persamaan kecepatan putaran motor induksi menunjukkan bahwa putaran stator dipengaruhi oleh frekuensi, dengan kecepatan berputar rotor selalu lebih kecil daripada medan putar stator. Perbedaan kecepatan putaran tergantung pada beban motor. Setelah mendapatkan data pengujian, dilakukan perhitungan rata-rata dari pengujian 1 hingga 5. Dari hasil pengujian tersebut, terdapat perbedaan pembacaan terhadap nilai pengukuran. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan standar deviasi dan standar error untuk menentukan toleransi penyimpangan pembacaan dari nilai yang dimasukkan. berikut tabel 3 di bawah ini merupakan hasil pengujian motor induksi 3 fasa.

Tabel 3 Hasil Pengujian Motor Induksi 3 Fasa

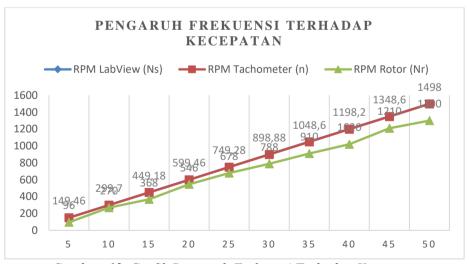
No	RPM		T	'achomete	r		Standar	Standar
NO	LabView	Tes 1	Tes 2	Tes 3	Tes 4	Tes 5	Deviasi	Error
1	150	150	149	149,4	149,6	149,3	0,37	0,17
2	300	301,3	299,3	299	298,8	299,4	1,01	0,45
3	450	448,4	449,2	449,8	448,7	449,8	0,63	0,28
4	600	600,9	599,9	598,9	598,8	598,8	0,93	0,42
5	750	751,2	748,6	749,1	748,5	749	1,10	0,49
6	900	900,4	898,8	898	898,4	898,8	0,91	0,41
7	1050	1050	1048	1049	1048	1048	0,89	0,4
8	1200	1200	1198	1198	1198	1197	1,09	0,49
9	1350	1352	1348	1347	1348	1348	1,95	0,87
10	1500	1498	1498	1498	1498	1498	0	0

Nilai pengukuran yang diperoleh dengan menggunakan alat ukur tachometer menunjukkan variasi pada RPM kurang dari 1500, tetapi ketika mencapai 1500 RPM, nilai pengukuran tetap konstan. Toleransi yang muncul mendekati hasil yang diharapkan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa rata-rata penyimpangan yang terbaca oleh tachometer adalah \pm 0,3975972 RPM.

Selanjutnya, dapat dilakukan analisis pengaruh frekuensi terhadap kecepatan dengan menggunakan data perhitungan berdasarkan persamaan. Pengaturan frekuensi divariasikan dengan memasukkan nilai frekuensi yang berbeda ke motor induksi 3 fasa dalam kondisi tanpa beban. Tabel 4 memuat hasil rata-rata perhitungan dan pengukuran yang telah dilakukan sebanyak 5 kali.

		\bar{x} Peng	gukuran	\bar{x} Perl	hitungan
No.	Frekuensi	LabView	Tachometer	%Slip	Kecepatan Rotor (Nr)
1	5	150	149,46	0,36	96
2	10	300	299,7	0,1	270
3	15	450	449,18	0,18	368
4	20	600	599,46	0,09	546
5	25	750	749,28	0,09	678
6	30	900	898,88	0,12	788
7	35	1050	1048,6	0,13	910
8	40	1200	1198,2	0,15	1020
9	45	1350	1348,6	0,10	1210
10	50	1500	1498	0.13	1300

Tabel 4 Pengaruh Frekuensi Terhadap Kecepatan



Gambar 12 Grafik Pengaruh Frekuensi Terhadap Kecepatan

Gambar 12 Pada hasil dari perhitungan dan pengukuran tentang pengaruh frekuensi terhadap kecepatan putar pada motor induksi maka diketahui jika pengaturan frekuensi tersebut ditingkatkan maka kecepatan medan putar stator maupun rotor juga akan semakin meningkat.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari hasil eksperimen dan pengujian sistem yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1. Sistem yang telah dikembangkan beroperasi sesuai dengan rancangan yang telah dilakukan, sehingga pengendalian dan pemantauan kecepatan putaran motor induksi tiga fasa dapat dilakukan melalui aplikasi LabVIEW.
- 2. Frekuensi dan Tegangan saling berpengaruh terhadap kecepatan motor induksi 3 phase, dimana nilai frekuensi dan tegangan saling berbanding lurus terhadap kecepatan motor.
- 3. Pengujian kecepatan motor memiliki penyimpangan error yang terbaca oleh tachometer yaitu ± 0.3975972 RPM.
- 4. Sistem proteksi motor induksi 3 phase dapat bekerja dengan baik , mampu memproteksi dan monitoring serta memberikan indikator alarm apabila terjadi gangguan-gangguan yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sujatmiko, "Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Phasa dengan Labview Berbasis Ethernet PLC Omron Via Ethernet Omron CJ1M dan Labview," *J. Teknol. Elektro ; Mercu Buana Univ.*, vol. 9, no. 2, pp. 58–72, 2018.
- [2] Mk. Amri Rosa and I. Novia Anggraini, "Sistem Proteksi Motor Induksi 3 Fasa Terhadap Bermacam Gangguan Menggunakan Mikrokontroller," *J. Amplif. Mei*, vol. 10, no. 1, 2020.
- [3] A. Rangkuti Riski, Zondra, "2295-Article Text-10765-1-10-20200430," *Articel Text*, vol. 14, no. April, pp. 121–128, 2020.
- [4] N. Evalina and A. H. Azis, "Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable logic controller," 2018.
- [5] Y. R. Fauzi, "Perancangan Soft Starting pada Motor Induksi 3 Fasa menggunakan Mikrokontroler ATMega 328," *Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, pp. 1–131, 2017.
- [6] Saverus, "No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title," *J. Kaji. Pendidik. Ekon. dan Ilmu Ekon.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–19, 2019, [Online]. Available: http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84865607390&partnerID=tZOtx3y1%0Ahttp://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=2LIMMD9FVXkC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Principles+of+Digital+Image+Processing+fundamental+techniques&ots=HjrHeuS_
- [7] Theodore Wildi, "Teori Motor Induksi Tiga Fasa," *Kementerian Pendidik. dan Kebud. Republik Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 7–37, 2017.
- [8] Y. Badruzzaman, S. Pengajar, J. Teknik, E. Politeknik, N. Semarang, and J. H. Soedarto, "Sistem Monitoring Kendali Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Variable Speed Drive Berbasis PLC DAN SCADA," 2015.
- [9] Agung Bakhtiar, *Panduan Dasar Outseal*, Outseal Me. Siduardjo, 2020. [Online]. Available: https://www.outseal.com/produk/megav3slim/megav3slim.html
- [10] S. Wardoyo, R. Munarto, and V. P. Putra, "Rancang Bangun Data Logger Suhu Menggunakan Labview," *Maret*, vol. 4, no. 2013, pp. 23–30, 2013.
- [11] D. Artanto, *Interaksi Arduino dan LAbVIEW*, Pertama. Jakarta: PT. Gramedia, 2012.
- [12] D. Nur Prakoso, B. Winarno, and B. Triyono, "Monitoring Dan Sistem Kontrol Variable Speed Drive (VSD) Sebagai Pengendali Motor 3 Fasa Pada Conveyor," 2022.
- [13] I. P. A. Putra Novantara, I. W. Arta Wijaya, and I. M. Suartika, "Analisis Pengaturan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Dengan Mengatur Frekuensi Menggunakan Variable Speed Drive Di Pt Pdam Tirta Mangutama Kabupaten Badung," *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 4, p. 103, 2022, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i04.p12.
- [14] F. Nugroho W, M. Facta, and T. Sukmadi, "Perancangan Modul dan Perbandingan Metode Starting dan Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa," *Transient*, vol. 4, no. 1, pp. 58–68, 2015.

EPSILON: Journal of Electrical Engineering and Information Technology Vol. 21 No. 2, Desember 2023 E-ISSN: 2745-5688

- [15] D. Kurnia and F. S. H, "Berbiaya Rendah Berbasis Arduino Mega," *Elektra*, vol. 3, no. 2, pp. 11–18, 2018.
- [16] T. Tosin, "Perancangan dan Implementasi Komunikasi RS-485 Menggunakan Protokol Modbus RTU dan Modbus TCP Pada Sistem Pick-By-Light," *Komputika J. Sist. Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 85–91, 2021, doi: 10.34010/komputika.v10i1.3557.

Rancang Bangun Prototipe Monitoring Dan Controlling Penggunaan Air Di Perumahan Berbasis IoT

Adlian Tsaltsa Arbian 1*), Azwar Mudzzakir Ridwan 2), Rin Rin Nurmalasari 3)

1,2,3)Program Studi Teknik Elektro
UIN Sunan Gunung Djati Bandung,Indonesia
*)Korespondensi: 1187070005@student.uinsgd.ac.id

Abstrak

Sistem monitoring dan controlling penggunaan air pada saat ini masih menggunakan alat konvensional, dimana pengguna tidak dapat mengecek dan mengontrol air yang digunakan secara jarak jauh. Era teknologi yang berkembang semakin pesat menuntut manusia untuk melakukan berbagai inovasi yang bisa mempermudah suatu pekerjaan tanpa mengurangi keakurasian hasil. Penelitian ini telah membuat sistem yang dapat melakukan pengambilan data debit air dan total penggunaan air. Selain itu, sistem ini juga dapat melakukan control penggunaan air secara otomatis. Mikrokontroller yang digunakan adalah ESP32 karena dapat dikoneksikan ke internet. Platform IoT yang digunakan adalah Ubidots sebagai penampil pada sistem monitoring. Alat yang dibuat dapat berjalan dengan baik dengan hasil uji didapatkan Pada pengujian ini didapatkan hasil pada bukaan keran 100 didapatkan debit air sebesar 0,006 Liter/detik dan pada bukaan keran 800 didapatkan nilai 0,216 Liter/detik. Nilai pada bukaan keran ini sama dengan posisi 600 dan 700. alasan didapat nilai berikut karena pada bukaan 600 tekanan air yang mengalir sudah full sehingga Ketika diposisi 700 dan 800 masih memiliki debit yang sama. Selanjutnya pengujian dilakukan dengan membandingkan antara nilai yang dihasilkan oleh serial monitor dan hasil pengukuran manual menggunakan gelas ukur. Dari hasil pengujian ini didapatkan nilai selisih rata – rata pada 0,188 Liter. Selisih ini didapat dari adanya kebocoran pada selang yang masuk ke penampungan sehingga ikut terukur. Cloud ubidots mampu menampilkan data debit, volume total penggunaan dan grafik pemakaian.

Kata kunci: ESP32, IoT, water flow Sensor, Ubidots

Abstract

The system for monitoring and controlling water use still uses conventional tools, where users cannot check and control the water used remotely. The era of technology that is developing increasingly rapidly requires humans to carry out various innovations that can make work easier without reducing the accuracy of the results. This research has created a system to collect data on water discharge and total water use. Apart from that, this system can also control water use automatically. The microcontroller used is ESP32 because it can be connected to the internet. The IoT platform used is Ubidots as a display in the monitoring system. The tool that was made can run well with the test results obtained. In this test, the results were obtained at a tap opening of 100, where the water flow was 0.006 liters/second, and at a tap opening of 800, the value was 0.216 liters/second. The value at this tap opening is the same as the 600 and 700 positions. The following value is obtained because, at the 600opening, the flowing water pressure is full so when it is positioned 700 and 800 it still has the same flow. Next, the test compares the values produced by the serial monitor and the results of manual measurements using a measuring cup. From the results of this test, the average difference value was 0.188 liters. This difference was obtained from a leak in the hose entering the reservoir, so it was also measured. Ubidots Cloud can display debit data, total usage volume, and graphs.

Keywords: ESP32, IoT, water flow Sensor, Ubidots

I. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang esensial dan sangat penting dalam kehidupan manusia. Fungsi air sangatlah beragam, dari memenuhi kebutuhan dasar manusia seperti minum, mandi, dan memasak hingga mendukung berbagai aktivitas manusia lainnya [2]. Di perumahan, air adalah kebutuhan penting bagi para penghuninya. Penggunaan air di perumahan mencakup berbagai kegiatan sehari-hari, seperti mencuci pakaian, mencuci piring, mandi, dan menggunakan air untuk keperluan rumah tangga lainnya.

 Dikirim
 : 15-12-2023;

 Revisi 1
 : 11-01-2024;

 Revisi 2
 : dd-mm-yy;

 Diterima
 : 12-01-2024.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-xxx-xxxx

e-mail

1187070005@student.uinsgd.ac.id

Karena itu, penting bagi penghuni perumahan untuk memiliki akses yang memadai dan berkelanjutan terhadap pasokan air [3].

Ketidak pedulian dan pemborosan dalam penggunaan air dapat menyebabkan peningkatan permintaan air yang berlebihan, sehingga mengakibatkan penurunan pasokan air yang memadai dan berpotensi menyebabkan krisis air. Dilapangan sistem monitoring dan controlling penggunaan air pada saat ini masih menggunakan alat konvensional, dimana pengguna tidak dapat mengecek dan mengontrol air yang digunakan secara jarak jauh. Teknologi berkembang semakin pesat menuntut manusia untuk melakukan

berbagai inovasi yang bisa mempermudah suatu pekerjaan tanpa mengurangi keakurasian hasil. Selain mempermudah pekerjaan manusia, kemajuan teknologi bisa juga digunakan sebagai alat kontrol kebutuhan manusia [4].

Pada penelitian [1] telah dilakukan penelitian mengenai sistem monitoring penggunaan air pada rumah kos berbasis IoT. Pada penelian ini digunakan aplikasi Blynk digunakan sebagai platform penampil data sensor. Data yang ditampilkan adalah debit air dan volume air yang telah digunakan. Penelitian ini menyimpan sebuah sensor debit air sehingga data dapat terukur secara otomatis. Dengan menggunakan metode IoT, data yang didapat dari sensor dapat diakses secara real-time. Namun pada penelitian ini, sistem hanya terfokus pada sistem pemantauan penggunaan air saja. Pengguna tidak mendapat notifikasi ketika penggunaan air telah mencapai batas. Selain itu, controlling juga belum dilakukan sehingga ketika penggunaan air sudah berlebihan tidak ada pemutusan sementara.

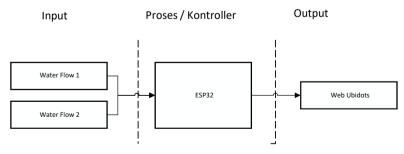
Pada penelitian Tugas Akhir dilakukan sensor waterflow akan digunakan untuk mengambil data berupa flow rate dan volume air. Sensor akan dipasang pada perusahaan penyedia air yang melakukan supply air ke perumahan. Data sensor akan dikirimkan secara real-time ke cloud ubidots sebagai penampil. Selain itu, sebagai himbauan penghematan air pada range tertentu akan dikirimkan notifikasi pada pengguna ketika penggunaan air telah mendekati batas yang telah disediakan dan jika melebihi batas maka akan dilakukan pemutusan sementara.

Maka berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan sebelumnya, judul yang diambil pada skripsi ini adalah —Rancang Bangun Prototipe Monitoring Dan Controlling Penggunaan Air Di Perumahan Berbasis IoT.

II. METODE

A. Perancangan Sistem Monitoring Penggunaan Air

Perancangan Sistem Monitoring Penggunaan Air dilakukan pembuatan perancangan sistem monitoring penggunaan air. Fungsi dari sistem ini adalah untuk dapat menampilkan data konsumsi penggunaan air menggunakan sensor- sensor yang telah dipasang. Sensor adalah sebuah tranduser yang dapat mengubah besaran fisik ke besaran listrik. Adapun komponen yang dipakai pada sistem ini yaitu sensor water flow dan ESP32.

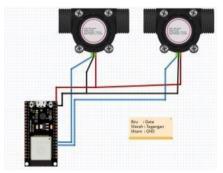


Gambar 1. Rangkaian Sistem Monitoring Penggunan Air

Cara kerja alat ini yaitu sensor water flow akan membaca kuat arus air yang mengalir yang kemudian akan diubah menjadi debit air. Selanjutnya data sensor akan diproses pada esp32 dan data akan dikirimkan ke web ubidots sebagai penampil. Pada sistem ini digunakan 2 sensor sebagai input dengan keterangan water flow 1 digunakan untuk mengukur pada rumah 1 dan water flow 2 digunakan untuk mengukur rumah 2.

B. Perancangan Sensor Water Flow

Sensor ini merupakan sensor yang mempunyai fungsi sebagai penghitung debit air yang mengalir yang dimana pada sensor water flow terjadi pergerakan motor yang akan dikonversi kedalam nilai satuan Liter. Sensor ini terdiri dari beberapa bagian yaitu katup plastik, rotor air, dan sensor hal efek. Motor yang ada di modul akan bergerak dengan kecepatan yang berubah-ubah sesuai dengan kecepatan aliran air yang mengalir. Sedangkan pada sensor hall efek yang terdapat pada sensor ini akan membaca sinyal yang berupa tegangan yang diubah menjadi pulsa dan dikirim ke mikrokontroler, yang terlihat pada Gambar 2.

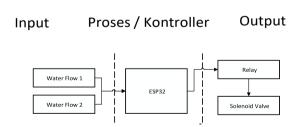


Gambar 2. Pengkabelan Sensor Water Flow

Sensor water flow memiliki 3 kaki utama yaitu positif/vcc, ground dan data. Untuk positif direpresentasikan dengan garis merah yang terhubung ke 5 V kemudian untuk Ground direpresentasikan dengan warna hitam yang terhubung ke bagian GND sedangkan untuk data di sambungkan ke GPIO34 untuk sensor 1 dan GPIO35 untuk sensor 2.

C. Perancangan Sistem Otomatisasi Penggunaan Air

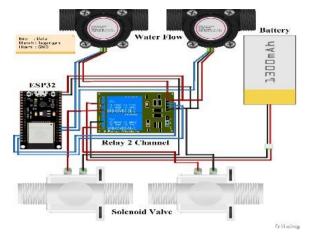
Tujuan dari sistem ini adalah untuk dapat melakukan penghentian secara otomatis *supply* air ketika pengunaan sudah lebih dari batas yang ditentukan. Pada tahap ini perancangan meliputi sensor *water flow* untuk mengetahui debit air yang telah terpakai, ESP32 digunakan untuk memproses data, modul *Relay* digunakan sebagai saklar otomatis dan *Solenoid valve* digunakan sebagai keran otomatis. Pada gambar 3 dijelaskan bahwa input dari sistem adalah sensor water flow. Sensor ini memiliki 2 fungsi yaitu sebagai pemberi informasi ke sistem monitoring dan sebagai trigger ketika penggunaan air sudah lebih dari batas yang ditentukan, selanjutnya data dari sensor dilanjutkan ke ESP32 sebagai controller selanjutnya ke output untuk menghidupkan relay. Relay digunakan untuk saklar otomatis yang akan mematikan solenoid.



Gambar 3. Diagram blok sistem otomatisasi penggunaan air

D. Perancangan Hardware Keseluruhan

Perancangan dibuat perbagian sistem kerja selanjutnya akan dilakukan pengintegrasian semua sistem menjadi satu. Pada tahap ini rangkaian sistem akan dibuat pada software Fritzing sedangkan skematik akan dibuat pada software Eagle. seperti terlihat pada Gambar 4.



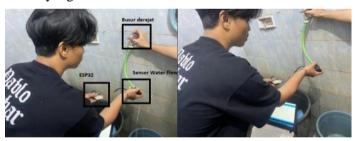
Gambar 4. Rangkaian Hardware keseluruhan

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Pengujian

Setelah dilakukan perancangan dan implementasi selanjutnya akan dilakukan pengujian. Pada tahap ini pengujian akan dilakukan meliputi pengujian sensor, sistem otomatis penggunaan air dan pengujian sistem monitoring. Tujuan dilakukan pengujian adalah untuk mengetahui tingkat kepekaan dan kelayakan sensor yang akan digunakan pada sistem. Sensor water flow mempunyai fungsi sebagai penghitung debit air yang mengalir dimana terjadi pergerakan motor yang akan dikonversi kedalam nilai satuan liter, motor akan bergerak dengan kecepatan yang berubah-ubah sesuai kecepatan aliran air yang mengalir.

Sebelum dilakukan pengujian terlebih dahulu dilakukan kalibrasi sensor pada sensor water flow. Prosedur kalibrasi yaitu dengan cara mengaliri sensor water flow dengan arus air dengan besar perubahan per 10 derajat putaran keran. Penentuan derajat keran dibantu oleh busur derajat. Pengujian ini dilakukan sebanyak 8 variasi percobaan. Tujuan dilakukan pengujian ini adalah agar mengetahui apakah sensor mampu bekerja dalam arus air yang berbeda-beda.



Gambar 5. Kalibrasi Sensor Water Flow

Teknis pengujian sensor water flow yaitu sensor water flow dihubungkan pada pin digital 34 pada ESP32 sebagai transfer data dari Arduino Uno ke sensor water flow. Kemudian ground pada sensor water flow dihubungkan pada pin ground. Selanjutnya tegangan pada sensor water flow dihubungkan pada tegangan ESP32 sebesar 5 VDC. Air yang mengalir akan melewati katup dan akan membuat rotor berputar dengan kecepatan tertentu, medan magnet yang terdapat dari rotor akan memberikan efek hall dan akan menghasilkan sebuah sinyal yang berupa tegangan. Output dari sensor ini adalah debit air Tabel I, Hasil Pengujian sensor waterflow.

Tabel. I. Hasil pengujian sensor waterflow.

No	Derajat keran °	Debit air (L/Jam)	Debit air (L/detik)
1	10	6	0,001
2	20	88	0,024
3	30	232	0,064

4	40	560	0,156
5	50	704	0,196
6	60	776	0,216
7	70	776	0,216
8	80	776	0,216

Setelah pengujian debit air selanjutnya dilakukan pengujian akurasi pembacaan sensor. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengaliri air konstan selama 10 detik. Dapat dilihat pada Gambar 6. Gambar 6. merupakan hasil tampilan serial monitor pengukuran debit air pada besar keran 30°. didapatkan total penggunaan 2,064 Liter. Selanjutnya hasil volume yang didapat pada serial monitor akan dibandingkan dengan hasil pengukuran manual dengan gelas ukur.

Output	Serial Monito	r X			
Not conne	cted. Select a	board and	l a port to co	onnect automation	cally.
704.000	L/jam	0.196	L/detik	1.369	L
704.000	L/jam	0.196	L/detik	1.564	L
704.000	L/jam	0.196	L/detik	1.760	L
696.000	L/jam	0.193	L/detik	1.953	L
376.000	L/jam	0.104	L/detik	2.058	L
24.000	L/jam	0.007	L/detik	2.064 I	
0.000 L	/jam	0.000 L	/detik	2.064 L	
0.000 L	/jam ·	0.000 L	/detik	2.064 L	

Gambar 6. Pengujian Akurasi

T-1-1	2	T-4-1		-:
i abei.	۷.	1 otai	penggunaan	air

No.	Deraja t keran	Debit air (L/detik)	Volume Serial Monitor (L)	Volume Gelas Ukur (L)	Selisih
1	10	0,006	0,060	0,130	0,070
2	20	0,024	0,287	0,450	0,163
3	30	0,064	0,560	0,600	0,040
4	40	0,156	1,707	1,900	0,193
5	50	0,196	1,982	2,200	0,218
6	60	0,216	2,064	2,300	0,236
7	70	0,216	2,133	2,430	0,297
8	80	0,216	2,211	2,500	0,289
	•	0,188			

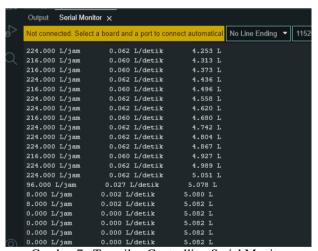
Setelah pengujian debit dan volume selesai dilakukan selanjutnya pengujian dilakukan pada sistem controlling penggunaan air. Sistem ini dibuat untuk memutus aliran air ketika telah mencapai set point yang telah ditentukan. Mekanisme pengujian sistem ini adalah dengan melihat kondisi relay. Pada penelitian [21] didapatkan data penggunaan air pada kota Manado kelompok A sebanyak 181 Liter/hari/orang. Jika di asumsikan dalam 1 rumah berisi 4 orang maka penggunaan dalam 1 hari pemakaian air sebanyak 724 Liter. Limit penggunaan air yang digunakan dalam 30 hari sebanyak 21720 Liter, jadi untuk set point nya di atur pada 21720 Liter. Dikarenakan untuk mencapai 21720 membutuhkan waktu yang lama maka dari itu, set point yang diambil adalah 5 Liter. Selain itu, tujuan dilakukan pengujian ini adalah untuk mengutahui apakah sistem yang dibuat mampu melakukan pemutusan aliran air secara otomatis atau tidak. Tabel III Merupakan hasil pengujian controlling otomatis penggunaaan air.

Tabe 3. hasil pengujian controlling otomatis penggunaaan air.

No	Debit air (L/Detik)	Volume (Liter)	Kondisi Relay
1	0,062	4,253	Hidup
2	0,060	4,313	Hidup

3	0,060	4,373	Hidup
4	0,062	4,436	Hidup
5	0,060	4,496	Hidup
6	0,062	4,558	Hidup
7	0,062	4,620	Hidup
8	0,060	4,680	Hidup
9	0,062	4,742	Hidup
10	0,062	4,804	Hidup
11	0,062	4,867	Hidup
12	0,060	4,927	Hidup
13	0,062	4,989	Hidup
14	0,062	5,051	Mati
15	0,027	5,078	Mati
16	0,002	5,080	Mati
17	0,002	5,082	Mati
18	0,000	5,082	Mati
19	0,000	5,082	Mati
20	0,000	5,082	Mati

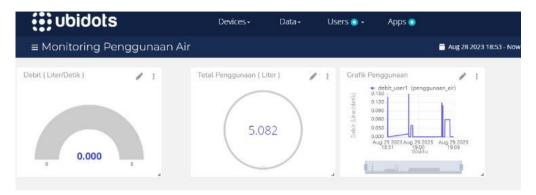
Berdasarkan tabel diatas pada kondisi kurang dari 5 Liter relay masih hidup dibuktikan dengan selalu bertambahnya nilai volume. Sedangkan Ketika volume lebih dari 5 Liter relay akan mati dibuktikan dengan nilai debit yang menurun dan volume yang mulai tidak berubah. Gambar 7 merupakan hasil tampilan controlling pada serial monitor.



Gambar 7. Tampilan Controlling Serial Monitor

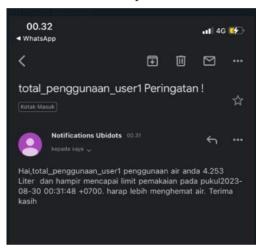
Setelah sistem controlling selesai selanjutnya dilakukan pengujian pada sistem monitoring. Pada tahap ini pengujian dilakukan dengan cara menampilkan hasil tampilan dashboard yang telah dibuat. Gambar 8 adalah tampilan dashboard dari sistem monitoring penggunaan air.

(Adlian Tsaltsa A, Azwar Mudzzakir Ridwan, Rin Rin Nurmalasari.: Halaman 95 - 103)



Gambar 8. Tampilan dashboard dari sistem penggunaan air

Selanjutnya pengujian dilakukan pada sistem notifikasi. Pada tahap ini setting pada cloud di set pada nilai 4 Liter dengan tujuan untuk mempercepat trigger dari cloud. Notifikasi ini berbentuk pemberitahuan email denga nisi total penggunaan air. Gambar 9 merupakan hasil notifikasi email.



Gambar 9. Hasil Notifikasi email.

B. Analisis

Pengujian Sistem monitoring dan otomatisasi penggunaan air telah selesai dilakukan baik pada sensor water flow, controlling dan monitoring pada aplikasi. Pengujian dilakukan baik melakukan pengukuran dengan alat ukur, sensor dan pengujian respon perangkat telah selesai dilakukan selanjutnya ke tahapan akhir dalam penelitian tugas akhir ini yaitu akan dilakukan analisis data hasil pengujian. Analisis ini akan dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur.

Pertama analisis dilakukan pada respon sensor pada pengujian pertama sensor diberikan beragam kuat arus air berdasarkan besar bukaan keran. Pada pengujian ini didapatkan hasil pada bukaan keran 100 didapatkan debit air sebesar 0,001 Liter/detik dan pada bukaan keran 800 didapatkan nilai 0,216 Liter/detik. Nilai pada bukaan keran ini sama dengan posisi 600 dan 700. alasan didapat nilai berikut karena pada bukaan 600 tekanan air yang mengalir sudah full sehingga Ketika diposisi 700 dan 800 masih memiliki debit yang sama. Selanjutnya pengujian dilakukan dengan membandingkan antara nilai yang dihasilkan oleh serial monitor dan hasil pengukuran manual menggunakan gelas ukur. Dari hasil pengujian ini didapatkan nilai selisih rata — rata pada 0,188 Liter. Selisih ini didapat dari adanya kebocoran pada selang yang masuk ke penampungan sehingga ikut terukur.

Selanjutnya pengujian dilakukan pada sistem controlling. Pada sistem ini pengujian dilakukan untuk melihat kondisi relay pada setpoint yang telah ditentukan. Pada kondisi kurang dari 5 Liter relay masih hidup dibuktikan dengan selalu bertambahnya nilai volume. Sedangkan Ketika volume lebih dari 5 Liter relay akan mati dibuktikan dengan nilai debit yang menurun dan volume yang mulai tidak berubah.

Selanjutnya analisis dilakukan pada sistem monitoring. Data dapat ditampilkan dalam display cloud dari web ubidots.com. sistem monitoring menampilkan data data debit air, total volume air yang digunakan dan grafik pengguan air. Setelah itu dibuat juga sistem notifikasi dengan tujuan sebagai pengingat ketika penggunaan air sudah mendekati batas akhir pemakaian.

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini perancangan dan implementasi telah dilakukan. Sensor yang digunakan adalah sensor arus air dengan parameter ukur adalah debit air. Satuan debit air yang dipilih adalah liter/detik dengan tujuan mempermudah perhitungan total pemakaian. pada sistem *controlling* digunakan relay sebagai saklar otomatis untuk menghidupkan atau mematikan *solenoid valve*. Pada sistem monitoring data yang ditampilkan adalah debit air, total penggunaan dan grafik pemakaian.

Alat yang dibuat dapat berjalan dengan baik dengan hasil uji didapatkan Pada pengujian ini didapatkan hasil pada bukaan keran 10° didapatkan debit air sebesar 0,006 Liter/detik dan pada bukaan keran 80° didapatkan nilai 0,216 Liter/detik. Nilai pada bukaan keran ini sama dengan posisi 60° dan 70°. alasan didapat nilai berikut karena pada bukaan 60° tekanan air yang mengalir sudah full sehingga Ketika diposisi 70° dan 80° masih memiliki debit yang sama. Selanjutnya pengujian dilakukan dengan membandingkan antara nilai yang dihasilkan oleh serial monitor dan hasil pengukuran manual menggunakan gelas ukur. Dari hasil pengujian ini didapatkan nilai selisih rata – rata pada 0,188 Liter. Selisih ini didapat dari adanya kebocoran pada selang yang masuk ke penampungan sehingga ikut terukur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifin, Doni Pradana Wira Ambara, et al. Boarding House Water Usage Monitoring System Using Ineternet of Things-Based Application. In: 2022 16th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications (TSSA). IEEE, 2022. p. 1-5.
- [2] Risno, Dandi, Fuad Azis, and Rimba Arief. "Strategi Peningkatan Pelayanan Air Minum Di Kelurahan Buntusu Kota Makassar." Journal of Urban Planning Studies 3.1 (2022): 68-77.
- [3] H. Effendi And R. Puspitaningrum, —Rancang Bangun Sistem Monitoring Pemakaian Air Pam Dan Mutu Air Pada Komplek Perumahan Dengan Jaringan Nirkabel Lora Berbasis Arduino Uno, Sinusoida, Vol. Xxiii, No. 1, Pp. 50–60, 2021.
- [4] Y. Efendi, —Internet Of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile, I. Ilm. Ilmu Komput., Vol. 4, No. 2, Pp. 21–27, 2018, Doi: 10.35329/Jiik.V4i2.41.
- [5] Setyawan, Hendy, Maharani Yuniar, and Mia Rosmiati. "Sistem Pengukuran Debit Air Rumah Tangga Berbasis Website Dengan Menggunakan Alat Smart Metering." eProceedings of Applied Science 7.3 (2021).
- [6] García, Laura, et al. "IoT-based smart irrigation systems: An overview on the recent trends on sensors and IoT systems for irrigation in precision agriculture." Sensors 20.4 (2020): 1042.
- [7] Ramdani, Ramdani, and Ariyan Zubaidi. "Rancang bangun smart meter system untuk penggunaan air pada rumah tangga berbasis internet of things." Journal of Computer Science and Informatics Engineering (J-Cosine) 4.2 (2020): 149-160.
- [8] Naim, Nidar Nadrotan, Riza Fajar Mohammad, and Imam Taufiqurrahman. "Sistem Monitoring Penggunaan Debit Air Konsumen Di Perusahaan Daerah Air Minum Secara Real Time Berbasis Arduino Uno." Journal of Energy and Electrical Engineering (JEEE) 2.1 (2020).
- [9] R. Shaputra, —Kran Air Otomatis Pada Tempat Berwudhu Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno, Sigma Tek., Vol. 2, No. 2, P. 192, 2019, Doi: 10.33373/Sigma.V2i2.2085.
- [10] G. T. Mardiani, —Sistem Monitoring Data Aset Dan Inventaris Pt Telkom Cianjur Berbasis Web, Komputa J. Ilm. Komput. Dan Inform., Vol. 2, No. 1, Pp. 1–6, 2013, Doi: 10.34010/Komputa.V2i1.78.
- [11] A. Triwiyatno, —Konsep Umum Sistem Kontrol, Buku Ajar Sist. Kontrol Semarang Univ. Diponegoro, Pp. 1–11, 2011.
- [12] M. A. Ashari And L. Lidyawati, —Iot Berbasis Sistem Smart Home Menggunakan Nodemcu V3, J. Kaji. Tek. Elektro, Vol. 3, No. 2, Pp. 138–149, 2018.
- [13] F. T. Wahyuningsih, Y. Al Hakim, And A. Ashari,—Pengembangan Alat Peraga Pengukur Debit Air Menggunakan Sensor Flow Berbasis Arduino Sebagai Media Pembelajaran Fluida, Radiasi J. Berk. Pendidik. Fis., Vol. 12, No. 1, Pp. 38–45, 2019, Doi: 10.37729/Radiasi.V12i1.31.
- [14] Y. Triafandy, A. B. Pulungan, And H. Hamdani, —Kendali Solar Tracker Menggunakan Selenoid Valve Sebagai Pengendali Aliran Fluida, Itein J. Tek. Elektro Indones., Vol. 1, No. 2, Pp. 174–178, 2020, Doi: 10.24036/Jtein.V1i2.66.

Rancang Bangun Prototipe Monitoring Dan Controlling Penggunaan Air Di Perumahan Berbasis IoT

(Adlian Tsaltsa A, Azwar Mudzzakir Ridwan, Rin Rin Nurmalasari. : Halaman 95 - 103)

- [15] C. Scott, P. Wolfe, M. Erwin, And A. Tunnel, Virtual Private Networks, Second Edition.
- [16] F. Rahmat, R. Z. A. Syam, And M. Igiriza, —Manajemen Data Pada Asean Youth Friendshipnetwork (Ayfn): Praktek Kerangka Operasionalmanajemen Data Dalam Knowledge Management, J. Inf. Libr. Stud., Vol. 1, No. 1, 2018.
- [17] W. N. Suliyanti, —Studi Literatur Basis Data Sql Dan Nosql, Kilat, Vol. 8, No. 1, Pp. 48–51, 2019, Doi:10.33322/Kilat.V8i1.460.
- [18] Rindra, Aruna Karunika, Et Al. "Sistem Monitoring Level Ketinggian Air Pada Tandon Rumah Tangga Berbasis Iot (Internet Of Things)." Jurnal Teknik Elektro 11.1 (2022): 17-22.
- [19] Safitri, Habibi Ramdani. "Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Dan Pengganti Air Aquarium Otomatis Berbasis Arduino UNO." JiTEKH 7.1 (2019): 29-33.
- [20] Putri, Fajriati Amalia, Sarjono Wahyu Jadmiko, and Sofian Yahya. "Rancang Bangun Internet of Things (IoT) pada Pengendalian Tegangan Simulator Input Output Berbasis PLC- ESP32." Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar. Vol. 12. 2021.
- [21] Aronggear, Tigris Efrat, Cindy J. Supit, and Jeffry D. Mamoto. "Analisis kualitas dan kuantitas penggunaan air bersih PT. Air Manado Kecamatan Wenang." Jurnal Sipil Statik 7.12 (2019).

Analisis Pengaruh Penggunaan AAU pada *Swap* RRU terhadap Kualitas Layanan Telekomunikasi di Wilayah Pusdikom Cibeureum Cimahi

Ni Ketut H.D 1*) Ayurisa Monaretta Konadi 2) dan Fauzia Haz³⁾

1,2,3)Program Studi Teknik Elektro
Universitas Jenderal Achmad Yani
Jalan Terusan Jend. Sudirman PO. BOX 148 Cimahi 40531
*)Korespondensi: niketuthd@lecture.unjani.ac.id

Abstrak

Teknologi telekomunikasi terus mengalami pembaruan. Penunjang terjadinya komunikasi di bidang telekomunikasi yaitu perangkat telekomunikasi yang diinstal pada sebuah tower BTS. Perangkat tersebut terus diperbarui demi meningkatkan pelayanan provider untuk kebutuhan pelanggan. Salah satu teknologi jaringan yang digunakan saat ini adalah 4G LTE. Untuk meningkatkan pelayanan jaringan tersebut maka salah satunya dilakukan pekerjaan swap atau dapat berupa upgrade perangkat telekomunikasi pada suatu tower BTS. Penelitian ini membahas tentang kualitas jaringan di wilayah Pusdikom Cibeureum, Cimahi Selatan dimana terdapat masalah kurangnya kapasitas jaringan di wilayah Cibeureum, Cimahi Selatan. Hal tersebut ditandai dengan adanya penambahan AAU pada tower BTS di Pusdikom, Cibeureum. Pada penelitian ini ditemukan data bahwa Cimahi Selatan merupakan wilayah di Kota Cimahi yang paling padat peduduknya dibandingkan dengan kecamatan lainnya. Oleh karena itu, penambahan AAU sangat efektif untuk masalah tersebut. Diketahui bahwa AAU ditambahkan untuk menggantikan RRU pada tower tersebut. Hal ini dikarenakan kapasitas serta saluran transmisi AAU lebih banyak daripada RRU. Penambahan AAU dengan spesifikasi 32T32R pada tower meningkatkan kualitas sinyal dengan nilai parameter RSRP(dBm): -68,-72,-76; RSRQ(dB): -11,-10,-10; dan SNR(dB): 1,1,4. Berdasarkan standar yang ada, nilai RSRP sebesar -68 dBm, -72 dBm dan -76 dBm termasuk dalam range -80 dBm sampai 0 dBm, di mana nilai RSRP dalam range ini termasuk dalam kategori sangat baik. Untuk nilai RSRQ sebesar -11 dB, -10 dB termasuk dalam range -10 dB sampai -15 dB, di mana nilai RSRQ dalam range ini termasuk dalam kategori baik. Untuk nilai SNR sebesar 1 dB dan 4 dB termasuk dalam range 1 dB sampai 15 dB, di mana nilai SNR dalam range ini termasuk dalam kategori normal. Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka penambahan AAU pada tower dapat efektif meningkatan kapasitas jaringan serta saluran transmisi, dengan demikian dapat meningkatkan kualitas jaringan di wilayah tersebut.

Kata kunci: Swap, Tower Telekomunikasi, Antena, AAU.

Abstract

Telecommunications technology continues to undergo advancements. The enabler of communication in the field of telecommunications is the telecommunications equipment installed on a BTS tower. These devices are constantly being updated to improve the service provided by the provider to meet the needs of customers. One of the network technologies currently used is 4G LTE. To enhance the network service, one of the measures taken is performing a swap or upgrade of the telecommunications equipment on a BTS tower. The upgrade of telecommunications equipment is also influenced by the population in the vicinity of the BTS tower. This allows for the replacement of telecommunications devices with ones that have broader coverage and better signal quality. This research, we discuss the issue of network capacity shortage in the Cibeureum area, South Cimahi. This is indicated by the addition of AAUs to the BTS tower in Pusdikom, Cibeureum. This research found data that South Cimahi is the most densely populated area in the city compared to other districts. Therefore, the addition of AAUs is highly effective for this issue. It is known that the AAUs are added to replace the RRUs on the tower. This is because the capacity and transmission channels of AAUs are greater than RRUs. The addition of AAU with 32T32R specifications to the tower improves signal quality with the following parameter values: RSRP(dBm): -68, -72, -76; RSRQ(dB): -11, -10, -10; and SNR(dB): 1, 1, 4. These values are categorized as good, indicating that the addition of AAU to the tower can effectively increase network capacity and transmission channels, thereby improving network quality in the area.

Keywords: Swap, Tower Telecommunication, Antenna, AAU.

I. PENDAHULUAN

| Info Makalah:
| Dikirim | 17-12-2023;
| Revisi 1 | 10-01-2024;
| Revisi 2 | 10-01-2024;
| Diterima | 101-12-2024.

Penulis Korespondensi: Telp: +62 859-7499-2595

тыр .

niketuthd@lecture.unjani.ac.id

Untuk dapat berkomunikasi, perangkat telekomunikasi pada *tower* BTS sangat berpengaruh pada komunikasi tersebut, salah satunya kualitas sinyal yang digunakan untuk berkomunikasi antar pengguna. Teknologi 4G LTE sudah banyak digunakan oleh *user* di daerah Cimahi, teknologi 4G LTE mempunyai kualitas yang baik dan dapat menawarkan kecepatan akses paket data yang cepat. Faktor lain yang berpengaruh pada pembaruan perangkat telekomunikasi di *tower* BTS adalah meningkatnya pengguna atau *user* di daerah pemukiman

warga[1]. Peningkatan pengguna atau user pada suatu daerah

Telekomunikasi sangat dibutuhkan untuk berkomunikasi sehingga bisa melakukan komunikasi dari jarak jauh di mana dan kapan saja.

dibutuhkan penambahan kapasitas dan infrastruktur jaringan karena berpengaruh pada *traffic* dan dapat menyebabkan penurunan kualitas jaringan pada daerah tersebut. Perkembangan teknologi telekomunikasi dan pertumbuhan populasi penduduk di wilayah perkotaan telah mengakibatkan peningkatan permintaan akan konektivitas yang cepat dan andal.

Pada penelitian ini penulis menyelidiki kualitas jaringan di wilayah Pusdikom Cibeureum, Cimahi Selatan. Penelitian ini merujuk dari beberapa sumber jurnal terkait sebagai referensi mengenai kualitas jaringan pada suatu *tower* [2]. Jurnal – jurnal terkait yang menjadi referensi yaitu jurnal dengan pembahasan optimasi suatu jaringan 4G, kualitas jaringan pada suatu wilayah, mengukur kualitas jaringan telekomunikasi, serta hasil kualitas jaringan telekomunikasi setelah melakukan *swap* antena[3]. Sumber utama penulis yaitu Optimasi Jaringan 4G LTE pada Area Padat Penduduk Menggunakan Antena Multisektoral dan Analisa Optimasi *Throughput* Jaringan 4G Seluler PT. XL Axiata Area Surabaya ditinjau Dari Kualitas *Resource* [4]. Tinjauan pustaka ini memberikan pemahaman yang mendalam mengenai kualitas jaringan pada suatu wilayah.

Meningkatnya kepadatan penduduk dan permintaan akan konektivitas yang tinggi di Cimahi, masalah-masalah terkait dengan kelebihan beban jaringan dan rendahnya kualitas sinyal dapat muncul. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan *swap* RRU dengan AAU pada *tower* di wilayah perkotaan Cimahi[5]. Dalam penelitian ini, *swap* AAU mengacu pada peningkatan kapasitas dan kualitas sinyal yang disediakan oleh antena *tower* yang ada. Dalam melakukan analisis ini, beberapa faktor akan dipertimbangkan, termasuk pertumbuhan penduduk, kepadatan penduduk, kebutuhan kapasitas jaringan, dan kualitas layanan telekomunikasi yang ada[6]. Solusi agar penurunan kualitas jaringan tidak terjadi, maka dilakukan pembaruan perangkat telekomunikasi pada *tower* BTS, salah satunya melakukan *swap* RRU dengan AAU pada *tower* BTS. Pada penelitian yang dilakukan ini, juga akan melihat tipe pemukiman di daerah *tower* BTS berada[7], bagaimana kondisi pemukiman di daerah sekitar *tower* berada dilihat dari ketinggian antena yang diinstal untuk mengetahui seberapa padat pemukiman warga di daerah tersebut.

Banyak jenis pekerjaan yang bisa dilakukan pada *tower* BTS, seperti menambahkan perangkat telekomunikasi, mengganti perangkat telekomunikasi, membongkar perangkat telekomunikasi, hingga melakukan *troubleshoot* jika ada alarm yang muncul. Tujuan dari beberapa pekerjaan yang dilakukan pada *tower* BTS tersebut tentu saja meningkatkan kualitas sinyal atau jaringan yang lebih baik daripada sebelumnya. Pada penelitian ini membahas pembaruan perangkat telekomunikasi dengan AAU dengan teknologi 4G LTE pada *tower* BTS yang melakukan pekerjaan *swap* sehingga dapat dilakukan analisis dari perbedaan kondisi sebelum dan sesudah perangkat telekomunikasi diganti dengan material atau perangkat yang baru [8]. Dilakukan penelitian terhadap perangkat antena yang ditambahkan berupa perangkat AAU untuk menggantikan RRU5502 pada *tower* BTS *provider* XL pada wilayah Cibeureum, Cimahi. Sebelum dilakukan pekerjaan *swap* pada *tower* BTS tersebut perangkat *provider* XL terdapat 3 antena *existing* berupa antena sektoral tipe AMB4519R5v06. Untuk melakukan pekerjaan *swap* wajib mengikuti standar instalasi yang diterapkan oleh perusahaan terkait agar dapat memudahkan identifikasi perangkat telekomunikasi. Antena yang dianalisis pada penelitian ini milik perusahan Huawei. Saat

melakukan pekerjaan pembaruan perangkat telekomunikasi di *tower* juga harus memperhatikan K3 karena pekerjaan tersebut sangat beresiko untuk terjadinya kecelakaan mengingat pekerjaan tersebut dilakukan di ketinggian yang curam . Pada penelitian ini penulis menyelidiki kualitas jaringan di wilayah Pusdikom Cibeureum, Cimahi Selatan.

II. METODE

A. Diagram Blok Penelitian

Metode penelitian yang digunakan meliputi survei lapangan untuk mengumpulkan data tentang perangkat yang diperbarui yaitu menggunakan perangkat baru antena AAU pada *tower*. Untuk data penduduk didapatkan dari situs resmi Badan Pusat Statistik mengenai pertumbuhan penduduk Cimahi, untuk penelitian ini digunakan data penduduk Cimahi Selatan berdasarkan lokasi *tower* berada. Selain itu, data mengenai kualitas layanan akan dianalisis, data tersebut diperoleh dari situs resmi yang menampilkan cakupan jaringan *provider* XL pada wilayah Cimahi. Data-data ini digunakan untuk mengidentifikasi masalah yang mungkin timbul akibat kelebihan beban jaringan telekomunikasi di Cimahi Selatan dan untuk menganalisis kebutuhan *swap* RRU atau u*pgrade* pada *tower* yang ada.



Gambar 1 Diagram Blok Penelitian

1. Studi Literatur

Melakukan pencarian literatur terkait dengan penggunaan Antena AAU, teknologi telekomunikasi, kualitas layanan telekomunikasi, dan faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan pekerjaan *swap*. Studi literatur akan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang konsep, teori, dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian.

RRU atau *Remote Radio Unit* merupakan komponen yang sangat penting dalam infrastruktur jaringan telekomunikasi nirkabel, terutama dalam jaringan seluler seperti 4G LTE dan 5G. Perangkat ini bertugas untuk mengirimkan dan menerima sinyal radio antara stasiun dasar atau *base station* dengan perangkat pengguna seperti ponsel atau modem. RRU umumnya dipasang di menara atau tiang yang berlokasi dekat dengan perangkat pengguna. Fungsinya adalah mengonversi sinyal radio menjadi bentuk yang sesuai untuk ditransmisikan melalui kabel serat optik atau kabel koaksial ke *base station*. Selain itu, RRU juga menggunakan teknik seperti *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) untuk meningkatkan kapasitas dan kecepatan data, sehingga dapat mengoptimalkan kinerja jaringan .

SNR (*Signal-to-Noise Ratio*): SNR adalah parameter yang menggambarkan rasio antara kekuatan sinyal yang diterima oleh perangkat dengan jumlah gangguan dan kebisingan. Dalam pengertian ini, SNR mencerminkan kemampuan jaringan dalam mengirim data dengan kecepatan yang tinggi, berdasarkan kualitas sinyal yang diinginkan dibandingkan dengan gangguan dan kebisingan di lingkungan.

RSRP (*Reference Signal Received Power*): RSRP adalah indikator yang mengukur kekuatan sinyal referensi yang diterima oleh perangkat dari stasiun basis dalam jaringan seluler. Dalam hal ini, RSRP memberikan gambaran tentang kekuatan sinyal yang langsung diterima oleh perangkat dari stasiun basis terdekat.

Tabel 1 Indikator SNR [10]

Nilai	Kategori
16 ke 30 dB	Baik
1 ke 15 dB	Normal
0 ke -5 dB	Buruk

Tabel 2 Indikator RSRP [10]

Nilai	Kategori
-80 ke 0 dBm	Sangat baik
-95 ke – 80 dBm	Baik
-100 ke -95 dBm	Normal
-105 ke -100 dBm	Buruk
-140 ke -105 dBm	Sangat buruk

RSRQ (*Reference Signal Received Quality*): RSRQ adalah parameter yang mengukur kualitas sinyal referensi yang diterima oleh perangkat dari stasiun basis dalam jaringan seluler. RSRQ memberikan informasi tentang rasio antara kekuatan sinyal referensi dan tingkat interferensi serta kebisingan. Dengan demikian, RSRQ memberikan gambaran tentang kualitas sinyal relatif dan potensi interferensi dalam jaringan.

Tabel 3 Indikator RSRO [10]

Nilai	Kategori
>-10 dB	Sangat Baik
-10 ke -15 dB	Baik
-15 ke -20 dB	Normal
<= -20 dB	Buruk

2. Pengumpulan Data

Penelitian ini memerlukan pengumpulan data yang relevan untuk analisis. Data yang dapat dikumpulkan meliputi data pertumbuhan penduduk, kepadatan penduduk, perencanaan infrastruktur telekomunikasi, dan data kualitas layanan telekomunikasi. Data penduduk diperoleh dari sumber website resmi Badan Pusat Statistik (BPS), dinas penduduk setempat, operator telekomunikasi, atau melalui survei dan pengukuran lapangan. Data penduduk tersebut digunakan sebagai dasar penelitian terhadap penggantian RRU dengan AAU.

Tabel 4 Pertumbuhan dan Kepadatan Penduduk 2021-2022 Kota Cimahi

Kecamatan	Penduduk (ribu)	Laju Pertumbuhan Penduduk per tahun 2021-2022
Cimahi Selatan	243,48	0,54
Cimahi Tengah	162,04	0,12
Cimahi Utara	169,72	1,25

Tabel 5 Persentase dan Kepadatan Penduduk Kota Cimahi

Kecamatan	Persentase Penduduk	Kepadatan Penduduk per km2
Cimahi Selatan	42,33%	16.385
Cimahi Tengah	28,17%	12.021
Cimahi Utara	29,50%	12.003

Data kualitas internet di wilayah Kota Cimahi dapat diakses pada website resmi dari speedtest, pada website tersebut ditampilkan data nilai download (Mbps), upload (Mbps), dan latency (ms) yang diambil berdasarkan rata – rata kecepatan internet di wilayah Kota Cimahi.

Proses download dan upload merupakan istilah yang umum digunakan dalam transfer data melalui jaringan internet. Download merujuk pada tindakan mengunduh atau menerima data dari server atau sumber lainnya ke perangkat pengguna, sedangkan upload adalah proses mengunggah atau mengirimkan data dari perangkat pengguna ke server atau tujuan lainnya. Download dan upload menjadi fokus utama dalam menganalisis kualitas jaringan internet. Kecepatan download dan upload menjadi parameter penting yang akan dievaluasi untuk memahami performa jaringan yang dialami oleh pengguna. Selain itu, perbedaan kecepatan antara download dan upload juga akan diperhatikan dalam penelitian ini. Mbps merupakan satuan untuk mengukur kecepatan transfer data dalam jaringan. Kecepatan internet yang diukur dalam Mbps mengacu pada berapa banyak data yang dapat diunduh atau diunggah dalam satu detik.



Gambar 2 Kecepatan Internet di Wilayah Cimahi

Latency ("ping") diartikan sebagai waktu tunda atau jeda yang terjadi antara pengiriman dan penerimaan data saat berkomunikasi antara perangkat pengguna dan server tujuan melalui jaringan internet. Pengukuran latency dalam milidetik (ms) digunakan sebagai indikator kualitas jaringan yang relevan untuk penelitian ini.



Gambar 3 Cakupan Jaringan Provider XL di Cimahi Selatan

Pada *website* resmi nperf terlihat cakupan jaringan yang digunakan pada wilayah Cimahi Selatan, pada *website* tersebut diperlihatkan area 4G dan 4G+.

3. Penentuan Lokasi

Lokasi *tower* yang dilakukan pekerjaan *swap* RRU berada di wilayah Cibeureum, Kota Cimahi dengan *Long Lat*: -6.909889, 107.561539. Pada Gambar 4 terlihat di wilayah lokasi *tower* berada merupakan wilayah padat penduduk. Pekerjaan *swap* pada *tower* dapat dipengaruhi oleh tingginya *user* pada daerah tersebut.



Gambar 4 Lokasi Tower Menggunakan Satelit Google Earth

4. Analisis Data

Perfoma: dari antena *existing* dengan antena baru yang diinstal, antena *existing* yang sudah terinstal sebelumnya pada *tower* terdapat 3 buah antena AMB4519R5v06. Antena baru yang diinstal berupa antena AAU dengan jumlah 3 buah. Pekerjaan yang dilakukan merupakan *swap* yaitu penambahan antena AAU untuk menggantikan RRU. Analisis kualitas jaringan dengan menggunakan data RSRP, RSRQ, dan SINR. Dengan membandingkan dengan teori, kualitas jaringan yang didapatkan pada antena AMB, nilai RSRP masuk ke dalam kategori Baik, nilai RSRQ masuk ke dalam kategori Normal, dan SINR masuk ke dalam Normal.

Tabel 6 RSRP, RSRQ, dan SNR antena AMB

RSRP(dBm)	RSRQ(dB)	SNR(dB)
-91	-18	4
-85	-20	6
-77	-17	7.6

Desain dan pemodelan:

RRU sebelum digantikan oleh AAU:



Gambar 5 RRU5502

Desain antena sebelum dilakukan pekerjaan swap:

Tabel 7 Paramater Antena Existing

Sektor	Azimuth	MT	ET	Height
1	50	2	4	34
2	165	2	2	34
3	285	2	4	34



Gambar 6 Label Antena Existing AMB4519R5v06 (Huawei)

Gambar 7 adalah kondisi antena exisiting yang digunakan sebelum dilakukan *swap* pada *tower*, pada sektor tersebut hanya ada 1 antena yang terpasang. *Provider* XL pada *tower* yang teliti, sebelum penambahan antena mempunyai 3 antena yang dipasang pada 3 sektor yang berbeda.



Gambar 7 Antena Existing pada Tower (Huawei)

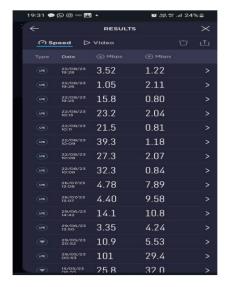
Manajemen Koordinasi Antena: Pada penelitian ini hasil VSWR digunakan sebagai salah satu parameter untuk jaringan yang telah dilakukan *swap*, nilai VSWR yang baik memberikan kualitas jaringan yang layak untuk digunakan di wilayah sinyal dipancarkan. Nilai VSWR yang baik tidak melebihi 1.30. Nilai VSWR didapatkan dari simulasi. Selain VSWR indikator alarm juga harus diperhatikan, *capture* alarm juga didapatkan dari simulasi alarm, apabila terdapat alarm yang hidup pada simulasi tersebut, maka terdapat masalah yang terjadi dan perlu dilakukan perbaikan. Alarm akan hidup apabila terjadi kesalahan dan dapat berdampak pada kualitas sinyal yang dihasilkan.

B. Aplikasi Pendukung

Aplikasi yang digunakan yaitu sebagai pendukung supaya didapatkan hasil dari penambahan antena AAU pada *tower*.

110

1. Speedtest



Gambar 8 Hasil yang Didapatkan Menggunakan Speedtest

Speedtest.net adalah platform online populer untuk menguji kecepatan internet. Ini menyediakan antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan bagi pengguna untuk mengukur kecepatan koneksi internet mereka, termasuk kecepatan unduh, kecepatan unggah, dan ping (latensi) ke berbagai lokasi server di seluruh dunia.

2. G-NetTrack



Gambar 9 Hasil yang Didapatkan Menggunakan G-NetTrack

G-NetTrack merupakan sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk melakukan pengukuran dan pemantauan jaringan seluler pada perangkat seluler. Aplikasi ini menyediakan informasi rinci mengenai kekuatan sinyal, kualitas sinyal, kecepatan unduh dan unggah, serta parameter teknis lainnya yang terkait dengan jaringan seluler yang sedang digunakan. Dalam penelitian ini, *G-NetTrack* digunakan sebagai alat untuk mengumpulkan data empiris mengenai performa jaringan seluler di berbagai lokasi. Aplikasi ini memungkinkan peneliti untuk melakukan pengukuran kecepatan internet, pemetaan jaringan, serta analisis parameter jaringan seperti *delay*, *jitter*, dan kekuatan sinyal.

Data yang diperoleh melalui *G-NetTrack* digunakan untuk menganalisis kualitas layanan jaringan seluler, mengidentifikasi area dengan cakupan sinyal yang lemah, mengevaluasi performa operator jaringan, dan membandingkan performa jaringan seluler di berbagai lokasi. Hasil penelitian menggunakan *G-NetTrack* memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai kondisi jaringan

seluler, serta memberikan rekomendasi atau solusi yang relevan untuk meningkatkan kualitas layanan dan pengalaman pengguna dalam menggunakan jaringan seluler.

3. NetMonster



Gambar 10 Hasil yang Didapatkan Menggunakan NetMonster

NetMonster merupakan sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk memantau dan menganalisis jaringan seluler pada perangkat seluler. Aplikasi ini memberikan informasi terperinci mengenai kekuatan sinyal, jenis jaringan, kecepatan unduh dan unggah, serta parameter teknis lainnya yang terkait dengan jaringan seluler yang sedang digunakan. Dalam penelitian ini, NetMonster digunakan sebagai alat untuk mengumpulkan data empiris tentang performa jaringan seluler di berbagai lokasi. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk melakukan pemantauan real-time terhadap kekuatan sinyal dan kualitas jaringan seluler yang sedang digunakan.

Data yang diperoleh melalui *NetMonster* digunakan untuk menganalisis kualitas layanan jaringan seluler, mengidentifikasi area dengan cakupan sinyal yang lemah, mengevaluasi performa operator jaringan, serta membandingkan performa jaringan seluler di berbagai lokasi. Hasil penelitian yang menggunakan *NetMonster* memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai kondisi jaringan seluler, serta memberikan rekomendasi atau solusi yang relevan untuk meningkatkan kualitas layanan dan pengalaman pengguna dalam menggunakan jaringan seluler.

III. HASIL DAN DISKUSI

Setelah antena AAU diinstall, *provider* XL pada *tower* tersebut mempunyai 6 antena yang aktif digunakan, antena *existing* AMB digunakan untuk frekuensi 900MHz yang digunakan untuk GSM atau konfigurasinya menjadi G900. Sedangkan AAU digunakan frekuensi LTE 900MHz, 1.800MHz, dan 2.100MHz, maka setelah instalasi penambahan antena konfigurasi akhirnya adalah G900+L900+L1.800+L2.100. Dengan adanya frekuensi LTE 900 MHz, 1.800 MHz, dan 2.100 MHz, antena AAU dapat mendukung implementasi jaringan LTE (*Long-Term Evolution*) yang lebih canggih dan meningkatkan kapasitas jaringan secara keseluruhan.

Hasil Performa Antena setelah penambahan AAU:

Pengambilan nilai RSRP, RSRQ, dan SNR dilakukan pada waktu yang sama, pengambilan nilai tersebut dilakukan pada pagi hari jam 10 WIB, masing-masing dilakukan pengambilan data sebanyak tiga kali, untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih akurat. Merujuk pada teori penunjang, nilai RSRP sangat baik, RSRQ baik, dan SNR normal.

Tabel 8 RSRP, RSRQ, dan SNR Setelah Penambahan AAU

RSRP (dBm)	RSRQ (dB)	SNR (dB)
-68	-11	1
-72	-10	1
-76	-10	4

LTE	22/08/23 10:13	23.2	2.04	>
LTE	22/08/23 10:11	21.5	0.81	>
LTE	22/08/23 10:09	39.3	1.18	>
LTE	22/08/23 10:08	27.3	2.07	>
LTE	22/08/23 10:06	32.3	0.84	>

Gambar 11 Kecepatan Unggah dan Unduh Setelah Penambahan AAU

Untuk nilai kecepatan unduh paling tinggi yang didapatkan yaitu 39.3 Mbps, sedangkan nilai terkecil didapatkan 21.5 Mbps. Untuk nilai terbesar kecepatan unggah didapatkan 2.07 Mbps, sedangkan nilai terkecil didapatkan 0.81 Mbps. Pada hasilyang didapatkan tersebut dapat dilihat bahwa nilai kecepatan unduh dan unggah memiliki perbedaan yang cukup jauh, berdasarkan kecepatan rata-rata kecepatan unduh di wilayah Kota Cimahi, nilai unduh yang didapatkan pada *provider* XL yang sedang diteliti memiliki nilai di atas rata – rata. Sebaliknya nilai unggah jauh di bawah rata – rata kecepatan di Kota Cimahi. Selisih nilai kecepatan unduh dan unggah yang drastis dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satu penyebabnya adalah terjadi kesalahan dalam proses install.

Desain dan Pemodelan Sistem Antena:



Gambar 12 Label AAU

Tabel 9 Parameter Antena AAU

Sektor	Azimuth	MT	ET	Height
1	40	0	5	34
2	160	0	5	34
3	290	0	5	34



Gambar 13 Kondisi Antena AAU Setelah Diinstal

Perbedaan antara RRU dan AAU yaitu terlihat pada label masing – masing perangkat. Pada RRU tertulis 4T4R:

- "4T" (*Four Transmit*) merujuk pada jumlah saluran transmisi yang digunakan dalam sistem. Dalam hal ini, ada empat saluran transmisi yang tersedia.
- "4R" (*Four Receive*) merujuk pada jumlah saluran penerimaan yang digunakan dalam sistem. Dalam hal ini, ada empat saluran penerimaan yangtersedia.

Dengan demikian, "4T4R" mengindikasikan bahwa RRU memiliki empat saluran transmisi dan empat saluran penerimaan yang dapat digunakan secara bersamaan.

Pada AAU tertulis 32T3R:

- "32T" (*Thirty-Two Transmit*) merujuk pada jumlah saluran transmisi yang digunakan dalam sistem. Dalam hal ini, terdapat tiga puluh dua saluran transmisi yang tersedia.
- "32R" (*Thirty-Two Receive*) merujuk pada jumlah saluran penerimaan yang digunakan dalam sistem. Dalam hal ini, terdapat tiga puluh dua saluran penerimaan yang tersedia.

Dengan demikian, "32T32R" mengindikasikan bahwa AAU (*Active Antenna Unit*)memiliki tiga puluh dua saluran transmisi dan tiga puluh dua saluran penerimaan yang dapat digunakan secara bersamaan.

Perbedaan dari 4T4R dengan 32T3R:

- 1. Jumlah Saluran Transmisi dan Penerimaan:
- 4T4R: Pada konfigurasi 4T4R, terdapat empat saluran transmisi dan empat saluran penerimaan yang digunakan secara bersamaan. Ini berarti sistem dapat mentransmisikan dan menerima empat aliran data terpisah secara simultan.
- 32T32R: Pada konfigurasi 32T32R, terdapat tiga puluh dua saluran transmisi dan tiga puluh dua saluran penerimaan yang digunakan secara bersamaan. Ini berarti sistem dapat mentransmisikan dan menerima tiga puluh dua aliran data terpisah secara simultan.
- 2. Kapasitas Jaringan:
- 4T4R: Dengan empat saluran transmisi dan empat saluran penerimaan, konfigurasi 4T4R dapat meningkatkan kapasitas jaringan dengan mendukung empat aliran data terpisah secara simultan. Hal ini dapat meningkatkan kecepatan transfer data dan kualitas sinyal bagi pengguna yang terhubung ke jaringan tersebut.
- 32T32R: Dengan tiga puluh dua saluran transmisi dan tiga puluh dua saluran penerimaan, konfigurasi 32T32R dapat memberikan kapasitas jaringan yang jauh lebih besar. Ini memungkinkan sistem untuk mentransmisikan dan menerima tiga puluh dua aliran data terpisah secara simultan, yang dapatmendukung lalu lintas yang lebih tinggi dan pengguna yang lebih banyak.

114

Peningkatan kapasitas: Antena AMB dan AAU memungkinkan implementasi teknologi MIMO (*Multiple-Input Multiple-Output*), yang memanfaatkan *multiple* antena untuk mentransmisikan dan menerima sinyal secara paralel. Dengan menambah antena AAU, jumlah antena yang tersedia di *tower* akan bertambah, sehingga kapasitas jaringan dapat ditingkatkan. Lebih banyak antena yang aktif berarti lebih banyak saluran yang tersedia untuk mentransfer data secara simultan, meningkatkan kapasitas dan kecepatan jaringan.

Penghematan ruang dan efisiensi energi: Antena AMB dan AAU memungkinkan penggabungan fungsi-fungsi yang sebelumnya terdapat pada beberapa antena menjadi satu unit. Dengan menggabungkan fungsi-fungsi ini dalam satu antena, penggunaan ruang pada *tower* dapat dioptimalkan. Selain itu, antena AAU juga dapat dikendalikan secara dinamis untuk mengarahkan sinyal hanya ke arah yang dibutuhkan, mengurangi interferensi dan penggunaan energi yang tidak perlu.

Penyediaan layanan yang lebih baik: Dengan menggunakan antena AMB dan AAU, operator telekomunikasi dapat mengoptimalkan penyebaran sinyal dan meningkatkan kualitas layanan. Antena AMB memungkinkan pembentukan berbagai balok sinyal yang dapat diarahkan ke arah yang berbeda secara independen, sehingga memungkinkan peningkatan cakupan dan kualitas sinyal di berbagai area. Antena AAU dapat digunakan untuk mengatur pengaturan *beamforming* dan memfokuskan sinyal ke arah pengguna yang membutuhkan, meningkatkan efisiensi dan keandalan komunikasi.

Kemudahan pengelolaan jaringan: Dengan menggunakan antena AMB dan AAU, operator telekomunikasi dapat mengelola jaringan secara lebih efisien. Antena AMB dan AAU dapat dikonfigurasi dan dikendalikan secara terpusat melalui perangkat lunak pengelolaan jaringan. Ini memungkinkan operator untuk melakukan pemetaan dan pemantauan yang lebih baik terhadap jaringan, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan mengatasi masalah jaringan dengan cepat.

Manajemen Koordinasi Antena:

Pada simulasi alarm dan tes VSWR, didapatkan hasil seperti pada tabel 10, hasil VSWR dinyatakan baik dan hasilnya sukses, hasil VSWR pada simulasi tersebut tidak lebih dari 1.30, nilai tersebut merupakan standar yang ditetapkan untuk maksimal nilai VSWR yang dihasilkan.

VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*) yang optimal memiliki dampak signifikan terhadap kinerja dan efisiensi antena. VSWR merupakan indikator sejauh mana antena cocok dengan impedansi sistem transmisi yang terhubung dengannya. Ketika VSWR memiliki nilai rendah, menunjukkan kesesuaian yang baik antara antena dan sistem transmisi, sedangkan nilai VSWR yang tinggi menandakan adanya ketidakcocokan atau pantulan sinyal.

	Severity \$	MO Name ‡			Name ‡
	Major	4510552E_LTE_PUSDIKOM_CIBEUREUM_CI			BTS Door Open
	Warning	4510552E_LTE_PUSDIKOM_CIBEUREUM_CI			Cell PCI Conflict
	Major	4510552E_LTE_PUSDIKOM_CIBEUREUM_CI			Rectifier Door Open
	Warning	eNodeB Function	on Name=4510552E	_LTE_PU	■ X2 Interface Fault
	Severity \$	User Label	Alarm Source \$	Name ‡	
-	10 0 1				
	Severity \$	User Label JAW-JB-CMH_	Alarm Source \$ 4510552E_LTE_P	1	erface Fault
		1	4510552E_LTE_P	■ X2 Inti	
	Warning	JAW-JB-CMH	57,000.000 EXECUTION	■ X2 Inti	Configuration Exceeding
-	Warning Major	JAW-JB-CMH_ JAW-JB-CMH_	4510552E_LTE_P 4510552E_LTE_P	X2 Into Data C Cell PCI C	Configuration Exceeding

Gambar 16 Hasil Simulasi Alarm

Tabel 10 Hasil Simulasi VSWR

Site Name	VSWR	Keterangan
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.06	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.07	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.19	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.20	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.22	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.18	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.08	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.02	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.09	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.14	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.23	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.08	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.11	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.24	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.10	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.07	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.11	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.14	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.13	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.17	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.03	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.16	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.15	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.07	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.05	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.16	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.13	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.09	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.07	Sukses
4510552E_Pusdikom_Cibeureum_Cimahi	1.20	Sukses

IV. KESIMPULAN

Perbedaan fungsi antena existing setelah penambahan AAU yaitu antena AMB hanya digunakan untuk meliputi jaringan GSM, sedangkan AAU meliputi jaringan 4G. Perbedaan AAU dan RRU terletak pada spesifikasi 4T4R dengan 32T32R. Perbedaan yang pertama dari 4T4R dengan 32T3R adalah jumlah saluran transmisi dan penerimaan. Pada konfigurasi 4T4R, terdapat empat saluran transmisi dan empat saluran penerimaanyang digunakan secara bersamaan. Ini berarti sistem dapat mentransmisikan dan menerima empat aliran data terpisah secara simultan. Pada konfigurasi 32T32R, terdapat tiga puluh dua saluran transmisi dan tiga puluh dua saluran penerimaan yang digunakan secara bersamaan. Ini berarti sistem dapat mentransmisikan dan menerima tiga puluh dua aliran data terpisah secara simultan. Perbedaan yang kedua adalah kapasitas jaringan. Pada konfigurasi 4T4R: dengan empat saluran transmisi dan empat saluran penerimaan, konfigurasi 4T4R dapat meningkatkan kapasitas jaringan dengan mendukung empat aliran data terpisah secara simultan. Hal ini dapat meningkatkan kecepatan transfer data dan kualitas sinyal bagi pengguna yang terhubung ke jaringan tersebut. Pada konfigurasi 32T32R: dengan tiga puluh dua saluran transmisi dan tiga puluh dua saluran penerimaan, konfigurasi 32T32R dapat memberikan kapasitas jaringan yang jauh lebih besar. Ini memungkinkan sistem untuk mentransmisikan dan menerima tiga puluh dua aliran data terpisah secara simultan, yang dapat mendukung lalu lintas yang lebih tinggi dan pengguna yang lebih banyak. Nilai parameter kualitas jaringan pada provider XL yaitu –SNR(dB): 1,1,4; RSRQ(dB): -11,-10,-10; RSRP(dBm):-68,-72,-76 nilai tersebut membaik dibandingkan nilai sebelum menggunakan AAU. Untuk kecepatan internet, nilai unduh 39 Mbps dengan nilai unggah 2,07 Mbps. Untuk nilai VSWR tidak lebih dari 1.30. Sehingga nilai parameter yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa kekuatan dan kualitas jaringan dapat dikategorikan baik, nilai unggah berada di atas rata – rata kecepatan internet Kota Cimahi dan VSWR yang dihasilkan baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan dosen dan mahasiswa Teknik Elektro Universitas Jenderal Achmad Yani atas doa dan dukungannya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Yuliana, N. Made, D. Putri, and S. Basuki, "Optimasi Jaringan 4G LTE Pada Area Padat Penduduk Menggunakan Antena Multisektoral," *Jurnal Teknologi Rekayasa*), vol. 5, no. 1, 2020, doi: 10.31544/jtera.v5.i1.2020.81-92.
- [2] R. Supriyatin, A. E. Pravitasari, and D. O. Pribadi, "Pemetaan Karakteristik Wilayah Urban dan Rural Di Wilayah Bandung Raya Dengan Metode Spatial Clustering," *Jurnal Geografi*, vol. 12, no. 02, p. 125, Aug. 2020, doi: 10.24114/jg.v12i02.17647.
- [3] I. Saputra *et al.*, "Penerapan Cyber City: Tingkat Ketercapaian Dan Penilaian Masyarakat Di Kota Cimahi."
- [4] Anonim,"Profil Kota Cimahi 2017", https://disdukcapil.cimahikota.go.id/wpcontent/uploads/2020/03/PROFIL-CIMAHI-2017/., 2020.
- [5] P. Mulyawati. dkk, "Makalah Teknologi Jaringan Akses Long Term Evolution (LTE)," Makasar, Universitas Hasanudin, 2013.
- [6] M.Hasan Junaidi, "Pembangunan Bts Dan Perencanaan Zona Persebaran BTS Bersama Kabupaten Sampang", *EXTRAPOLASI Jurnal Teknik Sipil Untag Surabaya*,vol. 8, no. 2, pp. 217–234, Desember 2015.
- [7] K. Sigit, Telekomunikasi: Konsep Fundamental Telkomunikasi. 2013.
- [8] ETSI, "ETSI TR 103 526," 2018.
- [9] H. Muchtar and T. Firmansyah, "Perancangan Dan Simulasi Antena Helix Pada Frekuensi 2,4 GHz," *Jurnal Elektum*, vol. 15, no. 2.
- [10] U. A. Rosid, "Penerarapan Aplikasi Web Upload Download Menggunakan Php Pada Laboratorium Komputer Lp3i Tasikmalaya", [Online]. Available: https://ojs.unigal.ac.id/index.php/jsig/index