

JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY

TEKNOLOGI

Pemodelan dan Rancang Bangun Sistem Komunikasi Optik pada Daerah Gudang Kariangau Balikpapan

Amalia Rizqi Utami, Ahmad Jimly Hanif, Ramda Marizal

Analisa Perubahan Pembebanan Terhadap Arus Exitasi Unit 1 Pada PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Teluk Sirih

Sepannur Bandri, Zuriman Anthony, Rafika Andari

Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Suhu dan Kelembaban Pada Kandang Ayam Petelur Berbasis Iot dengan Integrasi Blynk Cloud

Ni Ketut H.D. , Ferdi Zakaria, Ade Sena Permana

Studi Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV pada Penyulang DPRD ULP Cianjur Kota Menggunakan ETAP

Giri Angga Setia, Fathul Muhammad Nur, Fauzia Haz

Rancang Bangun Aplikasi Pengukuran Tingkat Kebugaran Berbasis Android

Efdi Aditya Pratama , Muhammad Jumnahdi, M Yonggi Puriza

ISSN 1693-4989



9 771693 498955



Program Studi Teknik Elektro
Universitas Jenderal Achmad Yani

Vol. 21, No. 1, Juni 2023

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

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.

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 Elektronika & 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 Najmurokhman, 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. Fakhruddin 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. (Politeknik Industri Logam Morowali, 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 Rancang Bangun Sistem Komunikasi Optik FTTH pada Daerah Gudang Kariangau Balikpapan

Amalia Rizqi Utami, Ahmad Jimly Hanif, Ramda Marizal 1 – 13

Analisa Perubahan Pembebanan Terhadap Arus Exitasi Unit 1 Pada PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Teluk Sirih

Sepannur Bandri, Zuriman Anthony, Rafika Andari 14 - 27

Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Suhu dan Kelembaban Pada Kandang Ayam Petelur Berbasis Iot dengan Integrasi Blynk Cloud

Ni Ketut H.D. , Ferdi Zakaria, Ade Sena Permana 28 - 37

Studi Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV pada Penyulang DPRD ULP Cianjur Kota Menggunakan ETAP

Giri Angga Setia, Fathul Muhammad Nur, Fauzia Haz 38 - 48

Rancang Bangun Aplikasi Pengukuran Tingkat Kebugaran Berbasis Android

Efdi Aditya Pratama , Muhammad Jumnahdi, M Yonggi Puriza 49 - 58

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.1 Juni 2023. Pada edisi ini menerbitkan lima (5) artikel di bidang Teknik Elektro. Artikel tersebut yakni : (1) Pemodelan dan Rancang Bangun Sistem Komunikasi Optik FTTH Menggunakan Software Optisystem pada Daerah Gudang Kariangau, (2) Analisa Perubahan Pembebanan Terhadap Arus Exitasi Unit 1 Pada PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Teluk Sirih, (3) Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Suhu dan Kelembaban Pada Kandang Ayam Petelur Berbasis Iot dengan Integrasi Blynk Cloud , (4) Studi Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV pada Penyulang DPRD ULP Cianjur Kota Menggunakan ETAP, (5) Rancang Bangun Aplikasi Pengukuran Tingkat Kebugaran Berbasis Android,.

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. 1 Juni 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, Agustus 2023

Dewan Redaksi

Pemodelan dan Rancang Bangun Sistem Komunikasi Optik FTTH pada Daerah Gudang Kariangau Balikpapan

Amalia Rizqi Utami¹⁾, Ahmad Jimly Hanif^{2*)}, Ramda Marizal³⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Elektro
Jurusan Teknologi Industri dan Proses
Institut Teknologi Kalimantan
Jln. Soekarno Hatta Km 15 Balikpapan 76127

*Korespondensi: 04171007@student.itk.ac.id

Abstrak

Sistem komunikasi serat optik memanfaatkan cahaya sebagai gelombang informasi yang akan dikirimkan. Pada bagian pengirim terdapat sebuah sumber optik yang berfungsi mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik yaitu berupa berkas cahaya yang diteruskan ke kanal informasi yang terbuat dari serat optik. Daerah gudang kariangau merupakan wilayah dengan potensi komunikasi optik yang bisa dibangun. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk melakukan pemodelan dan rancang bangun sistem komunikasi optik yang berbasis FTTH menggunakan *software Optisystem* pada daerah gudang kariangau, Balikpapan. Analisa dilakukan dengan melakukan perancangan simulasi menggunakan *OptiSystem* dan perhitungan menggunakan *Power Link Budget*. Kesimpulan yang didapatkan dari hasil simulasi dan perhitungan, hasil dari daya maksimum dan margin daya diperoleh hasil yang baik dan sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Kata Kunci :FTTH,optik, *power link budget*, telekomunikasi.

Abstract

Serat optik communication systems utilize light as a wave of information to be sent. At the sending side there is an optikal source that functions to convert electrical signals into optikal signals in the form of light beams that are forwarded to an information channel made of optikal Serat. The Kariangau warehouse area is an area with optikal communication potential that can be built. Therefore this research was conducted to model and design an FTTH-based optikal communication system using optisystem software in the Kariangau Warehouse area, Balikpapan. The analysis is carried out by designing a simulation using OptiSystem and calculating using Power Link Budget. The conclusions obtained from the simulation and calculation results, the results of the maximum power and power margin obtained good results and are in accordance with established standards.

Keywords : FTTH,optik,*power link budget*, telecommunication.

I. PENDAHULUAN

Info Makalah:

Dikirim : 04-03-2023;
Revisi 1 : 07-03-2023;
Revisi 2 : mm-dd-yy;
Diterima : 08-08-2023.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-853-4519-1575
e-mail : 04171007@student.itk.ac.id

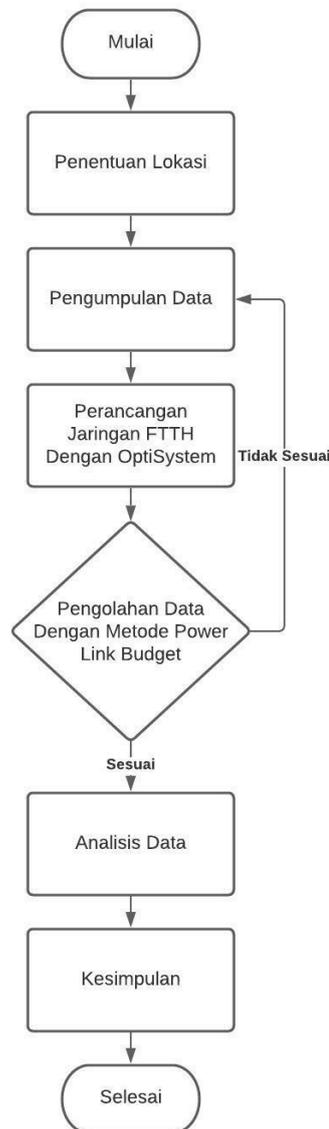
Serat optik merupakan satu jenis kabel yang terbuat dari bahan kaca atau sejenis plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, dan dapat digunakan untuk mengirim sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Sumber cahaya yang digunakan biasanya adalah laser. Kabel serat optik ini berdiameter lebih kurang 120 mikrometer. Sebelum instalasi dimulai, biasanya teknisi akan melakukan survey secara langsung ke lokasi yang dituju. Tidak jarang teknisi melakukan instalasi secara coba – coba (*trial and error*) sampai mendapatkan nilai dan instalasi yang efisien (*Power Link Budget*).

Power link budget merupakan suatu perhitungan untuk menghitung rugi – rugi yang dialami di dalam sistem optik yang dilalui. Sesuai standar dari PT.Telkom, daya optik yang akan diterima oleh pengguna adalah $\pm 13 - 22$ dB. Hal ini didapatkan setelah daya optik mengalami rugi rugi selama pengirimannya.

Seperti contohnya pada ODP dan ODC akan mengalami rugi – rugi *splitter* sebesar ± 10 dB jika menggunakan *splitter* 1:8. Berdasarkan latar belakang di atas maka peneliti tertarik untuk meneliti tentang bagaimana merancang sebuah simulasi sistem komunikasi optik pada kawasan gudang kariangau, Balikpapan.

II. METODE

Pada penelitian ini dilakukan pembahasan mengenai analisis performansi jaringan telekomunikasi dari OLT (*Optikal line Termination*) hingga ONT (*Optikal Network Termination*) pada gudang kariangau, Balikpapan. Alur penyelesaian dari penelitian ini dapat terlihat pada gambar dibawah ini.

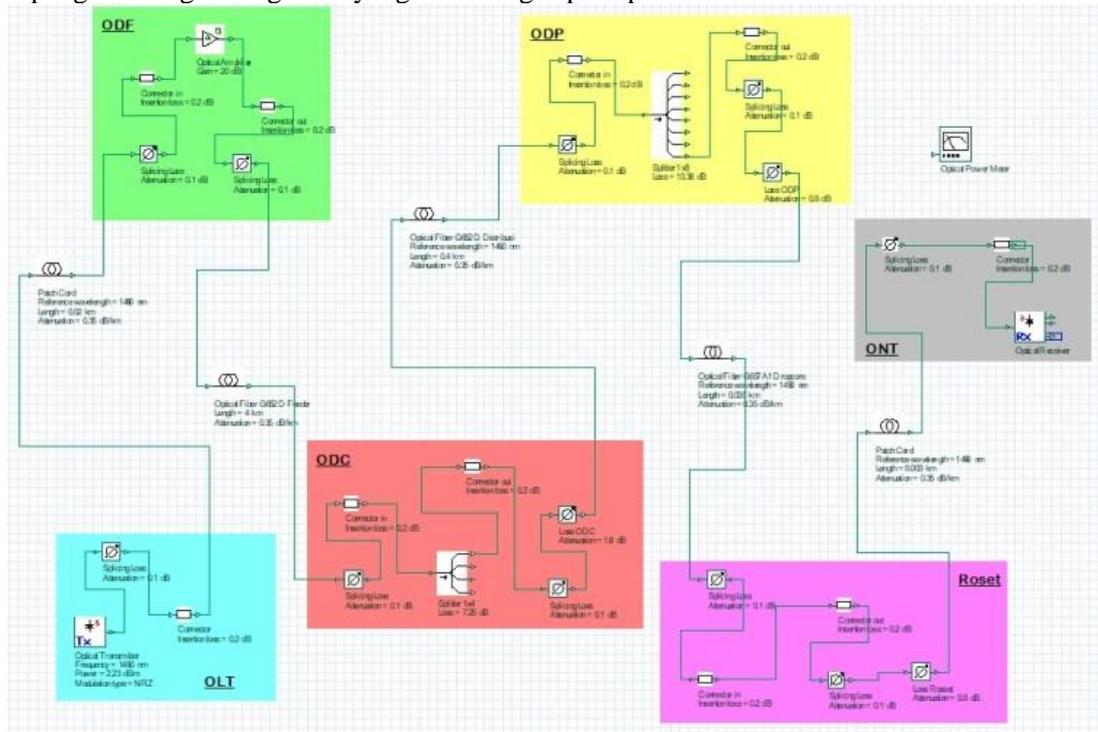


Gambar 1. Diagram alir penelitian

Terdapat beberapa tahapan yang dilalui untuk dilakukannya penelitian ini seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 diagram alir penelitian, dengan rincian sebagai berikut :

1. Penentuan Lokasi
Sebelum melakukan sebuah perancangan suatu jaringan dilakukan sebuah survey lapangan untuk penentuan lokasi untuk melaksanakan perancangan jaringan optik
2. Pengumpulan Data
Setelah menentukan lokasi untuk mengetahui jaringan maka selanjutnya dilakukan sebuah pengumpulan data yang dilakukan pada gudang kariangau.
3. Perancangan Jaringan FTTH dengan *OptiSystem*

Setelah mendapatkan sebuah data maka diperlukan sebuah perancangan Jaringan FTTH dengan menggunakan *software OptiSystem* sebelum dilakukan perancangan secara langsung dilapangan. Dengan rangkaian yang dirancang seperti pada Gambar 2.

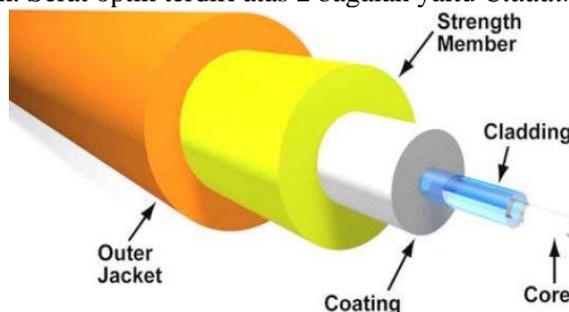


Gambar 2. Simulasi sampel pelanggan

4. Pengolahan data dengan metode perhitungan *Power Link Budget*
Setelah mendapatkan data dari lapangan maka dilakukan dengan menggunakan perhitungan *power link budget*.
5. Analisis Data
Pada tahap ini dilakukan sebuah analisis data dengan membandingkan hasil yang diperoleh dari simulasi dan perhitungan *power link budget*.
6. Kesimpulan
Pada kesimpulan ini digunakan untuk memberikan ringkasan secara keseluruhan dari hasil yang telah diperoleh setelah dilakukannya serangkaian percobaan.

III. HASIL DAN DISKUSI

Serat Optik adalah saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk menghantarkan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Transmisi serat optik adalah proses penyampaian informasi berupa sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain dengan menggunakan media penghantar serat optik. Serat optik terdiri atas 2 bagian yaitu *Cladding* dan *Core*.

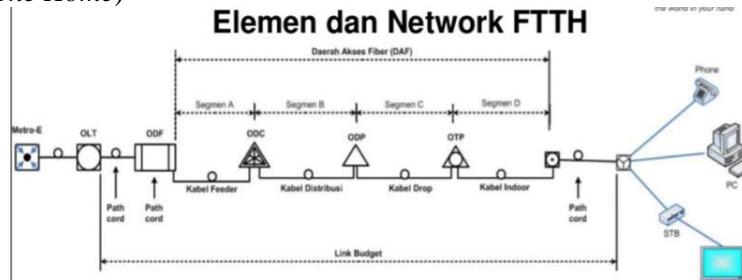


Gambar 3. Struktur Serat optik

Ada 3 bagian inti yang terdapat pada kabel serat optik , yaitu *cladding* , *core* dan *coating*.

Serat Optik memiliki 2 (dua) jenis *mode* perambatan yaitu *single mode* dan *multi mode*. Pada *single mode*, serat optik memiliki *core* yang sangat kecil dimana diameter mendekati panjang gelombang yang memungkinkan cahaya masuk kedalamnya tidak dipantulkan ke dinding *cladding*. Sedangkan pada *multi mode*, serat optik memiliki *core* dengan diameter yang sedikit lebih besar yang membuat laser didalamnya akan memantul di dinding *cladding* dan menyebabkan berkurangnya *bandwidth*.

A. FTTH (*Fiber To The Home*)



Gambar 4. Konfigurasi *fiber to the home* (FTTH)

Secara umum jaringan FTTH/B dapat dibagi menjadi empat Segmen catuan kabel selain perangkat aktif seperti OLT (*Optikal Line Terminal*) dan ONU/ONT (*Optikal Network Termination*).

Pada *Fiber To The Home* (FTTH) dibutuhkan beberapa perangkat pendukung terhubungnya suatu jaringan akses yaitu sebagai berikut:

1. *Optikal Line Termination* (OLT)

Titik akhir (*end-point*) dari layanan jaringan optik *Optikal Line Terminal* (OLT) atau biasa disebut juga dengan optikal pasif. Perangkat ini mempunyai dua fungsi utama, antara lain melakukan konversi antara sinyal listrik yang digunakan oleh penyedia layanan dan sinyal optik yang digunakan oleh jaringan optik pasif *Optikal Distribution Cabinet* (ODC)

2. *Optikal Distribution Cabinet* (ODC)

Suatu perangkat pasif yang diinstalasi di-*indoor* atau *outdoor*. Perangkat ini berfungsi sebagai titik terminasi ujung kabel *feeder* dan pangkal kabel distribusi.

3. *Optikal Distribution Point* (ODP)

Optikal Distribution Point (ODP) merupakan tempat dari terminasi kabel jaringan optik yang menghubungkan kabel serat optik distribusi dan kabel *drop* menuju pelanggan.

4. *Optikal Network Termination* (ONT)

Optikal Network Termination (ONT) merupakan perangkat yang dapat mengkonversikan sinyal optik menjadi sinyal elektrik. *Optikal Network Termination* (ONT) adalah perangkat aktif yang ditempatkan ke pelanggan dan dilengkapi oleh *port-port* layanan.

B. *OptiSystem*

OptiSystem merupakan sebuah *software* yang biasa digunakan untuk mendesain dan jaringan serat optik sebelum diimplementasikan secara real. *Software OptiSystem* ini lebih mudah diperoleh sehingga semua orang dapat mensimulasikan dan menghitung *loss* pada perangkat optik tanpa mengeluarkan biaya yang tinggi, dan mendapatkan tingkat keakuratan perhitungan menggunakan *software OptiSystem*.



Gambar 5. *Optisystem*

Pemodelan dan Rancang Bangun Sistem Komunikasi Optik FTTH pada Daerah Gudang Kariangau Balikpapan

(Ahmad Jimly Hanif, Ramda Marizal : Halaman 1 --13)

C. Power Link Budget

Power link budget merupakan perhitungan daya yang dilakukan pada suatu sistem transmisi yang didasarkan pada karakteristik saluran redaman serat optik, sumber optik dan sensitivitas detektor:

$$\alpha f = L \times Lf \dots\dots\dots 1)$$

Bentuk persamaan dari perhitungan margin daya dapat dituliskan secara matematis sebagai berikut :

$$M = (P_t - P_r) - \alpha_{total} - SM \dots\dots\dots 2)$$

Tabel 1. Standar instalasi FTTH pada PT Telkom

Nama Bagian	Satuan	Jumlah titik terminasi	Jumlah titik sambung	Loss (dB)	Margin System (dBm)
Power Transmitter / Optical Line Terminal (OLT)	Unit	-	-	-	1.5 s/d 5
Optical Distribution Frame (ODF)	Set	2	1	1.5	-
Optical Distribution Cabinet (ODC)	Set	2	2	1.5	-
Modular Passive Splitter 1:4	Buah	-	-	7.25	-
Modular Passive Splitter 1:32	Buah	-	-	17.45	-
Optical Distribution Point (ODP)	Set	1	1	0.8	-
PLC Passive Splitter 1:8	Buah	-	-	10.38	-
PLC Passive Splitter 1:16	Buah	-	-	13.25	-
Optical termination Point (OTP)	Buah	1	-	0.7	-
Roset	Buah	1	1	0.8	-
Optical Network Terminal (ONT) / Modem	Buah	-	-	-	-13.7 s/d -27.4
Pachcord (G-657 A2)	Per Km	-	-	0.35	-
Feeder Cable (G-652 D)	Per Km	-	-	0.35	-
Distribution Cable (G-652 D)	Per Km	-	-	0.35	-
Dropcore Cable (G-657 A1)	Per Km	-	-	0.35	-
Panjang Cahaya	Uplink 1310 nm		Downlink 1490 nm		



Gambar 6. Peta denah perancangan FTTH

Pada gambar diatas dapat diketahui denah para perancangan FTTH pada gudang kariangau Balikpapan.

Perhitungan sampel pelanggan secara teori menggunakan rumus *power link budget* dengan secara berikut:

Mencari nilai ap menggunakan standar PT Telkom

Luas ODC = 1,6db

Luas ODP = 0,8db

Luas roset = 0,8 db

Luas *splitter* ODP = 1:8 = 10,38 db

Luas *splitter* ODC = 1:4 = 7,25 db

Total nilai ap = 20,83 db

Mencari *loss* konektor

Loss konektor 0,2db

Splicing 0,1 db

Nilai as = 0,1 * 8 = 0,8

Nilai ac = 0,2 * 8 = 1,6

Loss serat = 0,35 db/km

Jarak olt ke odc = 0,2 km

Odc ke odp = 0,4 km

Odp ke ont = 1,75 km

Jarak olt total = 0,775 km

Jadi nilai af = $0,35 \cdot (0,2 + 0,4 + 0,175 + 0,775) = 0,5425$ db

Pr = pt - af - as - ac - ap = -17,7725 dbm

Tabel 2. Perbandingan hasil simulasi

Jenis pengujian	Besar daya ont (dBm)
Jenis pengujian menggunakan teori	-17,725
Menggunakan simulasi	16,854

Tabel 3. Analisis sampel pelanggan FTTH

Daya	Besar daya ont (dBm)
Daya transmit olt	6 dBm
Daya terima ont	-16,854
Lokasi	Karang joang, jalan pergudangan kariangau center

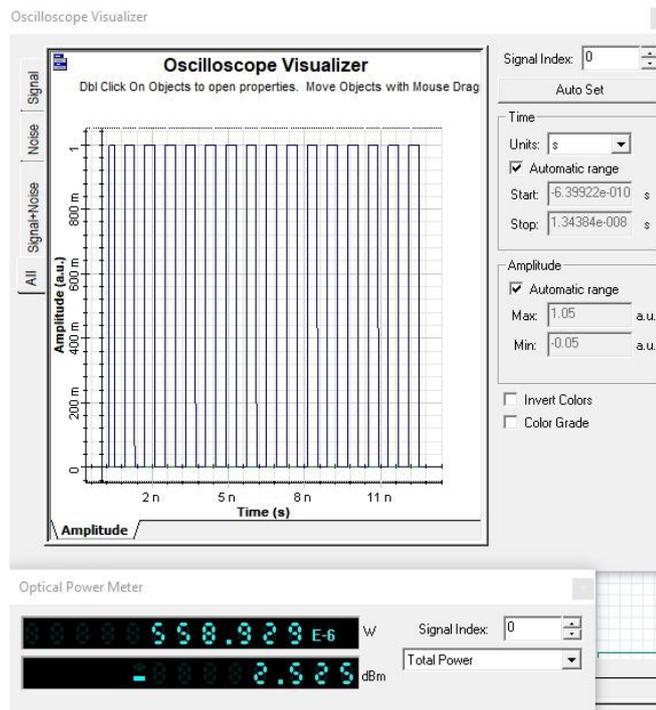
Selanjutnya melakukan uji *hardware Serat Optik Trainer* menggunakan simulasi.

Tabel 4. Spesifikasi *hardware* yang dibangun

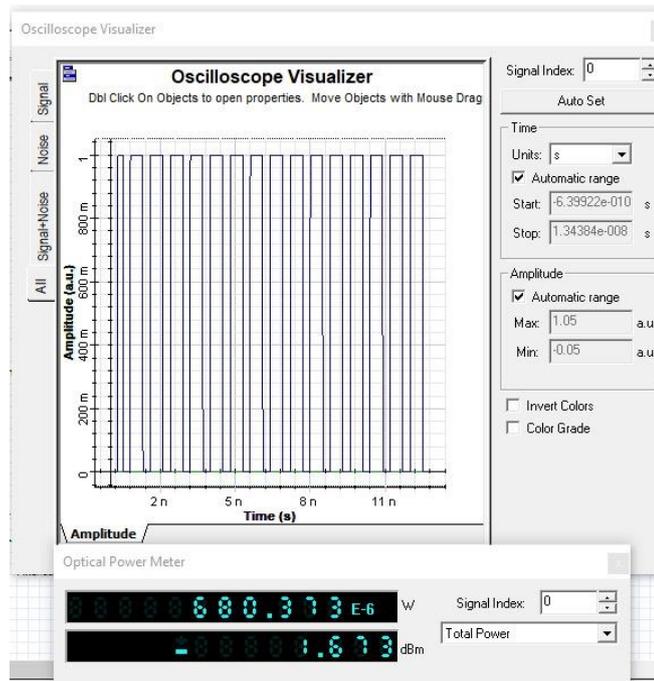
Nama bagian	Spesifikasi
<i>Optikal reference wavelength</i>	650 nm
Olt-odc (9m)	Kabel <i>patchvord</i> G-657 A1
Odc-odp(4m)	Kabel <i>patchvord</i> G-657 A1
Odp-ont(2m)	Kabel <i>patchvord</i> G-657 A2

Tabel 5. Perbandingan hasil simulasi

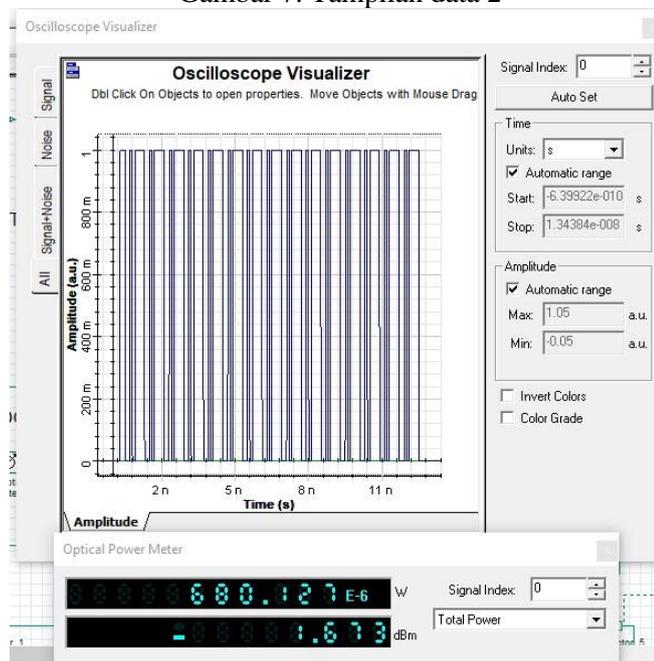
No	Data bit yang dikirim	Data bit yang diterima	Daya pada penerima
1	11-0000-11	11-0000-11	-2525 dbm
2	11-0001-11	11-0001-11	-1673 dbm
3	11-0010-11	11-0010-11	-1673 dbm
4	11-0011-11	11-0011-11	-0961 dbm
5	11-0100-11	11-0100-11	-1673 dbm
6	11-0101-11	11-0101-11	-0691 dbm
7	11-0110-11	11-0110-11	-0.961 dbm
8	11-0111-11	11-0111-11	-0,349 dbm
9	11-1000-11	11-1000-11	-1.677 dbm
10	11-1001-11	11-1011-11	-0.962 dbm



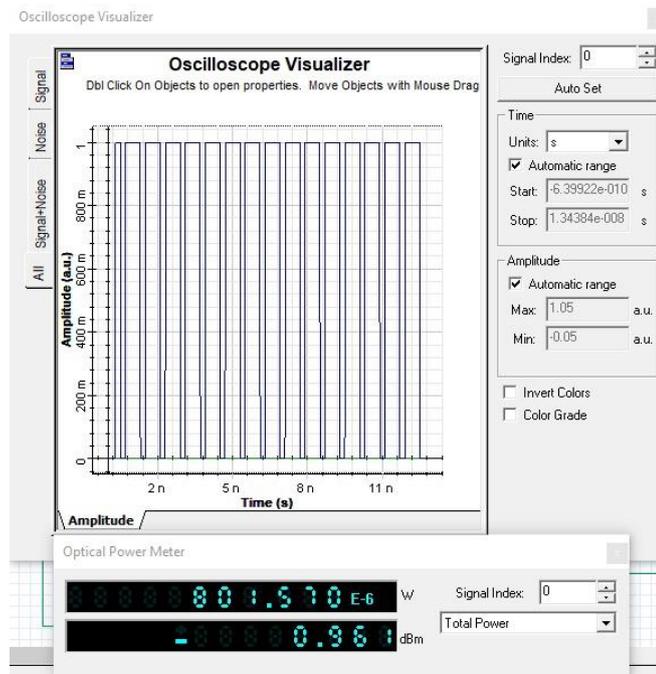
Gambar 6. Tampilan data 1



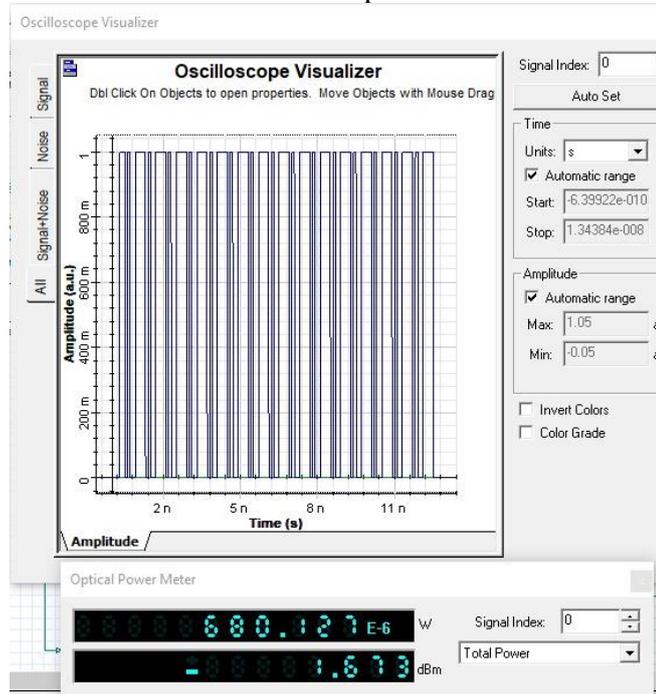
Gambar 7. Tampilan data 2



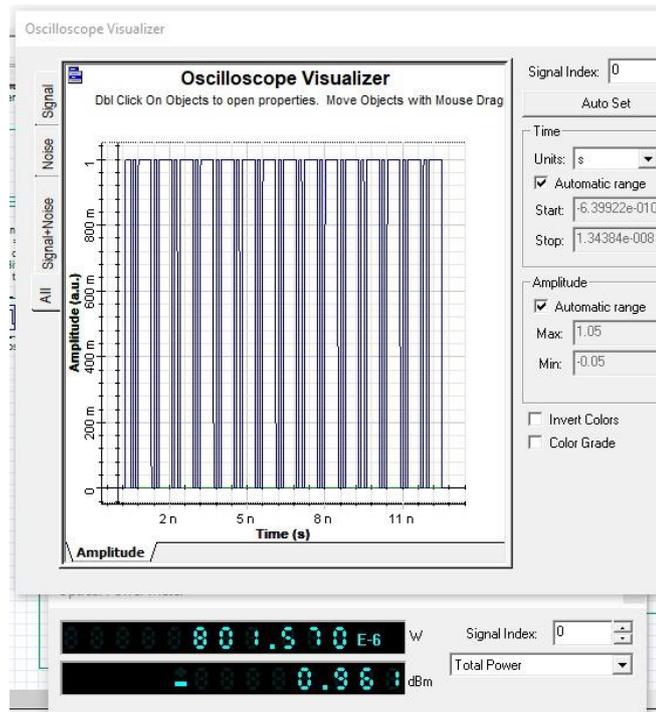
Gambar 8. Tampilan data 3



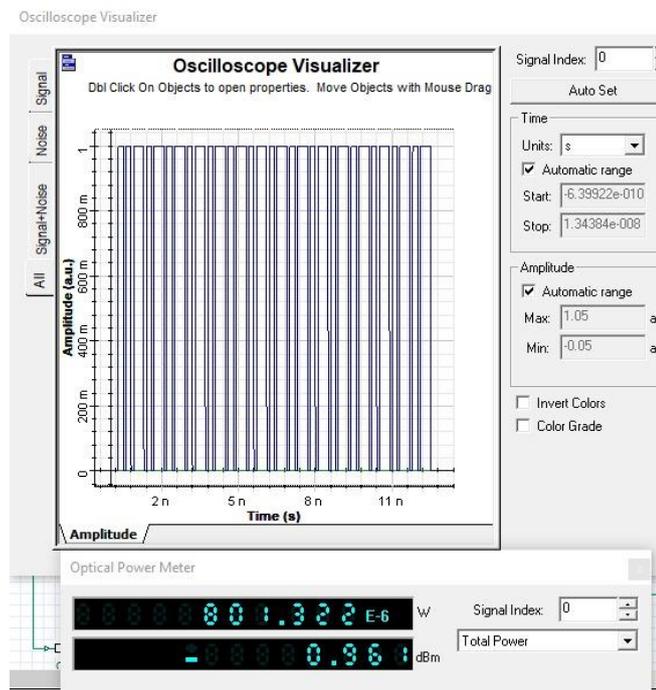
Gambar 9. Tampilan data 4



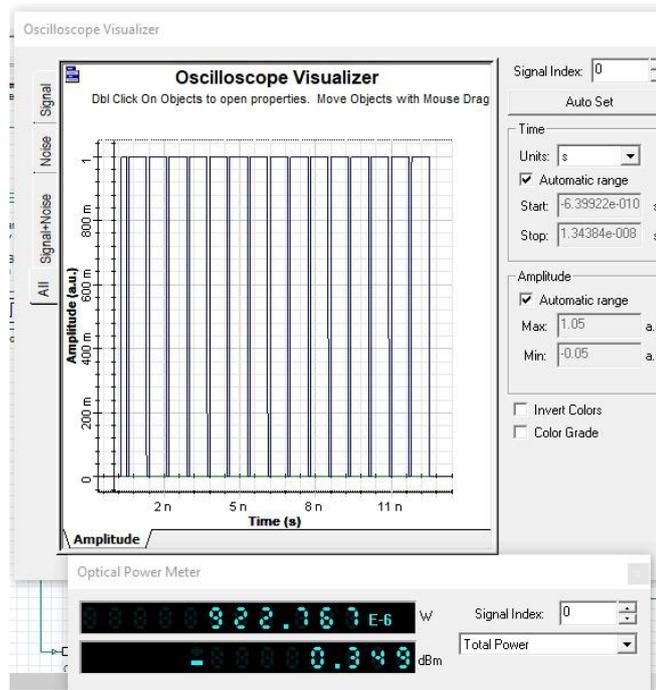
Gambar 10. Tampilan data 5



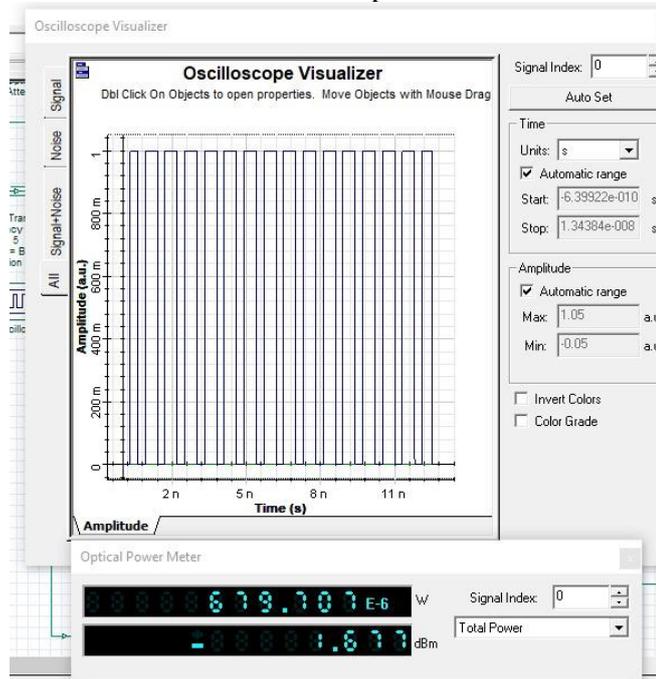
Gambar 11. Tampilan data 6



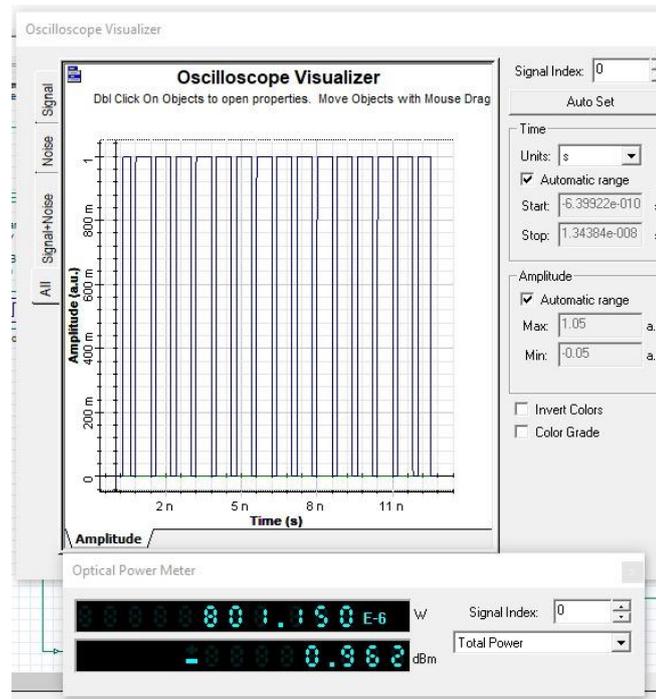
Gambar 12. Tampilan data 7



Gambar 13. Tampilan data 8



Gambar 14. Tampilan data 9



Gambar 15. Tampilan data 10

IV. KESIMPULAN

Hasil dari menggunakan simulasi *optisystem* merupakan hasil daya terbaik karena *optisystem* memiliki fitur *auto optimization*. Selanjutnya, rancangan FTTH ini berhasil diuji dan dirancang secara baik melalui simulasi maupun teori dengan *wavelength reference* 650 nm. Didapatkan hasil keluaran dari rancangan simulasi dan *hardware* memiliki nilai yang hampir sama hanya berbeda sedikit.

Daftar Pustaka

- [1] Pahlawan, "Perancangan Jaringan Akses Fiber To Home Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optik", J.Ciputat, vol.2,2017.
- [2] K.Gerd, *Optikal Serat Communication*. United State of America : Mc Grow Hill, 1991.
- [3] Sadewa, T.Aldi, "Analisa Perhitungan Total Redaman Pada Jaringan FTTH (Fiber To The Home) Di Area Perumahan Gardenia. Semarang", Universitas Semarang, 2017.
- [4] PT. Telkom Indonesia, *Pedoman Pemasangan Instalasi Jaringan FTTH*. Bandung: PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk, 2013.
- [5] Sinaga, D.S. Susilawati, F.Imansyah, T.Pontia, "Implementasi Optisystem Pada Perancangan Akses Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi Gigabit Passive Optik Network (GPON)", Pontianak: Universitas Tanjungpura, 2020.
- [6] D. Nurhayat, K.N Rezky, "Pengukuran Kualitas Transmisi Serat Optik PT.Telkom Pada Ruas Telkom Kotamobagu-Upai", *ICT Jurnal Akademi Telkom Jakarta*, 2017.
- [7] Dermawan. B, I.Santoso, dkk, "Analisis Jaringan FTTH (Serat To The Home)", *Jurnal Undip*, 2016.
- [8] I.Y.Kurniawan, "Analisis dan Simulasi Perancangan Jaringan Serat To The Home (FTTH) Pada Perumahan Buah Batu Square Bandung Menggunakan Optisystem", 2014
- [9] P.N Fhatony, N. Mubarakah, "Analisis Link Budget Jaringan Serat Optik Gigabit Passive Optik Network", *Jurnal USU*, 2018.
- [10] S. P. Toago, Alamsyah, Ardi Amir. "Perancangan Jaringan Serat To the Home (FTTH) Berteknologi Gigabit Passive Optik Network (GPON) di Perumahan Citraland palu", *Jurnal UNTAD*, 2014.

Analisa Perubahan Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Unit 1 Pada PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Teluk Sirih

Sepannur Bandri^{1*)}, Zuriman Anthony²⁾, Rafika Andari³⁾
^{1,2,3)}Program Studi Teknik Elektro Sarjana, Fakultas Teknik
Institut Teknologi Padang

*) Korespondensi : *sepannurb@yahoo.com*

Abstrak

Beban listrik suatu pembangkit selalu berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan beban pada sisi konsumen, PLTU Teluk Sirih menggunakan media sikat arang sebagai medan penguat, Eksitasi berperan penting memberikan arus DC terhadap rotor generator untuk menciptakan perpotongan gaya gerak listrik, Perubahan beban pada generator yang selalu berubah-ubah dapat berdampak kerusakan pada generator dan sistem eksitasi, Hal ini terjadi pada tanggal 6 Desember 2017 arus eksitasi terbaca rendah pada 473,7 Ampere berbanding lurus pada arus jangkar 1404,2 sehingga daya yang dihasilkan akan menurun yaitu sebesar 13,2 Kw dengan frekuensi 49,9 Hz, dengan fluks magnetic 0,125 wb lebih besar atau terasa berat sehingga berakibat putaran generator tersebut rendah 2999 rpm begitu pun sebaliknya, Oleh sebab itu diperlukan sistem eksitasi untuk mengatur arus medan guna memberikan arus penguatan sehingga akan menjaga penguatan medan tetap stabil, Meningkatnya arus eksitasi menyebabkan meningkatnya gaya gerak listrik induksi (E_a) yang dihasilkan generator, Kenaikan nilai E_a ini juga berdampak pada nilai tegangan terminal (V_t) yang cenderung berfluktuatif, Korelasi ini menunjukkan bahwa arus eksitasi yang lebih tinggi menghasilkan tegangan terminal yang ditinggikan, sehingga berkontribusi pada stabilitas tegangan terminal, Untuk mengatasi masalah tegangan terminal rendah yang disebabkan oleh perubahan beban, penting untuk meningkatkan arus penguat medan, Hal ini dapat dicapai dengan meningkatkan arus eksitasi pada rotor generator sinkron, Dengan memahami karakteristik sistem eksitasi, menjadi mungkin untuk meminimalkan dan mencegah kerusakan generator akibat *overexcitation* atau *underexcitation*, memastikan pemeliharaan voltase terminal yang stabil,

Kata kunci : Arus Eksitasi, Generator Sinkron, Sistem Eksitasi

Abstract

The electricity load of a generator always changes according to the load demand on the consumer side, Teluk Sirih PLTU uses charcoal brush media as a field excitation, The excitation plays an important role in providing DC current to the generator rotor to create of electromotive forces, Changes in the load on the generator which are always changing can have an impact on damage to the generator and the excitation system, This happened on December 6, 2017, the excitation current read low at 473,7 amperes directly proportional to the armature current of 1404,2 so that the power generated would decrease by 13,2 Kw with a frequency of 49,9 Hz, with a magnetic flux of 0,125 wb more large or feels heavy so that it results in a low rotation of the generator 2999 rpm and vice versa, Therefore an excitation system is needed to regulate the field current to provide excitation current so that it will keep the field gain stable, The increase in excitation current causes an increase in the induced electromotive force (E_a) produced by the generator, The increase in the value of E_a also has an impact on the value of the terminal voltage (V_t), which tends to fluctuate, This correlation indicates that a higher excitation current results in a higher terminal voltage, thereby contributing to terminal voltage stability, To solve the problem of low terminal voltage caused by load changes, it is important to increase the field amplifier current, This can be achieved by increasing the excitation current in the synchronous generator rotor, By understanding the characteristics of the excitation system, it becomes possible to minimize and prevent damage to the generator due to overexcitation or underexcitation, ensuring the maintenance of a stable terminal voltage

Keywords : load demand, Synchronous Generator, Excitation System

I. PENDAHULUAN

Info Makalah:

Dikirim : 06-07-2023;
Revisi 1 : 06-19-2023;
Revisi 2 : mm-dd-yy;
Diterima : 06-20-2023.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-812-6804-5469
e-mail : sepammurb@yahoo.com

Alternator, juga dikenal sebagai generator, berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik melalui induksi medan magnet. Ketika menghadapi beban listrik yang bervariasi atau beban maksimum, alternator sering dioperasikan secara paralel. Hal ini dilakukan karena jika hanya menggunakan satu alternator, kapasitas terpasangnya harus mampu menangani beban maksimum, yang pada akhirnya mengurangi efisiensi alternator tersebut. Dalam sistem paralel alternator, perubahan faktor daya generator dapat diatur dengan mengatur arus eksitasi pada setiap alternator yang diparalelkan. Arus eksitasi adalah arus listrik yang diberikan ke kutub magnetik pada generator. Dengan mengatur besarnya arus eksitasi, tegangan output generator dapat diatur sesuai kebutuhan [1][2][3].

Kemampuan generator untuk menyerap dan menyediakan daya reaktif terbatas oleh kurva kapabilitas reaktif yang dimilikinya. Ketika generator memberikan daya reaktif, itu berarti generator tersebut bersifat kapasitif. Namun, jika eksitasi generator terlalu tinggi (*over excitation*), hal ini dapat menyebabkan panas berlebihan pada lilitan rotor. Sebaliknya, jika generator menyerap daya reaktif, itu berarti generator bersifat induktif. Namun, jika eksitasi generator terlalu rendah (*under excitation*), hal ini dapat menyebabkan panas berlebihan pada lilitan stator [4]. Pada generator, terdapat berbagai gangguan yang sering terjadi, termasuk gangguan pada stator, rotor (sistem penguat), mesin penggerak, dan instalasi cadangan di luar generator [5]. Gangguan pada sistem eksitasi dapat memiliki dampak fatal pada generator, menyebabkannya mati (tidak menghasilkan listrik), dan juga mempengaruhi sistem kelistrikan bagi konsumen yang terhubung [6].

Perubahan beban menyebabkan fluktuasi tegangan keluaran generator. Perubahan tegangan keluaran bisa menimbulkan bermacam-macam efek ke generator. Untuk menghasilkan tegangan keluaran generator yang konstan diperlukan suatu pengaturan tegangan keluaran generator. Pengaturan tegangan tersebut dilakukan dengan mengatur arus eksitasinya. Arus eksitasi adalah sistem pasokan listrik DC sebagai penguatan pada generator atau sebagai pembangkit medan sehingga suatu generator dapat menghasilkan energi listrik dengan besar tegangan keluaran generator bergantung pada besarnya arus eksitasi. Pengaturan arus eksitasi ini akan mempengaruhi tegangan terminal (tegangan keluaran) generator. Arus eksitasi yang tidak dikendalikan akan menyebabkan distribusi fluks menjadi tidak merata.

Dalam konteks PLTU Teluk Sirih, sistem eksitasi menggunakan sikat dipilih sebagai salah satu metode eksitasi yang digunakan pada generator sinkron. Dengan menggunakan sistem eksitasi ini, dapat mengatur dan mengontrol tingkat eksitasi generator untuk menghindari kerusakan akibat eksitasi berlebihan atau kekurangan. Penerapan sistem eksitasi dengan menggunakan sikat pada generator sinkron di PLTU Teluk Sirih memungkinkan respons yang cepat terhadap perubahan pembebanan yang selalu berubah-ubah. Hal ini penting karena ketika pembebanan berubah, karakteristik sistem eksitasi juga harus diatur agar tetap sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan [7].

Dengan pemahaman yang baik mengenai karakteristik sistem eksitasi dan responsnya terhadap perubahan pembebanan, dapat dihindari potensi kerusakan pada generator akibat eksitasi yang berlebihan atau kekurangan. Dengan demikian, penerapan sistem eksitasi menggunakan sikat pada generator sinkron di PLTU Teluk Sirih dapat membantu menjaga kinerja optimal generator dan mencegah kerusakan yang tidak diinginkan [8].

A. Generator Sinkron (Alternator)

Generator sinkron, juga dikenal sebagai alternator, adalah mesin listrik yang menghasilkan arus bolak-balik (*alternating current*) dan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja generator sinkron melibatkan konversi energi mekanik menjadi energi listrik melalui induksi medan magnet,

***Analisis Perubahan Pembebanan Terhadap Arus Exitasi Unit 1 Pada PT PLN
(Persero) Sektor PLTU Teluk Sirih
(Sepannur Bandri, Zuriman Anthony, Rafika Andari: Halaman 14 - 27)***

Perubahan energi ini terjadi karena adanya pergerakan relatif antara medan magnet dan kumparan generator, Pergerakan relatif ini terjadi ketika medan magnet berubah terhadap kumparan jangkar (tempat tegangan dihasilkan pada generator) atau sebaliknya, Ketika medan magnet bergerak terhadap kumparan jangkar, terjadi perubahan fluks magnetik melalui kumparan tersebut, Hal ini menginduksi tegangan dalam kumparan, yang kemudian menghasilkan arus bolak-balik sesuai dengan prinsip elektromagnetik,

B, Prinsip Dasar Generator

suatu mesin listrik akan berfungsi bila memiliki :

- (1) Kumparan medan untuk menghasilkan medan magnet,
- (2) Kumparan jangkar, untuk mengimbaskan ggl pada konduktor- konduktor yang terletak pada alur- alur jangkar,
- (3) Celah udara yang memungkinkan berputarnya jangkar dalam medan magnet,

C, Listrik Dan Magnet

Medan magnet umumnya dipolarisasi menjadi dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan, Medan magnet buatan dapat dihasilkan melalui arus listrik, Ketika arus mengalir melalui penghantar, seperti kawat, medan magnet terbentuk di sekitar penghantar tersebut, Garis gaya magnet yang timbul dapat mempengaruhi benda di sekitarnya, terutama bahan yang mudah dipengaruhi oleh medan magnet, seperti besi, tembaga, dan sejenisnya, Contohnya, dalam pembangkit listrik seperti Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), digunakan magnet buatan, Arus listrik dialirkan melalui inti rotor generator yang terbuat dari tembaga, yang merupakan konduktor listrik yang baik, Dengan mengalirkan arus listrik melalui rotor, rotor tersebut menjadi magnet [9],

Dalam aliran listrik, arus listrik mengalir melalui penghantar (konduktor) dari kutub positif ke kutub negatif, Aliran arus listrik ini akan menghasilkan medan magnet di sekitar penghantar tersebut, Arah arus listrik pada penghantar disebut sebagai "I", sementara arah medan magnet yang dihasilkan di sekitar penghantar bergerak berlawanan arah jarum jam dan disimbolkan sebagai "F", Jika penghantar berbentuk kawat dan dibentuk menjadi kumparan atau lilitan, gaya magnetik yang terjadi di sekitar kawat tersebut (F) akan sebanding dengan besar arus listrik yang mengalir dan jumlah lilitan kawat tersebut [10], Hubungan ini dapat dijelaskan menggunakan persamaan (1):

$$F = N \cdot I \quad (1)$$

dengan F adalah gaya magnetik yang dihasilkan di sekitar kawat, N adalah jumlah lilitan kawat, dan I adalah besar arus listrik yang mengalir melalui kawat,

Kekuatan medan magnet dapat digambarkan melalui kerapatan fluks magnet yang terjadi di dalam inti magnet, Selain itu, kekuatan medan magnet juga dipengaruhi oleh intensitas medan magnet yang terbentuk dan permeabilitas bahan yang digunakan, Hubungan ini dapat dijelaskan dengan persamaan (2):

$$B = \mu_0 \cdot H \quad (2)$$

Dari penjabaran rumus diatas terlihat bahwa intensitas medan magnet sangat bergantung pada jumlah lilitan kumparan dan besar arus listrik yang mengalir melalui kumparan tersebut, Semakin tinggi intensitas medan magnet, semakin besar kekuatan medan magnet yang dihasilkan, Selain itu, banyaknya fluks magnet yang terjadi juga berbanding lurus dengan rapat fluks yang terjadi pada inti dan luas penampang inti, Hal ini dapat dijelaskan dengan persamaan berikut:

$$\Phi = B \cdot A \quad (3)$$

$$= \mu \cdot H \cdot A \quad (4)$$

$$= \mu_0 \cdot \mu_r \cdot N \cdot I \cdot f \quad (5)$$

dimana :

B = rapat fluks

$\mu = \mu_0 \times \mu_r$ (permeabilitas bahan)

μ_0 = permeabilitas absolute = $4,314 \times 10^{-7}$
 μ_r = Permeabilitas relative bahan (tergantung dari jenis bahan)
 H = intensitas medan magnet (Amp,lilit/meter)
 N = jumlah lilitan
 I = kuat arus (ampere)

D, Ggl Induksi Pada Alternator

GGL induksi (E_a) pada alternator terjadi ketika rotor diputar di sekitar stator, dan kumparan jangkar alternator (yang ditempatkan di stator) terinduksi oleh medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan medan di rotor, Besarnya arus medan pada rotor dapat diatur dengan mengontrol arus medan (I_f) yang mengalir melalui kumparan medan [1], Besarnya GGL induksi (E_a) yang dihasilkan oleh kumparan jangkar alternator dapat disederhanakan menggunakan rumus berikut:

$$E_{a \text{ eff}} = 4,44 \cdot F \cdot N \cdot \phi \text{ (Volt/fase)} \quad (6)$$

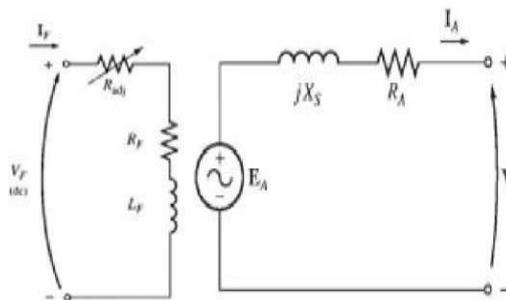
dimana :

$E_{a \text{ eff}}$ = GGL Induksi efektif
 F = Frekuensi
 N = Jumlah lilitan
 ϕ = Fluks magnetic (wb)

E, Rangkaian Ekuivalen Generator Sinkron

Stator pada motor terdiri dari belitan-belitan, di mana setiap belitan konduktor memiliki tahanan (R_A) dan induktansi (L), Ketika motor beroperasi, arus mengalir melalui konduktor dan menghasilkan fluks jangkar (ϕ_a), yang menciptakan medan putar, Fluks jangkar (ϕ_a) akan berinteraksi dengan fluks medan (ϕ_m), sehingga terjadi konversi energi dari energi listrik menjadi energi mekanik, Namun, dalam kondisi ini, ada juga fluks yang tersisa yang tidak dapat berinteraksi dengan fluks medan, yang disebut sebagai reaktansi bocor (X_A),

Akibat adanya pengaruh reaksi jangkar dan reaktansi bocor, maka rangkaian ekuivalen suatu motor sinkron akan menjadi seperti gambar 1, berikut:



Gambar 1 Rangkaian ekuivalen generator sinkron

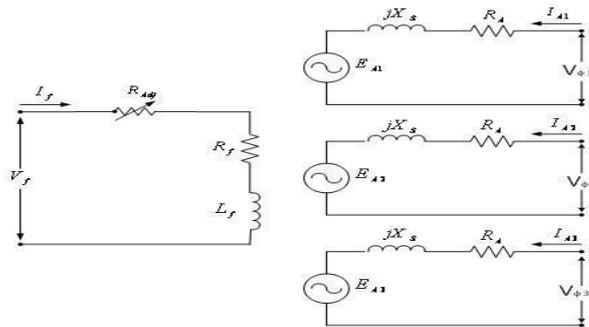
Dimana :

E = Tegangan Induksi
 V = Tegangan terminal generator
 V_f = Tegangan eksitasi
 R_f = Tahanan belitan medan
 L_f = Induksi belitan medan
 R_{adj} = Tahanan variable
 X_{ar} = Reaktansi reaksi jangkar
 X_{ia} = Reaktansi bocor belitan jangkar
 I_a = Arus jangkar

Dari Gambar 1 dapat ditulis persamaan tegangan generator sinkron sebagai berikut:

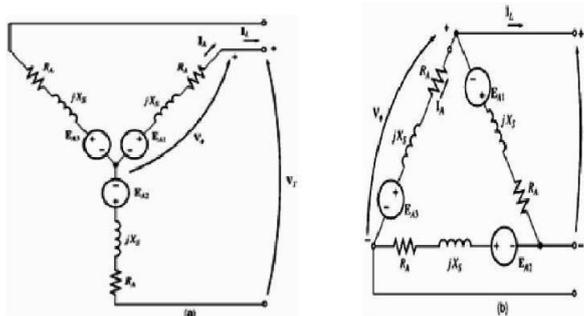
$$E_a = (R_a + jX_s) I_a + V \quad (7)$$

Tegangan induksi perfasa dengan terminal generator akan ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2 Rangkaian ekivalen generator sinkron tiga fasa

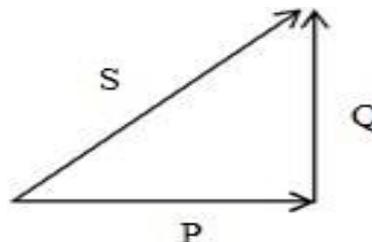
Sedangkan untuk generator tiga fasa, rangkaian ekivalen generator sinkron ditunjukkan oleh Gambar 3 berikut ini:



Gambar 3 Rangkaian ekivalen generator sinkron (a) hubung-Y (b) hubung-D

F, Segitiga Daya

Hubungan antara daya aktif, daya reaktif, dan daya semu dalam sistem listrik dapat direpresentasikan dengan menggunakan segitiga daya atau diagram vektor, Segitiga daya adalah metode grafis untuk menggambarkan hubungan antara tiga komponen daya tersebut yang ditunjukkan seperti Gambar 4, Dalam segitiga daya, panjang segitiga mewakili daya semu (S), sedangkan panjang tegak lurus terhadap panjang segitiga tersebut mewakili daya reaktif (Q), Panjang horizontal segitiga mewakili daya aktif (P),



Gambar 4 Sigitiga Daya

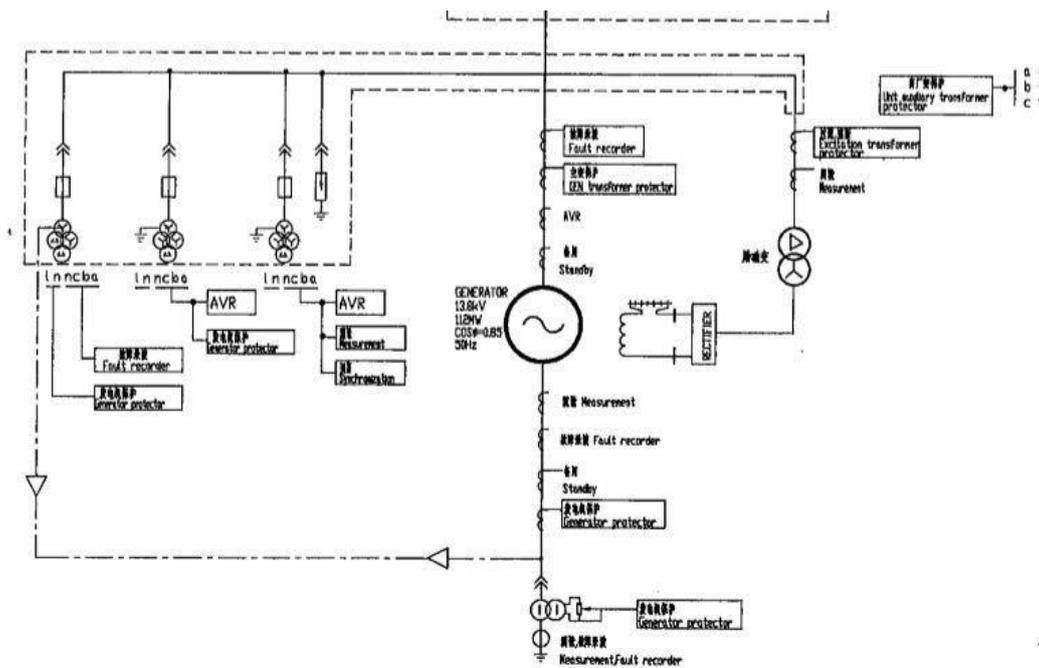
Rumusan untuk daya untuk 3 phase adalah sebagai berikut :

$$P = \sqrt{3} , V , I , \cos \varphi \quad (8)$$

$$Q = \sqrt{3} , V , I , \sin \varphi \quad (9)$$

$$S = V , I \quad (10)$$

G, Sistem Eksitasi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Teluk Sirih



Gambar 5 Skema Sistem Eksitasi Pada PLTU Teluk Sirih

Pada PLTU Teluk Sirih, sistem eksitasi yang digunakan adalah jenis eksitasi dengan sikat atau brush excitation, Dalam sistem eksitasi ini, slip ring dan carbon brush digunakan sebagai media untuk mengalirkan arus eksitasi ke generator, Sistem eksitasi ini menggunakan tegangan keluaran generator itu sendiri sebagai sumber eksitasi, sehingga disebut *self excitation*,

Dalam sistem eksitasi *self excitation*, tidak diperlukan generator tambahan sebagai sumber eksitasi untuk generator sinkron, Sebagai gantinya, tegangan output generator digunakan sebagai sumber eksitasi, Tegangan tersebut kemudian disearahkan atau diarahkan menggunakan penyearah thyristor, Proses penyearahan ini memungkinkan tegangan *output* generator untuk digunakan sebagai sumber eksitasi, Namun, dalam kondisi ketika generator dalam keadaan mati dan akan dinyalakan, injeksi awal arus eksitasi dilakukan menggunakan baterai, Baterai digunakan untuk memberikan arus eksitasi awal sebelum tegangan output generator terbentuk, Setelah generator mulai beroperasi dan menghasilkan tegangan output, tegangan tersebut digunakan sebagai sumber eksitasi, dan baterai tidak lagi diperlukan untuk eksitasi generator, Sistem eksitasi *self excitation* ini memberikan keuntungan dalam hal keandalan dan efisiensi, karena tidak memerlukan generator tambahan sebagai sumber eksitasi dan dapat mengandalkan tegangan output generator itu sendiri, Namun, injeksi awal arus eksitasi menggunakan baterai diperlukan dalam kondisi awal saat generator belum beroperasi [11],

II. METODE

A. Peralatan Sistem Eksitasi PLTU Teluk Sirih[12]

Peralatan utama pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Teluk Sirih yang digunakan dalam sistem eksitasi dan spesifikasinya adalah sebagai berikut:

1. Sistem Eksitasi

PLTU Teluk Sirih menggunakan sistem eksitasi statis, Pada sistem ini sumber arus eksitasi diambil dari produksi generator itu sendiri, Sedangkan untuk menyalurkan arus eksitasi ke generator, slip ring dan sikat arang (carbon brush) digunakan sebagai media konduktor yang menghubungkan sistem eksitasi dengan kumparan medan di rotor generator, Slip ring adalah cincin logam yang terpasang pada rotor, sementara sikat arang berfungsi sebagai penghubung konduktor yang bersentuhan dengan slip ring, memungkinkan arus eksitasi mengalir melalui system [13] , Spesifikasi sistem eksitasi yang digunakan pada PLTU Teluk Sirih ditunjukkan pada Tabel 1,

Tabel 1 Spesifikasi Sistem Eksitasi PLTU Teluk Sirih

Rated Capacity	132 MVA
Rated Power	112 MW
Rated Power Faktor	0,85 Lag
Rated Stator Voltage	13800 V
Rated Stator Current	5512 A
Rated Excitasi Voltage	339 V
Rated Excitasi Current	789,5 A
No load Excitation Current	339,5 A
DC Operating Power Supply	220 V

2. Generator

Generator memiliki fungsi untuk menghasilkan daya listrik yang ditransmisikan ke jaringan interkoneksi Sumatera Bagian Selatan, serta digunakan untuk mencatu daya sistem eksitasi generator itu sendiri, Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, sistem eksitasi yang digunakan pada PLTU Teluk Sirih adalah tipe *self excitation*, Dalam sistem ini, generator menggunakan keluarannya sendiri sebagai sumber tegangan untuk eksitasi, Ini berarti tegangan *output* generator digunakan untuk memberikan eksitasi pada kumparan medan di rotor generator [14][15], Spesifikasi dari generator di PLTU Teluk Sirih terdapat pada Tabel 2,

Tabel 2 Spesifikasi Generator PLTU Teluk Sirih

Model	QFW-112-2, equipped with a coaxial AC exciter
Rated Power	112 MW
Rated Voltage	13,8 kV
Rated Current	5512 A
Number set	1#
Rated Power	112 MW
Rated Field Current	1451 A
Rated Power Faktor	0,85 (lagging phase)
Rated Frequency	50 Hz
Rated Speed	3000 rpm
Phase	3
Jumlah Alur Stator	66 Alur
Diameter Rotor scala (1:10)	1075 mm
Conduktor Stator	22
Synchronous Reactance	1,63
Resistansi	Stator Phase U =0,0011617 Ω Stator Phase V =0,0011577 Ω Stator Phase W =0,0011758 Ω
Rated Field Current	1451 A

B. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT, PLN (Persero) Pembangkitan SUMBAGSEL Sektor Pengendalian Pembangkitan Teluk Sirih yang beralamatkan di Jalan Lintas Sumatera Padang – Painan Km,25 Teluk Kabung Tengah, Bungus Teluk Kabung, Kota Padang, Sumatera Barat, Kodepos 25241.

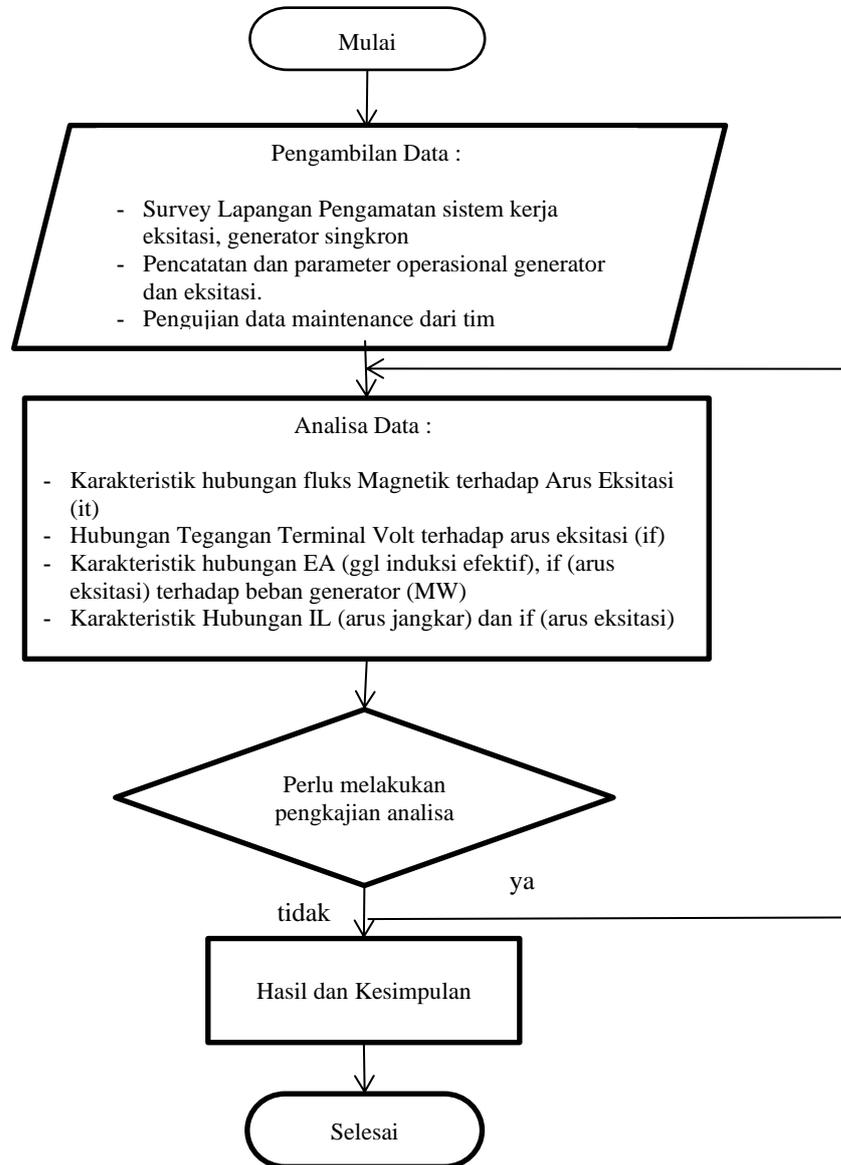
C. Pengambilan Data

Penelitian dan Pengambilan data penelitian ini dilakukan pada 1 s/d 12 Desember 2017, Untuk mendapatkan data yang berhubungan dengan analisa arus pembebanan terhadap arus eksitasi

generator, penulis mengumpulkan data–data melalui logsheet operasional harian dan maintenance Generator dan Eksitasi system serta data lapangan Unit 1 PLTU Teluk Sirih,

D. Diagram Alir Penelitian

Diagram penelitian ditunjukkan seperti pada Gambar 6,



Gambar 6 Diagram alir penelitian

E. Langkah-langkah diagram alir penelitian:

1. Melakukan pengukuran parameter operasional harian generator
2. Menentukan nilai fluks magnet sebagai penguat medan
3. Menentukan nilai arus beban sebagai fungsi dari arus eksitasi
4. Menghitung besarnya tegangan terminal generator (V_t) sebagai fungsi dari arus eksitasi
5. Menghitung besarnya gaya gerak listrik (E_a) yang dibangkitkan generator
6. Menghitung besarnya arus jangkar sebagai fungsi dari arus eksitasi

Analisis Perubahan Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Unit 1 Pada PT PLN (Persero) Sektor PLTU Teluk Sirih (Sepannur Bandri, Zuriman Anthony, Rafika Andari: Halaman 14 - 27)

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Analisis Karakteristik Sistem Eksitasi Generator Sinkron di PLTU Teluk Sirih

Dalam analisis mengenai pengaruh pembebanan terhadap arus eksitasi pada PLTU Teluk Sirih, digunakan data operasional harian PLTU Teluk Sirih yang mencakup tegangan generator, daya beban, arus jangkar, dan arus eksitasi, Data yang dianalisis dalam pembahasan ini diambil dan diamati selama periode 12 hari, hal ini karena data pengamatan valid dilakukan pada saat penelitian yaitu mulai dari tanggal 1 Desember hingga 12 Desember 2017, Data rata-rata operasional harian PLTU Teluk Sirih ditunjukkan pada Tabel 3,

Tabel 3 Data Operasional Harian Unit 1

Tgl/ Des jam 15,0 2	Gen Active Power (MW)	Gen Stator Current IR (A)	Gen Stator Current IS (A)	Gen Stator Current IT (A)	Gen Stator Voltage RS (Volt)	Gen Stator Voltage ST (Volt)	Gen Stator Voltage TR (Volt)	Exitation		Spee d Turb in (Rp m)	Frek uensi (Hz)	Gen Power Facto r
								Curr ent (A)	Volta ge (V)			
1	92,2	3970,9	3949,8	4059,9	13750	13910	13730	585,6	219,3	3014, 1	50,3	0,94
2	84,0	3693,6	3696,6	3791,6	13760	13880	13750	574,5	215,3	3014, 6	50,3	0,93
3	94,6	4089,6	4075,6	4179,2	13780	13840	13750	591,1	223,2	3016, 6	50,3	0,95
4	81,9	3488,3	3483,1	3594,9	13790	13850	13770	536,5	200,2	3018, 5	50,3	0,94
5	37,6	1949,6	1884,7	1983,6	13820	13860	13800	484,4	177,9	2989, 8	49,9	0,80
6	13,2	1404,2	1339,7	1336,8	13800	13870	13800	473,7	172,5	2999, 8	49,9	0,47
7	11,3	1834,2	1740,0	1723,4	13650	13750	13670	509,2	188,2	3018, 3	50,3	0,45
8	18,4	1913,1	1819,7	1817,1	13620	13810	13640	513,8	189,9	3018, 5	50,4	0,48
9	56,6	2405,7	2365,4	2475,4	13750	13820	13740	459,8	168,7	3014, 9	50,2	0,95
10	60,9	2751,6	2687,9	2806,4	13620	14020	13640	513,1	190,5	3011, 6	50,2	0,91
11	62,7	2818,3	2766,2	2867,3	13800	13870	13800	515,0	190,8	2990, 0	50,0	0,96
12	70,0	3144,1	3104,6	3198,8	13790	13860	13780	543,3	202,1	3006, 8	50,1	0,91

Dari Tabel 3, dapat dilihat bahwa besarnya arus yang melewati arus jangkar atau arus tiap per phase berbanding lurus dengan kenaikan daya yang dihasilkan, Terkadang perhitungan matematis akan melebihi atau kekurangan akibat faktor- faktor rugi-rugi daya,

Dibawah ini akan membuktikan bahwa hubungan antara arus jangkar terhadap ggl induksi yang di bangkitkan yang bertujuan mengetahui karakteristik dari sistem eksitasi pada generator itu sendiri,

Mengacu pada Tabel 2 spesifikasi Generator PLTU Teluk Sirih di peroleh diameter rotor, yakni:

$$1075 \text{ mm (diameter rotor)} \times 10 \text{ (scala drawing)} = 10750 \text{ mm} = 1,07 \text{ m}$$

$$r = \frac{D}{2} = \frac{1,07 \text{ m}}{2} = 0,53 \text{ m}$$

$$\text{Luas penampang, } L = \pi, r^2$$

$$= 3,14 \cdot 0,532$$

$$= 0,87 \text{ m}^2$$

Permeabilitas hampa udara, $\mu_0 = 4,314 \times 10^{-7}$

Permeabilitas bahan, $\mu_r = 1$ (konstan) mengacu pada Tabel 2, Spesifikasi Generator PLTU Teluk Sirih di peroleh jumlah alur pertiga fasa pada stator generator, yakni = 66 alur

$$\text{Banyak alur perfasa} = \frac{66}{3} = 22$$

$$\begin{aligned} \text{Banyak lilitan perfase adalah} &= \frac{\text{banyak alur perfasa} \times \text{konduktor}}{2} \\ &= \frac{22 \times 22}{2} = 242 \text{ lilitan perfasa} \end{aligned}$$

Mencari Daya, Gaya gerak listrik (E_a), fluks magnetik (Φ) dan E_a efektif pada tanggal 1 Desember 2017 mengacu pada Tabel 4, Data Operasional Harian unit 1 diperoleh hasil :

Diketahui :

$$I_{\text{phase}} = I_{\text{Line}} = 3970,9 \text{ A}$$

$$V_{\text{phase}} = 13750 \text{ Volt}$$

$$R_a = 0,0011617 \Omega \quad X_s = 1,63$$

$$V_{\text{Line}} = \frac{V}{\sqrt{3}} = \frac{13750}{1,73} = 7947,9 \text{ Volt}$$

Mengacu pada persamaan 7, tentang tegangan generator sinkron, Gaya gerak listrik yang terjadi diperoleh hasil $E_a = I_{\text{Line}} \cdot (R_a + jX_s) + V_{\text{Lin}}$

$$= 3970,9 \angle 0^\circ, (0,0011617 + j1,63) + 7947,9$$

$$= 3970,9 \angle 0^\circ, 1,63 \angle 89,95^\circ + 7947,9$$

$$= 6472,56 \angle 89,95^\circ + 7947,9$$

$$= 5,64 + j6472,55 + 7947,9$$

$$= 7953,54 + j6472,55$$

$$= 10254,4 \angle 39,1^\circ \text{ volt}$$

Mengacu pada persamaan 8, tentang segitiga daya, dapat diperoleh hasil :

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$= \sqrt{3} \cdot 13750 \cdot 3970,9 \cdot 0,94$$

$$= 88895572,1 \text{ watt}$$

$$= 88,8 \text{ MW}$$

Dari perhitungan di atas bahwa daya yang dihasilkan mendapatkan jumlah 88895572,1 watt terbukti benar mendekati dengan nilai beban yang di data pada tanggal 1 Desember yakni 92200000 watt,

Fluks magnetic diperoleh hasil :

$$\Phi = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot N \cdot I_f \cdot A$$

$$= 4,314 \times 10^{-7} \cdot 1,242 \cdot 585,6 \cdot 0,87$$

$$= 1548550,3 \times 10^{-7} \text{ wb}$$

$$= 0,154 \text{ wb}$$

Mengacu pada persamaan 6, Tentang GGL induksi efektif pada alternator diperoleh hasil:

$$E_{a \text{ eff}} = 4,44 \cdot F \cdot N \cdot \Phi$$

$$= 4,44 \cdot 50,3 \cdot 242 \cdot 0,154$$

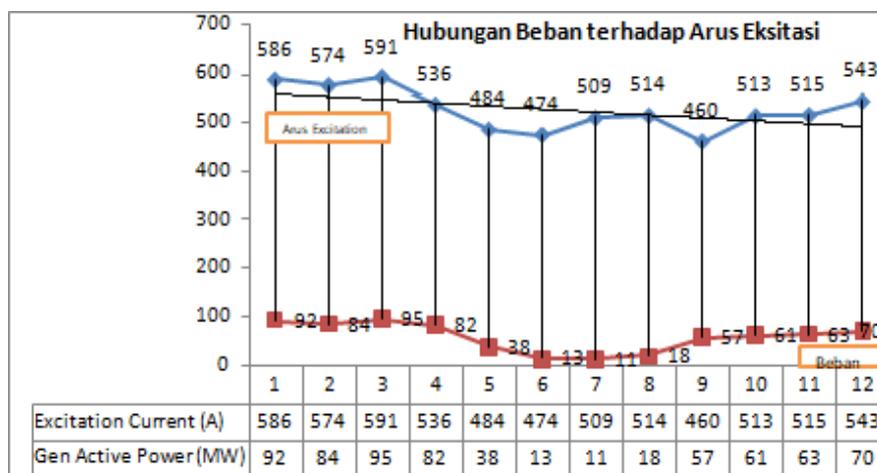
$$= 8323,1 \text{ volt}$$

**Analisis Perubahan Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Unit 1 Pada PT PLN
(Persero) Sektor PLTU Teluk Sirih
(Sepannur Bandri, Zuriman Anthony, Rafika Andari: Halaman 14 - 27)**

Tabel 4 Hasil Perhitungan Gaya Gerak Listrik dan Fluk Magnetik

Tgl/ Des jam 15,02	Gen Active Power (MW)	Gen Stator Current IR (A)	Gen Stator Current IS (A)	Gen Stator Current IT (A)	Gen Stator Voltage RS (Volt)	Gen Stator Voltage ST (Volt)	Gen Stator Voltage TR (Volt)	Exitation		Speed Turbin (Rpm)	Frekuensi (Hz)	Gen Power Factor
								Current (A)	Voltage (V)			
1	92,2	3970,9	3949,8	4059,9	13750	13910	13730	585,6	219,3	3014,1	50,3	0,94
2	84,0	3693,6	3696,6	3791,6	13760	13880	13750	574,5	215,3	3014,6	50,3	0,93
3	94,6	4089,6	4075,6	4179,2	13780	13840	13750	591,1	223,2	3016,6	50,3	0,95
4	81,9	3488,3	3483,1	3594,9	13790	13850	13770	536,5	200,2	3018,5	50,3	0,94
5	37,6	1949,6	1884,7	1983,6	13820	13860	13800	484,4	177,9	2989,8	49,9	0,80
6	13,2	1404,2	1339,7	1336,8	13800	13870	13800	473,7	172,5	2999,8	49,9	0,47
7	11,3	1834,2	1740,0	1723,4	13650	13750	13670	509,2	188,2	3018,3	50,3	0,45
8	18,4	1913,1	1819,7	1817,1	13620	13810	13640	513,8	189,9	3018,5	50,4	0,48
9	56,6	2405,7	2365,4	2475,4	13750	13820	13740	459,8	168,7	3014,9	50,2	0,95
10	60,9	2751,6	2687,9	2806,4	13620	14020	13640	513,1	190,5	3011,6	50,2	0,91
11	62,7	2818,3	2766,2	2867,3	13800	13870	13800	515,0	190,8	2990,0	50,0	0,96
12	70,0	3144,1	3104,6	3198,8	13790	13860	13780	543,3	202,1	3006,8	50,1	0,91

Dari data perhitungan diatas dapat diambil suatu tabel guna mempermudah proses analisis, Data diperoleh dengan menggunakan rumus pada rangkaian listrik yang mengacu pada bagian 1, Arus eksitasi pada generator sinkron memang sebanding dengan arus jangkar, Semakin besar arus eksitasi yang diinjeksikan ke kumparan rotor generator, semakin besar pula arus jangkar yang dihasilkan oleh generator tersebut, Dengan demikian, nilai arus eksitasi akan berubah-ubah sejalan dengan nilai arus eksitasi yang diinjeksikan ke kumparan rotor generator, Hal ini menunjukkan adanya hubungan langsung antara arus eksitasi dan arus jangkar pada generator sinkron, Hubungan antara arus eksitasi dan arus jangkar terhadap pembebanan pada generator sinkron akan dibuktikan pada grafik karakteristik generator seperti pada Gambar 7



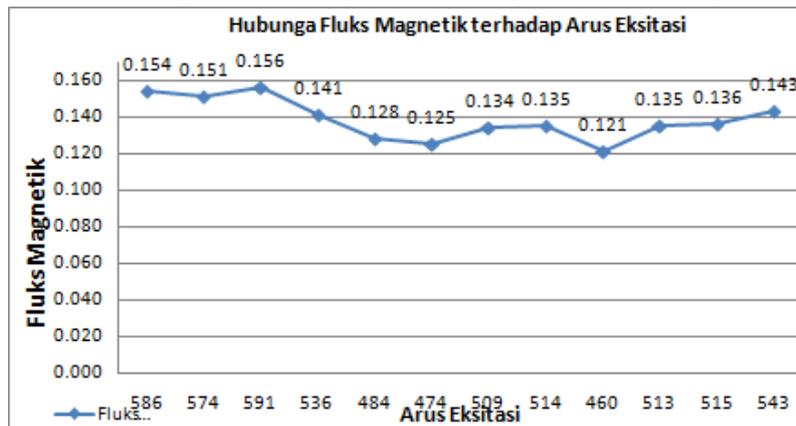
Gambar 7 Grafik hubungan beban terhadap arus eksitasi

Hubungan antara beban terhadap arus eksitasi ialah berbanding lurus, pada data dia atas terlihat semakin besar beban generator yang di hasilkan makan semakin besar pula medan penguat eksitasi yang di injeksikan, Pada beban puncak atau beban tertinggi pada table 95 MW arus penguat medan yang di aliri sebesar 591 Ampere, Begitu pula sebaliknya pada saat

beban rendah terdata pada tanggal 6 Desember 2017 beban tertera 13 MW dengan arus yang rendah 474 Ampere, sebagai medan penguat eksitasi, Adapun faktor-faktor yang dapat merubahnya sistem eksitasi pada generator antara lain meliputi hal fluks magnetic, gaya gerak listrik dan ggl efektif,

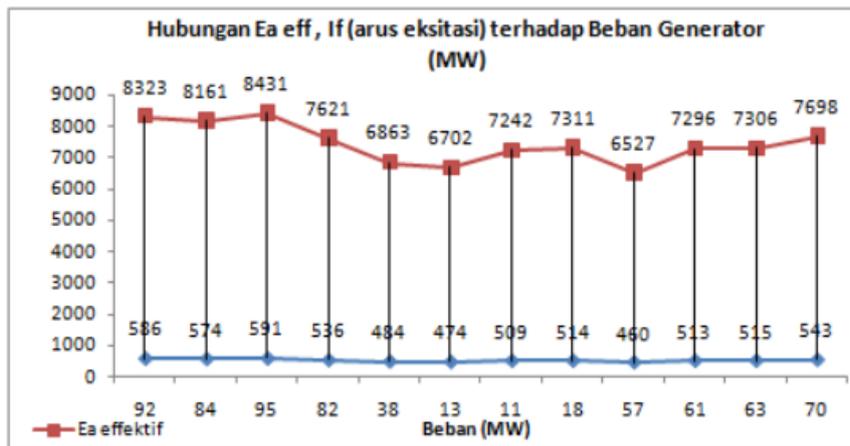
Perubahan beban yang selalu berubah-ubah akan berdampak pada suatu peralatan kelistrikan itu sendiri, terutama pada generator, Dengan kita mengetahui karakteristik pada sistem eksitasi pada generator sebagai medan penguat kita dapat meminimalisir terhadap gangguan-gangguan yang terjadi, Berikut hasil analisa yang di peroleh berdasarkan data-data yang telah di validasi pada Generator Unit 1 PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Teluk Sirih,

B. Karakteristik Hubungan Fluks Magnetik terhadap Arus Eksitasi (If)



Gambar 8 Grafik hubungan fluks magnetik terhadap arus eksitasi

Dari grafik hubungan fluks magnetik terhadap arus eksitasi pada Gambar 8, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi beban pada generator, semakin tinggi pula injeksi arus yang diperlukan pada eksitasi, Hubungan ini berkaitan dengan prinsip bahwa medan penguat (arus eksitasi) berbanding terbalik dengan fluks magnetik yang dihasilkan, Dengan beban yang lebih tinggi, dibutuhkan arus eksitasi yang lebih besar untuk menjaga kinerja generator, Pada data tanggal 3 Desember 2017, terlihat bahwa saat beban sebesar 95 MW, kuat arus eksitasi adalah 591 ampere yang setara dengan fluks sekitar 0,156 wb, Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diberikan, arus eksitasi yang diperlukan semakin tinggi, dan sebagai akibatnya fluks magnetik yang dibangkitkan semakin kecil atau berbanding terbalik dengan beban yang diberikan, Akibat dari hal tersebut berdampak pada putaran pada turbin dan generator semakin cepat pada 3016,6 Rpm, Menambah beban generator maka menambah juga uap steam untuk berekspansi pada turbin, disinilah bukti kenapa putaran generator akan semakin cepat pada bisanya, Akibatnya medan magnet atau fluks magnetik akan semakin kecil/ringan terhadap putaran generator, Berbeda pula pada data tanggal 6 Desember 2017 terlihat pada beban rendah yakni 13,2 MW total fluks atau kuat medan magnet yang dibangkitkan akan jauh lebih besar/tinggi 0,125 wb, Berbanding terbalik terhadap arus eksitasi yang diberikan akan semakin kecil 473,7 Ampere, Karakteristik Hubungan E_a eff (ggl induksi efektif), I_f (arus eksitasi) terhadap beban generator (MW)



Gambar 9 Grafik hubungan Ea eff (ggl induksi efektif), If (arus eksitasi) terhadap beban generator (MW)

Hubungan Ea efektif terhadap arus eksitasi ialah seperti Gambar 9, dimana gaya gerak listrik per satu periode (gelombang) berbanding lurus terhadap arus eksitasi, Dimana pada tanggal 6 Desember ggl efektif menunjukkan nilai 6702 Volt sebanding atau sama besar terhadap arus eksitasi yang bernilai 473,7 Ampere, Pada saat beban tinggi perubahan arus dan ggl efektif pun akan mengikuti, Pada beban 95 MW gaya gerak listrik efektif akan semakin besar 8431 Volt akan sama besar dengan arus yang dibangkitkan sebesar 4090 Ampere serta memerlukan arus penguat eksitasi yang tinggi 591 ampere,

IV. KESIMPULAN

Ketika beban jaringan naik, maka tegangan jaringan akan turun, sehingga menyebabkan tegangan terminal generator juga akan turun, Perubahan beban berdampak pada fluks magnetic yang dihasilkan, semakin besar beban maka semakin kecil kuat medan magnet yang terbentuk, terlihat pada data tanggal 3 desember 2017 pada saat beban diberikan 95 MW, kuat arus eksitasi berjumlah 591 ampere $\approx 0,156$ wb fluks akan semakin kecil atau berbanding terbalik, Akibat dari hal tersebut berdampak pada putaran pada turbin dan generator semakin cepat pada 3016,6 Rpm, Berbeda pula pada data tanggal 6 Desember 2017 terlihat pada beban rendah yakni 13,2 MW total fluks yang dibangkitkan akan jauh lebih besar/tinggi 0,125 Berbanding terbalik terhadap arus eksitasi yang diberikan akan semakin kecil 473,7 Ampere, Daya yang dibangkitkan generator (beban) akan sebanding deangan gaya gerak listrik efektif yang dihasilkan pada kumparan akan sebanding juga dengan tegangan terminal generator akan sebanding juga dengan arus eksitasi yang pada rotor generator,

Dengan memahami hubungan antara beban generator, arus eksitasi, dan fluks magnetik, operator atau pengendali sistem dapat mengatur tingkat arus eksitasi yang tepat sesuai dengan kebutuhan beban yang berubah-ubah, Dengan memantau dan mengontrol arus eksitasi, mereka dapat mencegah generator mengalami *over excitation* atau *under excitation* yang dapat menyebabkan kerusakan, Selain itu, pemeliharaan yang teratur dan pemantauan kondisi generator secara rutin juga penting untuk mengidentifikasi potensi masalah dan melakukan tindakan pencegahan yang diperlukan, Dengan demikian, kerusakan pada generator akibat *over excitation* dan *under excitation* dapat diminimalisir, dan kinerja serta umur operasional generator dapat ditingkatkan,

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M, Farhan, “Pengaruh Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Generator Unit 2 Pltmh Curug,” *J, Simetrik*, vol, 11, no, 1, p, 398, 2021, doi: 10,31959/js,v11i1,653,
- [2] S, Armansyah, “Pengaruh Penguatan Medan Generator Sinkron Terhadap Tegangan Terminal,” *J, Tek, Elektro UISU*, vol, 1, no, 3, pp, 48–55, 2016,
- [3] D, R, Pattiapon, J, J, Rikumahu, and M, Jamlaay, “Penggunaan Motor Sinkron Tiga Fasa Tipe Salient Pole Sebagai Generator Sinkron,” *J, Simetrik*, vol, 9, no, 2, p, 197, 2019, doi: 10,31959/js,v9i2,386,
- [4] Hamdan Rizal Maulana, Agus Suandi, and Helmizar, “Pengaruh Pembebanan Terhadap Arus Eksitasi Pada Generator,” *Rekayasa Mek,*, vol, 6, no, 2, pp, 63–70, 2022, doi: 10,33369/rekayasamekanika,v6i2,25458,
- [5] R, Tandioaga, Marhatang, T, T, R, Payung, and H, Khatimah, “Analisis Pengaturan Tegangan Generator Sinkron Tiga Fasa Hubungan Bintang Akibat Pembebanan Tidak Seimbang,” *Sinergi*, no, 2, pp, 170–180, 2014,
- [6] H, Herudin and W, D, Prasetyo, “Rancang Bangun Generator Sinkron 1 Fasa Magnet Permanen Kecepatan Rendah 750 RPM,” *Setrum Sist, Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol, 5, no, 1, p, 11, 2016, doi: 10,36055/setrum,v5i1,886,
- [7] F, Sari and A, Darwanto, “Analisis Sistem Eksitasi Pada Generator Pararel Terhadap Daya Reaktif,” *J, Teknol,*, vol, 14, no, 1, pp, 10–19, 2021, doi: 10,34151/jurtek,v14i1,3276,
- [8] Yusniati and Matondang NNS, “Analisis sistem pembebanan pada generator di PT, PLN (persero) pembangkit listrik tenaga diesel titi kuning,” *Semnastek Uisu* , pp, 59–64, 2020,
- [9] P, Dosen *et al,*, “Karakteristik Generator Sinkron Yang,” vol, 2, pp, 115–120, 2017,
- [10] R, Ricky and J, Windarta, “Analisis Komparasi Perhitungan Teori dan Aktual Terhadap Daya Aktif dan Daya Reaktif Steam Turbine Generator 2,0 Pada PT Indonesia Power Semarang,” *J, Energi Baru dan Terbarukan*, vol, 1, no, 1, pp, 8–19, 2020, doi: 10,14710/jebt,2020,8133,
- [11] A, Annisa, W, Winarso, and W, Dwiono, “Analisis Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Karakteristik Generator Sinkron,” *J, Ris, Rekayasa Elektro*, vol, 1, no, 1, pp, 37–53, 2019, doi: 10,30595/jrre,v1i1,4928,
- [12] S, Bandri, “Pengaruh Analisa Beban Perubahan Karakteristik Terhadap Sinkron Generator,” *Inst, Teknol, Padang*, vol, 2, no, 1, pp, 42–48, 2013,
- [13] M, Harahap, “Pengaruh Perubahan Variasi Eksitasi Tegangan Terhadap Daya Reaktif Pada Generator,” *Univ, Prima Indones,*, vol, 3, no, 2, pp, 71–76, 2021,
- [14] S, A, Putra and D, B, Santoso, “Analisis Pengaruh Arus Eksitasi Terhadap Daya Reaktif Generator Sinkron Unit 3 Plta Ubrug,” *J, DISPROTEK*, vol, 13, no, 2, pp, 113–122, 2022, doi: 10,34001/jdpt,v13i2,3160,
- [15] U, Situmeang, “Analisis Pengaruh Perubahan Besaran,” vol, 1, no, 1, pp, 1–8, 2016,

Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Suhu dan Kelembaban Pada Kandang Ayam Petelur Berbasis Iot dengan Integrasi Blynk Cloud

Ni Ketut H.D.^{1*)}, Ferdi Zakaria²⁾, Ade Sena Permana³⁾

^{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

Suhu dan kelembaban pada kandang ayam dapat berpengaruh pada kondisi lingkungan di dalam kandang ayam karena menyebabkan kematian ayam dan menurunkan produksi telur. Oleh karena itu, suhu dan kelembaban kandang harus dipantau secara terus menerus, yang bisa dilakukan kapan saja dan saat jarak jauh. Teknologi *Internet of Things* (IoT) adalah teknologi yang memungkinkan sistem pemantau suhu dan kelembaban terhubung dengan ponsel melalui koneksi jaringan internet. Aplikasi Blynk untuk ponsel Android dan iOS berfungsi sebagai antarmuka untuk pemantauan jarak jauh suhu dan ayam petelur menggunakan metode IoT melalui internet, dengan sistem yang dapat merekam suhu dan kelembaban secara *real time*. Alat yang dibutuhkan untuk membuat aplikasi ini adalah software Arduino IDE, DHT11 dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang mengirimkan data ke Blynk *cloud server* dengan koneksi internet melalui WiFi. Sistem pengawasan menggunakan aplikasi Blynk untuk ponsel Android dan iOS sebagai antarmuka pengguna alat yang diproduksi. Dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang diunduh dari handphone Android dan iOS, sensor DHT11, layar LCD dan aplikasi Blynk, pemantauan suhu dan kelembaban kandang layer dapat dilakukan dari jarak jauh melalui koneksi jaringan internet. *Error* relatif rata-rata terhadap alat ukur *thermohygrometer* untuk pengukuran suhu dengan sensor DHT11 adalah 0,31%, sedangkan error relatif rata-rata terhadap alat ukur *thermohygrometer* untuk pengukuran kelembaban adalah 0,98%.

Kata Kunci: DHT11, *Internet of Things*, NodeMCU ESP8266.

Abstract

The temperature and humidity in the chicken coop can affect the environmental conditions in the chicken coop because it causes the death of the chickens and reduces egg production. Therefore, the temperature and humidity of the cage must be monitored continuously, which can be done at any time and remotely. Internet of Things (IoT) technology is a technology that allows temperature and humidity monitoring systems to be connected to cellphones via an internet network connection. The Blynk application for Android and iOS phones serves as an interface for remote monitoring of temperature and laying hens using the IoT method via the internet, with a system that can record temperature and humidity in real time. The tools needed to make this application are the Arduino IDE DHT11 software and the NodeMCU ESP8266 microcontroller which sends data to the Blynk cloud server with an internet connection via WiFi. The surveillance system uses the Blynk app for Android and iOS phones as the user interface of the manufactured tool. By using the NodeMCU ESP8266 microcontroller downloaded from Android and iOS cellphones, DHT11 sensors, LCD screens and the Blynk application, monitoring the temperature and humidity of the layer cages can be done remotely via an internet network connection. The average relative error to the thermohygrometer for measuring temperature with the DHT11 sensor is 0.31%, while the average relative error to the thermohygrometer for measuring humidity is 0.98%.

Keywords : DHT11, *Internet of Things*, NodeMCU ESP8266.

I. PENDAHULUAN

Pada masa perkembangan teknologi dan pangan di era global saat ini, permintaan akan bahan pokok seperti produk hewani semakin meningkat baik itu berupa daging, susu dan telur[1]. Telur

Info Makalah:

Dikirim : 06-12-2023;
Revisi 1 : 07-05-2023;
Revisi 2 : mm-dd-yy;
Diterima : 07-05-2023.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-859-7499-2595
e-mail : niketuthd@lecture.unjani.ac.id

merupakan produk tinggi protein yang sangat diminati oleh masyarakat karena harga yang murah dan mudah didapatkan.

Pemenuhan kebutuhan telur harus ditingkatkan dengan menjaga produktivitas hewan ternak khususnya ayam petelur. Pemenuhan kualitas yang sesuai pada ayam petelur dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, salah satunya kepadatan kandang ayam. Ruang gerak para ayam petelur harus disesuaikan dengan jumlah ayam agar dapat membuat hewan ayam petelur dalam kondisi yang nyaman dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas serta mengurangi

kematian akibat stress ayam petelur[2]. Suhu kandang ayam dipengaruhi oleh kepadatan kandang ayam. Menurut Armstrong (1994) temperatur yang tinggi mengakibatkan cekaman panas pada ternak, akan terjadi perubahan fisiologis berupa peningkatan suhu tubuh, konsumsi air minum, frekuensi pernapasan, evaporasi air, dan perubahan konsumsi ransum. Pada kepadatan kandang yang rendah ayam petelur cenderung berada dalam kondisi nyaman akan tetapi kurang efisien dalam segi ekonomi dan produksi [3].

Suhu dan kelembaban kandang ayam juga mempengaruhi kondisi lingkungan ayam karena dapat menyebabkan kematian ayam dan menurunkan produksi telur. Suhu kandang ayam petelur harus dijaga sedemikian rupa agar ayam tetap nyaman dan produksinya tinggi. Perbedaan model kandang juga mempengaruhi suhu ideal. Untuk kandang *close house* yang relatif tertutup, suhu yang nyaman berkisar 22-25°C. Kenaikan suhu kandang dapat menyebabkan nafsu makan berkurang hingga mencapai 25%. Akibatnya, ayam akan minum air dengan volume yang lebih banyak sehingga mengalami gangguan[2].

Pencapaian puncak produksi pun mengalami keterlambatan. Disamping itu, pertumbuhan ayam menjadi terhambat, volume serta kualitas telur menurun, telur mudah retak karena penipisan kerabang, dan produksi dapat mengalami penurunan hingga 20%. Bahkan, dapat menyebabkan kematian jika kondisinya sangat buruk. Bagi yang telah berpengalaman, biasanya peternak menambah pencahayaan waktu malam atau memberikan vitamin jika ada gejala kenaikan suhu kandang. Tujuannya agar ayam mengonsumsi pakan lebih banyak. Sebaliknya, suhu kandang juga harus dijaga agar tidak terlalu rendah. Apabila suhu terlalu rendah, akan menyebabkan penyempitan pembuluh darah yang berakibat pada terganggunya kerja paru-paru [1].

Disamping suhu, kelembaban udara (kadar air yang terikat di dalam udara) juga perlu diperhatikan, karena mempengaruhi suhu yang dirasakan ayam, yang ada kaitannya dengan pengeluaran suhu tubuh ayam adalah melalui *painting* (membuka mulut), di mana semakin tinggi kelembaban udara, maka suhu efektif yang dirasakan ayam akan merasakan suhu yang lebih dingin dibanding suhu lingkungan saat kelembaban rendah. Oleh karena itu, suhu dan kelembaban kandang harus dipantau, yang bisa dilakukan kapan saja. Oleh karena itu penulis ingin mengembangkan suatu alat yang dapat mengontrol suhu dan kelembaban ayam berbasis *Internet of Things*, sehingga suhu dan kelembaban dapat dikontrol dari mana saja dan kapan saja[4].

Untuk sistem pemantauan suhu dan kelembaban yang menggunakan koneksi Internet nirkabel berbasis IoT, sistem pemantauan dapat dibangun menggunakan aplikasi bernama Blynk, yang dirancang untuk kendali jarak jauh dan pemantauan perangkat melalui komunikasi Internet atau Internet (LAN)[5]. Blynk berfungsi untuk menyimpan data dan menggambarkannya secara visual menggunakan angka, warna, dan grafik sehingga memudahkan pengguna dalam pembuatan proyek IoT[6]. Pengujian *bandwidth* dilakukan untuk menentukan kecepatan koneksi internet agar Blynk dapat digunakan dari jarak jauh, yang memengaruhi kinerja sistem perangkat [7]. Terdapat 3 komponen utama Blynk.

1. Blynk Apps

Blynk *Apps* memungkinkan untuk membuat *project interface* dengan berbagai macam komponen *input output* yang mendukung untuk pengiriman maupun penerimaan data serta mempresentasikan

data sesuai dengan komponen yang dipilih. Representasi data dapat berbentuk visual angka maupun grafik. Terdapat 4 jenis kategori komponen yang terdapat pada aplikasi Blynk, *Controller* digunakan untuk mengirimkan data atau perintah ke *Hardware*, *Display* digunakan untuk mengirimkan data yang berasal dari *hardware* ke *smartphone* *Notification* digunakan untuk mengirim pesan dan notifikasi *interface* pengaturan tampilan pada aplikasi Blynk dapat berupa menu ataupun tab, *others* beberapa komponen yang tidak masuk dalam 3 kategori sebelumnya diantaranya; *Bridge*, *RTC*, *Bluetooth* [8].

2. Blynk Server

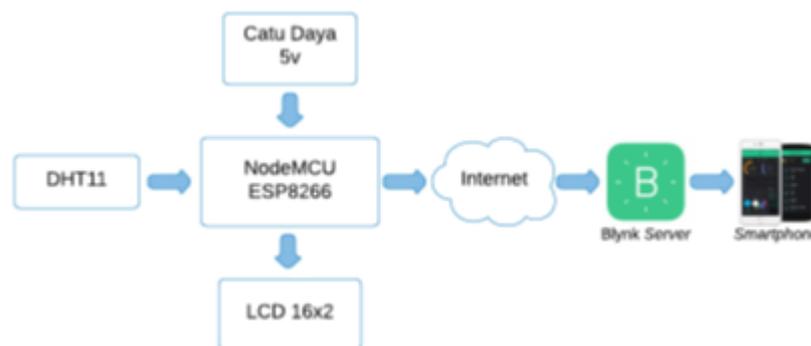
Blynk *server* merupakan fasilitas *backend service* berbasis *cloud* yang bertanggung jawab untuk mengatur komunikasi antara aplikasi *smartphone* dengan lingkungan *hardware*. Kemampuan untuk menangani puluhan *hardware* pada saat yang bersamaan semakin memudahkan bagi para pengembang system *IoT*. Blynk *server* juga tersedia dalam bentuk *local server* apabila digunakan pada lingkungan tanpa internet . Blynk *server local* bersifat *open source* dan dapat diimplementasikan pada *Hardware Raspberry Pi* [8]

3. Blynk Library

Blynk *library* dapat digunakan untuk membantu pengembangan *code*. Blynk library tersedia pada banyak platform perangkat keras sehingga semakin memudahkan para pengembang *IoT* dengan fleksibilitas *hardware* yang didukung oleh lingkungan Blynk [9]. Penggunaan Blynk dalam sistem pemantauan suhu dan kelembaban dapat memungkinkan pengguna memantau suhu dan kelembaban ayam petelur dari jarak jauh setiap saat [9]

II. METODE

A. Diagram Blok Sistem



Gambar 1 Diagram blok sistem

Diagram blok sistem ditunjukkan pada Gambar 1. Diagram blok menjelaskan bagian-bagian atau komponen yang digunakan dalam sistem. Setiap blok memiliki arti dan fungsinya masing-masing. Penjelasan tentang cara kerja setiap blok sistem:

1. Sensor suhu dan kelembaban DHT11

Penelitian ini menggunakan sensor suhu dan kelembaban DHT11, spesifikasi DHT11 ini dalam bentuk analog dengan rentang suhu sebesar 0-50°C, Akurasi kelembaban relatif dan suhu $\pm 2^\circ\text{C}$ diproses dari serial ke jaringan WiFi [10].

2. NodeMCU ESP8266

Pada Modul ESP8266 terdapat keluaran tipe TTL dengan spek GPIO yang berfungsi secara mandiri dan dilengkapi mikrokontroler tambahan untuk mengontrol. Keluaran tipe TTL (*Serial Transistor Logic*) memiliki nilai logika *low* "0" dan *high* "1". Logika '0' tidak jarang memiliki nilai '0' volt dan logika '1'. Pada penelitian ini nilainya 3,3 volt atau 5 volt (VCC), sensor DHT11 menerima data yang

kemudian diolah dalam bentuk digital lalu dikirim melalui jaringan *Wi-Fi* sehingga dapat ditampilkan pada layar *smartphone* [11].

3. Internet

Koneksi internet dibutuhkan untuk menyambungkan NodeMCU agar bisa menjadi *online* atau terhubung dengan aplikasi Blynk.

4. Blynk

Blynk pada *smartphone* berfungsi untuk menerima data dari sensor DHT11 melalui NodeMCU ESP8266.

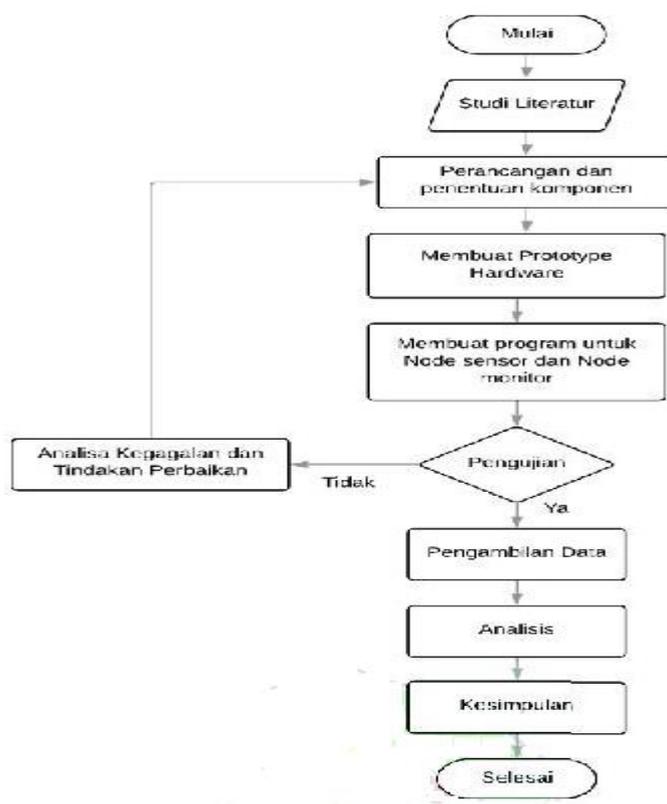
5. Smartphone

Penelitian ini menggunakan *smartphone* android dengan tujuan untuk menampilkan gambar perubahan suhu pada layar *smartphone*.

6. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD yang digunakan untuk perancangan alat ini adalah LCD karakter berukuran 16x2. Layar LCD ini dapat digunakan secara serial menggunakan protokol I2C. Modul LCD memiliki empat pin yaitu VCC, GND, SDA dan SCL yang alamatnya dapat diatur dari 0x20 hingga 0x27. Ketajaman karakter LCD dapat diatur dengan memutar resistor yang dapat diatur pada modul, dan hanya diperlukan sumber tegangan 5V DC[12]. LCD 16X2 yang berfungsi sebagai *output display* data dari sensor yang diproses oleh mikrokontroler pada alat.

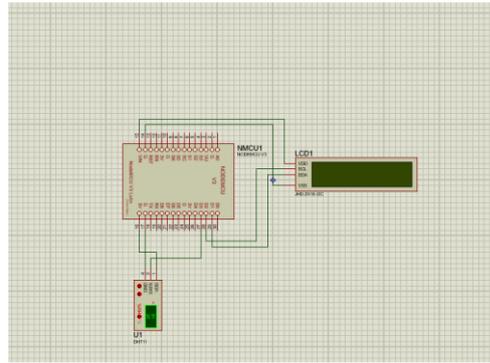
B. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2 Diagram alir penelitian

C. Perancangan Rangkaian Hardware dan Software

Perangkat keras dirancang menggunakan sensor DHT11 dan Board NodeMCU ESP8266, dan LCD. Gambar rangkaian dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3 Rangkaian hardware

Beberapa tahapan yang perlu dilakukan dalam perancangan software yaitu konfigurasi Blynk dan konfigurasi Arduino IDE.

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Pengujian Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban

Dari hasil pembuatan alat ini, penulis melakukan pengujian alat dan membandingkan 4 macam pengukuran yang dilakukan sebanyak 8 kali dengan jarak waktu selama 5 menit yaitu hasil dari tampilan yang ada di layar *smartphone* (aplikasi Blynk), kemudian dibandingkan dengan layar monitor data alat arduino atau *data logger*, kemudian dengan *thermohygrometer*. Hasil perbandingan suhu dan kelembaban dapat ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan suhu dan kelembaban

Jam	Data pada <i>thermohygrometer</i>		Data pada <i>smartphone</i> dengan sensor DHT11	
	Suhu °C	Kelembaban %	Suhu °C	Kelembaban %
13.15	24,6	77	24,7	78
13.20	24,8	77	24,9	78
13.25	24,7	76	24,8	76
13.30	24,7	75	24,7	75
13.35	24,5	75	24,6	75
13.40	24,5	76	24,5	76
13.45	24,4	76	24,5	73
13.50	24	77	24,1	78
Rata-rata Galat Relatif (%)			0,31	0,98

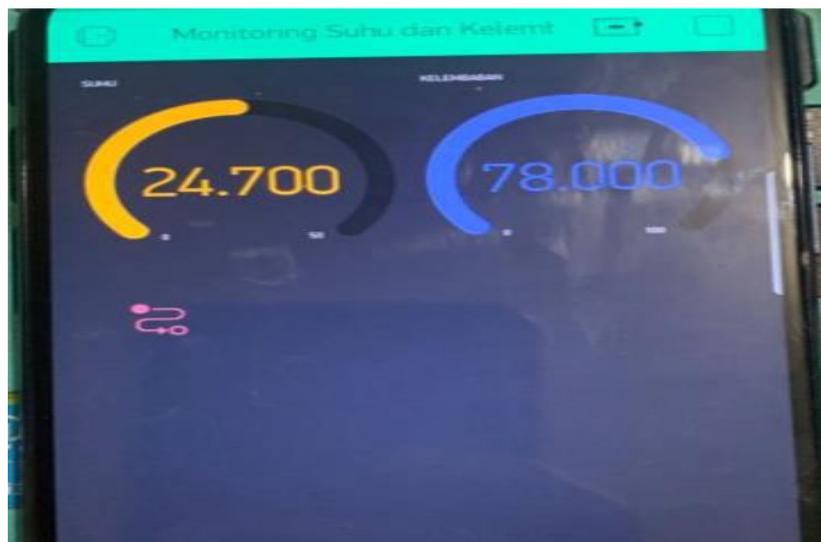
Hasil Pengukuran suhu dan kelembaban pada DHT11 yang ditunjukkan oleh LCD, *smartphone*, layar monitor data alat arduino atau data logger dan *thermohygrometer* pada pengujian 1. Pada gambar 4 berikut ini, ditunjukkan tampilan suhu LCD pada pengujian 1.



Gambar 4 Tampilan suhu LCD pada pengujian 1

Hasil pengukuran menunjukkan suhu sebesar 24,7°C dan kelembaban sebesar 78%.

Pada Gambar 5 berikut ini ditunjukkan tampilan suhu pada *smartphone* pada pengujian 1.

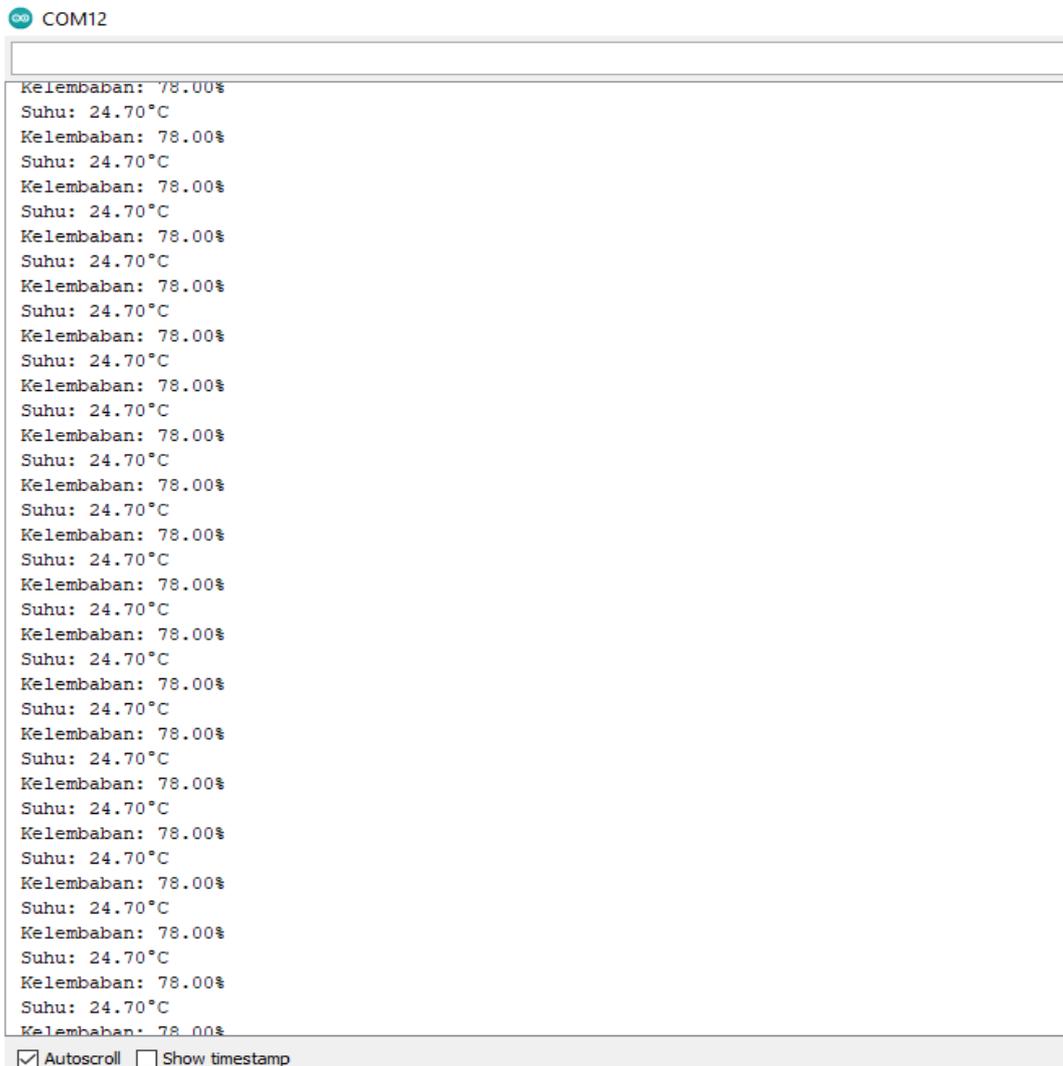


Gambar 5 Tampilan suhu pada *smartphone* pada pengujian 1

Hasil pengukuran menunjukkan suhu sebesar 24,7°C dan kelembaban sebesar 78%.

Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Suhu dan Kelembaban Pada Kandang Ayam Petelur Berbasis Iot dengan Integrasi Blynk Cloud
(Ni Ketut H.D., Ferdi Zakaria, Ade Sena Permana : Halaman 28 - 37)

Pada Gambar 6 beriku ini ditunjukkan tampilan pada *serial monitor* Arduino pada pengujian 1.



The image shows a screenshot of an Arduino Serial Monitor window. The window title is "COM12". The main area displays a continuous stream of data: "Kelembaban: 78.00%" followed by "Suhu: 24.70°C" on alternating lines. At the bottom of the window, there are two checkboxes: "Autoscroll" (checked) and "Show timestamp" (unchecked).

Gambar 6 Data suhu pada *serial monitor* Arduino pada pengujian 1

Hasil pengukuran pada pengujian 1 menunjukkan suhu sebesar 24,7°C dan kelembaban sebesar 78%.

Pada gambar 6 berikut ini ditunjukkan data suhu pada *thermohigrometer* pada pengujian 1



Gambar 7 Data suhu pada *thermohigrometer* pada pengujian 1

Hasil pengukuran menunjukkan suhu sebesar 24,6°C dan kelembaban sebesar 77%.

Dari hasil pengujian 1 sensor DHT11 menunjukkan suhu 24,7°C dan kelembaban 78%, yang menunjukkan data yang berbeda dengan yang ditunjukkan oleh *thermohygrometer*, yaitu suhu 24,6°C dan kelembaban 77%.

Untuk menguji ketepatan sistem monitoring suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT11, maka dilakukan perbandingan suhu dan kelembaban yang terbaca pada *smartphone* dengan suhu dan kelembaban yang terbaca di *thermohygrometer*[7]. Berdasarkan persamaan (1) dan (2):

$$Ea = |xi - xp| \tag{1}$$

$$Er = (Ea / xp) \times 100 \tag{2}$$

Untuk menguji ketepatan sistem monitoring suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT11, maka dilakukan perbandingan suhu dan kelembaban yang terbaca pada *smartphone* dengan suhu dan kelembaban yang terbaca di *thermohygrometer*. Nilai rata-rata galat relatif pengukuran suhu menggunakan sensor DHT11 yang terbaca pada *smartphone* terhadap suhu yang terbaca di *thermohygrometer* adalah sebesar 0,31%, sedangkan nilai rata-rata galat relatif pengukuran kelembaban menggunakan sensor DHT11 yang terbaca pada *smartphone* terhadap kelembaban yang terbaca di *thermohygrometer* adalah sebesar 0,98%.

B. Pengujian Bandwith

Tabel 2 Pengujian *bandwith*

No	<i>Bandwidth</i>	Provider	Hasil
1	8.84 Mbps	Smartfren	Terhubung
2	2.96 Mbps	Indosat	Tidak Terhubung
3	8.78 Mbps	Telkomsel	Terhubung

Berdasarkan hasil pengujian *bandwidth* yang dilakukan terhadap beberapa provider menunjukkan hasil terhubung untuk provider Smartfren (dengan *bandwidth* 8,84 Mbps) dan Telkomsel (dengan *bandwidth* 8,78 Mbps), sedangkan untuk Indosat (dengan *bandwidth* 2,96 Mbps) tidak terhubung.

C Analisis

Hasil penelitian “Sistem monitoring deteksi suhu dan kelembaban kandang ayam petelur dengan metode IoT berbasis mikrokontroler” menggunakan aplikasi Blynk untuk *handphone* android dan ios

menyimpulkan bahwa penggunaannya pada peternakan ayam petelur sangat bermanfaat. Hasil dari penelitian adalah alat yang dapat terhubung dengan koneksi internet *Wi-Fi* dan terhubung dengan *Blynk cloud server* sebagai alat penyimpanan data sensor, dan aplikasi *smartphone* Blynk yang dapat digunakan untuk memantau suhu dan kelembaban berbasis mikrokontroler pada kandang ayam petelur menggunakan *Internet of Things*.

Dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang diunduh dari *handphone* Android dan iOS, sensor DHT11, layar LCD dan aplikasi Blynk, pemantauan suhu dan kelembaban kandang ayam dapat dilakukan dari jarak jauh melalui koneksi jaringan internet. Hal ini dapat ditunjukkan dari beberapa hasil pengujian yang telah dilakukan, yakni dari hasil nilai rata-rata galat relatif pengukuran suhu menggunakan sensor DHT11 yang terbaca pada *smartphone* terhadap suhu yang terbaca di *thermohygrometer* adalah sebesar 0,31%, sedangkan nilai rata-rata galat relatif pengukuran kelembaban menggunakan sensor DHT11 yang terbaca pada *smartphone* terhadap kelembaban yang terbaca di *thermohygrometer* adalah sebesar 0,98%. Selain itu telah dilakukan juga pengujian *bandwidth* untuk mengetahui kecepatan koneksi internet untuk dapat mengakses Blynk dari jarak yang jauh. Berdasarkan hasil pengujian *bandwidth* yang dilakukan terhadap beberapa provider menunjukkan hasil terhubung untuk provider Smartfren (dengan *bandwidth* 8,84 Mbps) dan Telkomsel (dengan *bandwidth* 8,78 Mbps), sedangkan untuk Telkomsel (dengan *bandwidth* 2,96 Mbps) tidak terhubung

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa hal yang penulis simpulkan yaitu:

1. Dengan menggunakan perangkat komponen mikrokontroler *NodeMCU ESP8266*, sensor DHT11, LCD, serta aplikasi Blynk pada *smartphone* Android dan iOS yang telah diunduh, Pemantauan suhu dan kelembaban ayam petelur dapat dilakukan dari jarak jauh dengan koneksi jaringan internet.
2. Berdasarkan proses pengujian sistem, aplikasi Blynk pada *smartphone* dapat menampilkan data sensor suhu dan kelembaban seperti yang terbaca oleh sensor melalui Arduino IDE.
3. Pada hasil uji coba sensor dengan membandingkan sensor DHT11 dengan alat ukur standar yaitu *thermohygrometer* didapatkan nilai rata-rata galat relatif sebesar 0,31% untuk suhu dan nilai rata-rata galat relatif sebesar 0,98% untuk kelembaban.
4. Berdasarkan hasil pengujian *bandwidth* yang dilakukan terhadap beberapa provider menunjukkan hasil terhubung untuk provider Smartfren (dengan *bandwidth* 8,84 Mbps) dan Telkomsel (dengan *bandwidth* 8,78 Mbps), sedangkan untuk Telkomsel (dengan *bandwidth* 2,96 Mbps) tidak terhubung.

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] R. Imelda, S. Suharyati, And V. Wanniatie, "Respon Fisiologis Ayam Petelur Fase Grower Pada Kepadatan Kandang Yang Berbeda Physiological Response Growing Phase Laying Hens In The Different Stocking Density."
- [2] A. H. Aini, Y. Saragih, And D. R. Hidayat, "Rancang Bangun Smart System Pada Kandang Ayam Menggunakan Mikrokontroler," 2021. [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just-it/index>
- [3] "1508026018_Dewi Raokhil Iklima Fariyya_Lengkap Tugas Akhir - Dewiraokhil Iklimafariyya".
- [4] P. -, "Thermoregulasi Dan Hen Day Production Ayam Petelur Fase Layer Pada Temperature Humidity Index Yang Berbeda," 2015.
- [5] F. Haz, R. Marselindo, D. Yuda, And B. Zainal, "Desain Dan Implementasi Sistem Pelacak Cahaya Matahari Dual Axis Pada Solar Cell Menggunakan Arduino Mega 2560," Vol. 18, No. 02, Pp. 59–66, 2019.

- [6] M. Artyasa *Et Al.*, “Aplikasi Smart Home Node Mcu Iot Untuk Blynk,” 2020.
- [7] A. D. Hendra Saptadi Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto Jl I Panjaitan No, “Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu Dan Kelembaban Antara Sensor Dht11 Dan Dht22 Studi Komparatif Pada Platform Atmel Avr Dan Arduino,” 2014.
- [8] C. Wibisono Darmawan, S. R. U A Sompie, And F. D. Kambey, “Mei-Agustus 2020, Hal,” *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, Vol. 9, No. 2, Pp. 91–100.
- [9] A. P. Rahmadha, R. Devie, S. T. Suchendra, A. Sularsa, And S. St, “Sistem Monitoring Dan Kendali Suhu Dan Kelembaban Pada Kandang Peternakan Ayam Broiler Temperature And Humdity Controls Monitoring Sistem Of Broiler Chicken Farmhouse.”
- [10] M. Yan, E. Adiptya, And H. Wibawanto, “Sistem Pengamatan Suhu Dan Kelembaban Pada Rumah Berbasis Mikrokontroller Atmega8.”
- [11] “C.441.16.0015-06-Bab-Iii-20190219031655”.
- [12] S. Budiyanto, J. T. Elektro, F. Teknik, U. Mercur Buana, J. L. Raya, And M. Selatan, “Sistem Logger Suhu Dengan Menggunakan Komunikasi Gelombang Radio”.

Studi Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV pada Penyulang DPRD ULP Cianjur Kota Menggunakan ETAP

Giri Angga Setia^{1*)}, Fathul Muhammad Nur²⁾, Fauzia Haz³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Elektro

Universitas Jenderal Achmad Yani

Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531

^{*)}Korespondensi : giri.anggasetia@gmail.com

Abstrak

Dalam pendistribusian tenaga listrik dari sumber tenaga listrik hingga ke pelanggan yang letak keberadaannya berjauhan senantiasa mengalami *losses* yaitu berupa jatuh tegangan dan rugi daya. Meski demikian jatuh tegangan yang terjadi dalam proses pendistribusian energi listrik merupakan suatu pemborosan energi jika tidak dikendalikan dengan optimal. Dalam hubungannya dengan kualitas pelayanan, faktor terutama yang jadi tolak ukurnya terdapat pada kontinuitas layanan serta kualitas tegangan pelayanan. Dampak *losses* ini berakibat pada buruknya tingkat mutu pelayanan ke pelanggan. Analisis jatuh tegangan dan rugi daya diperlukan untuk mengetahui besar kecilnya jatuh tegangan di ujung jaringan Penyulang DPRD. Perhitungan jatuh tegangan dan rugi daya menggunakan metode simulasi ETAP, hasil perhitungan matematis dan simulasi dilakukan analisis untuk mengetahui faktor penyebab kualitas tegangan pada ujung jaringan penyulang DPRD di bawah standar tegangan pelayanan 20 kV. Hasil dari analisis serta simulasi menunjukkan bahwa faktor yang menyebabkan kualitas tegangan di ujung Penyulang DPRD di bawah standar tingkat mutu pelayanan adalah sistem pembebanan transformator, jenis penghantar dan jarak Gardu Induk ke ujung jaringan penyulang yang jauh. Kemudian permasalahan tersebut diatasi dengan mengganti jenis penghantar serta rekonfigurasi dengan pemindahan sebagian beban ke Penyulang Lampegan, sehingga profil tegangan di ujung Penyulang DPRD mulanya 17,527 kV setelah dilakukan rekonfigurasi meningkat ke angka 18,137 kV.

Kata kunci : Jatuh tegangan, jaringan, rekonfigurasi, rugi daya

Abstract

In the distribution of electricity from electric power sources to consumers who are located far apart, they always experience losses, namely in the form of voltage drops and power losses. However, the voltage loss that occurs in the process of distributing electrical energy is a waste of energy if it is not controlled optimally. Concerning the quality of service, the main factor which becomes the benchmark is the continuity of service and the quality of service voltage. The impact of these losses results in low levels of service quality to customers. Analysis of voltage drop and power loss is needed to determine the size of the voltage drop at the end of the DPRD feeder network. The calculation of voltage drops and power loss uses simulation results of ETAP method. The results of mathematical calculations and simulations are analyzed to determine the factors that cause the voltage quality at the end of the DPRD feeder network to be below the standard service voltage of 20 kV. The results of the analysis and simulation show that the factors that cause the voltage quality at the end of the DPRD feeder to be below the standard of service quality level are the transformer loading system, the type of conductor, and the distance of the substation to the far end of the feeder network. Then the problem was resolved by changing the type of conductor and reconfiguring it by shifting part of the load to the Lampegan feeder so that the voltage profile at the end of the DPRD Feeder was initially 17.527 kV after reconfiguration increased to 18.137 kV.

Keywords : Drop voltage, network, reconfiguration, power loss

I. PENDAHULUAN

Info Makalah:

Dikirim : 06-19-2023;
Revisi 1 : 07-25-2023;
Revisi 2 : mm-dd-yy;
Diterima : 07-26-2023.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-856-6556-649
e-mail : giri.anggasetia@gmail.com

Dewasa ini perkembangan teknologi dan pembangunan berkembang begitu cepat yang berdampak pada kebutuhan masyarakat akan energi listrik yang kian meningkat pula. Energi listrik merupakan salah satu sumber energi yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat, sehingga dalam pendistribusiannya harus tetap terjaga keandalannya [1][2][3]. Karena energi listrik adalah kebutuhan yang pokok bagi kehidupan masyarakat modern, bisnis, dan industri. Tidak hanya itu, energi listrik jadi salah satu tolak ukur pertumbuhan suatu daerah, semakin berkembangnya suatu daerah, maka kebutuhan energi listriknya juga akan semakin meningkat. Oleh sebab itu Oleh karena itu, Perusahaan

Listrik Negara (PLN) harus memenuhi ketersediaan energi listrik yang cukup dan berkualitas [4][5].

Dalam pendistribusian energi listrik dari sumber tenaga listrik hingga ke pelanggan yang letak keberadaannya berjauhan senantiasa mengalami *losses* yaitu berupa adanya rugi tegangan. Besarnya rugi tegangan pada saluran distribusi tergantung pada jenis dan panjang saluran penghantar, tipe jaringan distribusi, tipe beban, faktor daya, kapasitas transformator, serta besarnya jumlah daya terpasang dan banyaknya pemakaian beban-beban yang bersifat induktif yang dapat menyebabkan meningkatnya kebutuhan daya reaktif [6][7]. Meski demikian rugi tegangan yang terjadi dalam proses pendistribusian energi listrik merupakan suatu pemborosan energi jika tidak dikendalikan dengan optimal [8].

Dalam hubungannya dengan kualitas pelayanan, faktor utama yang menjadi tolak ukur adalah kontinuitas layanan serta kualitas tegangan pelayanan. Kualitas tegangan pelayanan yakni pergantian nilai tegangan pelayanan pada kerja normal terhadap nilai tegangan nominalnya. Sistem tenaga yang baik harus memiliki batas toleransi tegangan. Batas toleransi tegangan sesuai dengan peraturan syarat SPLN 1 : 1978, dimana ditentukan bahwa variasi tegangan pelayanan, sebagian akibat jatuh tegangan maksimum +5% dan minimum -10% dari tegangan nominalnya [7][9]. Tegangan nominal dari suatu penyulang ialah 20 kV sehingga nilai tegangan maksimalnya ialah 21 kV dan nilai tegangan minimalnya ialah 18 kV. Nilai tegangan di luar rentang toleransi ini akan menyebabkan kinerja dari peralatan listrik pelanggan tidak maksimal [10]. Maka dari itu diperlukan adanya tindakan untuk mereduksi rugi tegangan pada saluran sehingga dapat mengatasi jika sewaktu-waktu terjadi kelebihan beban (*over loading*) pada jaringan distribusi listrik [11][12].

Bentuk konfigurasi jaringan, sangat memengaruhi aliran daya listrik dan rugi tegangan [13]. Diperlukan konfigurasi yang baik agar diperoleh kerugian tegangan yang paling kecil, maka perlu tindakan yang disebut dengan rekonfigurasi jaringan. Rekonfigurasi jaringan distribusi yaitu mengatur ulang konfigurasi jaringan yang ada sehingga dapat mereduksi nilai rugi tegangan pada jaringan distribusi serta meningkatkan keandalan sistem distribusinya [14][15].

PT. PLN (Persero) ULP Cianjur Kota sebagai penyedia energi listrik untuk wilayah Cianjur, masih menemui masalah utama jatuh tegangan yang sangat tinggi, sehingga menyebabkan kualitas tegangan pelayanan tidak maksimal. Atas dasar latar belakang tersebut, pada paper ini akan dianalisis seberapa besar nilai rugi tegangan, dan menemukan solusi terbaik dalam upaya perbaikan nilai tegangan operasi yang memenuhi standar pelayanan distribusi listrik 20 kV, maka diperlukan adanya rekonfigurasi jaringan dengan mengoperasikan pensaklaran terkontrol jarak jauh (*switching remotely controlled*) pada LBS jaringan distribusi tanpa menimbulkan akibat yang beresiko dalam operasi sistem jaringan distribusi secara keseluruhan dengan menentukan nilai jatuh tegangan terkecil pada titik pemindahan beban rekonfigurasi penyulang. Beberapa beban ujung penyulang DPRD akan dipindahkan ke Penyulang Lampegan. Data terakhir pengukuran tegangan ujung penyulang DPRD adalah 17,432 kV. Sehingga diharapkan dapat mereduksi rugi tegangan pada jaringan tersebut.

II. METODE

Penelitian ini dilakukan di Penyulang Lampegan dan Penyulang DPRD. Data yang digunakan pada penelitian kali ini hasil dari Pengukuran beban Penyulang Lampegan dan Penyulang DPRD pada PT.

Studi Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV pada Penyulang DPRD ULP Cianjur Kota Menggunakan ETAP

(Giri Angga Setia, Fathul Muhammad Nur, dan Fauzia Haz: Halaman 38 - 48)

PLN (Persero) ULP Cianjur Kota. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan skenario pemindahan beban akan dibandingkan untuk menentukan titik perpotongan rekonfigurasi. Simulasi rekonfigurasi Penyulang Lampegan dan Penyulang DPRD ini menggunakan *software* ETAP 12.6.0 untuk menentukan jatuh tegangan dan titik rekonfigurasi yang paling efisien. Pada penelitian ini menggunakan skenario pemindahan beban melalui LBS CGH (Ciguha), dan dari LBS SKR (Sukarame) dengan menentukan jatuh tegangan terkecil. Penggunaan aplikasi ETAP ini diawali dengan membaca dokumen yang berisikan data tentang Penyulang Lampegan dan Penyulang DPRD, lalu memodelkan Penyulang Lampegan dan Penyulang DPRD pada ETAP, dan data-data penyulang dimasukkan. Kemudian hasil aliran daya didapati nilai tegangan ujung Penyulang DPRD untuk dianalisis, dan dibandingkan dengan perhitungan matematis.

Proses analisis simulasi pada ETAP 12.6.0 ialah langkah pertama dengan memodelkan sistem tenaga listrik Penyulang Lampegan dan Penyulang DPRD sesuai *single line diagram* dengan menggunakan ETAP 12.6.0. Langkah kedua adalah memasukan data daya transformator, pembebanan, impedansi saluran, dan panjang penghantar pada ETAP 12.6.0. Langkah ketiga melakukan simulasi aliran daya pada ETAP 12.6.0. Langkah keempat melakukan analisis dari hasil *load flow* berupa jatuh tegangan pada ujung Penyulang DPRD. Langkah kelima ialah ditinjau apakah kualitas tegangan di ujung penyulang DPRD bagus dan sesuai SPLN 1:1978, jika tidak maka dilakukan langkah skenario rekonfigurasi dengan *upgrading* penghantar dan pemindahan beban ujung Penyulang DPRD ke Penyulang Lampegan. Setelah dilakukan langkah rekonfigurasi maka melakukan kembali langkah kedua, ketiga, keempat dan kelima. Jika kualitas tegangan di Ujung Penyulang DPRD sudah sesuai bagus dan meningkat maka lanjut ke langkah keenam yaitu mendapatkan hasil kualitas tegangan yang sesuai dengan standar tegangan pelayanan dan tegangan yang meningkat.

A. Jatuh tegangan

Jatuh tegangan merupakan perbedaan tegangan antara tegangan kirim dengan tegangan terima karena adanya impedansi pada penghantar. Jatuh tegangan selalu terjadi pada jaringan, baik pada sisi pelanggan maupun pada perusahaan listrik. Baik itu pada jaringan Transmisi, Distribusi hingga tegangan rendah. Jatuh tegangan pada saluran distribusi ialah selisih antara tegangan pada sisi kirim (*sending end*) dan tegangan pada sisi terima (*receiving end*). Apabila perbedaan nilai tegangan tersebut melebihi nilai standar yang telah ditentukan maka mutu penyaluran tersebut rendah. Di dalam saluran distribusi persoalan mengenai tegangan merupakan hal yang sangat penting, baik didalam keadaan operasi maupun dalam perencanaan, sehingga harus selesai diperhatikan tegangan pada setiap titik saluran, maka pemilihan juga harus penghantar diperhatikan. Berdasarkan dari standar SPLN 1:1978, dimana ditentukan bahwa variasi tegangan pelayanan sebagai akibat jatuh tegangan karena adanya perubahan beban maksimum +5% dan minimum -10%. Jatuh tegangan pada saluran adalah:

Untuk sistem tiga fasa:

$$VD_{3\phi} = \sqrt{3} \times I \times Z \times (L) \quad (1)$$

Dengan z adalah:

$$Z = R + jX \quad (2)$$

Maka jatuh tegangan pada penghantar sistem tiga fasa:

$$VD_{3\phi} = \sqrt{3} \times L \times I \times [(R \cos(\varphi) + jX \sin(\varphi))] \quad (3)$$

Sehingga persentase jatuh tegangan sistem tiga fasa adalah:

$$\%VD = \frac{VD_{3\phi}}{V_S} \times 100\% \quad (4)$$

Untuk menghitung regulasi tegangan dapat menggunakan rumus:

$$\%VR = \frac{V_S - V_r}{V_r} \times 100\% \quad (5)$$

Dengan:

$$VD_{3\phi} = \text{Jatuh tegangan 3 fasa (Volt)}$$

I	= Arus yang mengalir (Ampere)
R	= Tahanan saluran (Ohm)
L	= Panjang saluran (meter)
X	= Reaktansi (Ohm)
V _s	= Tegangan kirim
V _r	= Tegangan terima
S _r	= Daya kompleks sisi terima dalam (kVA)
%VD	= Persentase jatuh tegangan dalam (%)
%VR	= Regulasi tegangan dalam (%)

B. Rugi daya

Rugi Daya (*losses*) pasti akan terjadi pada sistem kelistrikan. Pada dasarnya, rugi daya merupakan selisih antara jumlah energi listrik yang dibangkitkan dengan jumlah energi listrik yang sampai ke sisi pelanggan. Rugi daya ialah adanya daya yang hilang saat penyaluran daya listrik utama ke suatu beban (seperti ke rumah, gedung dan lainnya). Dalam setiap penyaluran daya listrik ke beban, terdapat *rugi daya* yang diakibatkan oleh beberapa faktor tertentu (misalnya seperti jarak antara saluran listrik dan beban terlalu jauh, yang juga akan menyebabkan peningkatan besarnya tahanan saluran kabel yang digunakan. Perhitungan besar kerugian daya pada penghantar untuk sistem 3 fasa dengan beban seimbang adalah sebagai berikut [14]:

$$\Delta P_{3\Phi} = \frac{3 \times (I^2 \times R)}{1000} \quad (6)$$

Dengan:

ΔP = Rugi-rugi daya (watt)

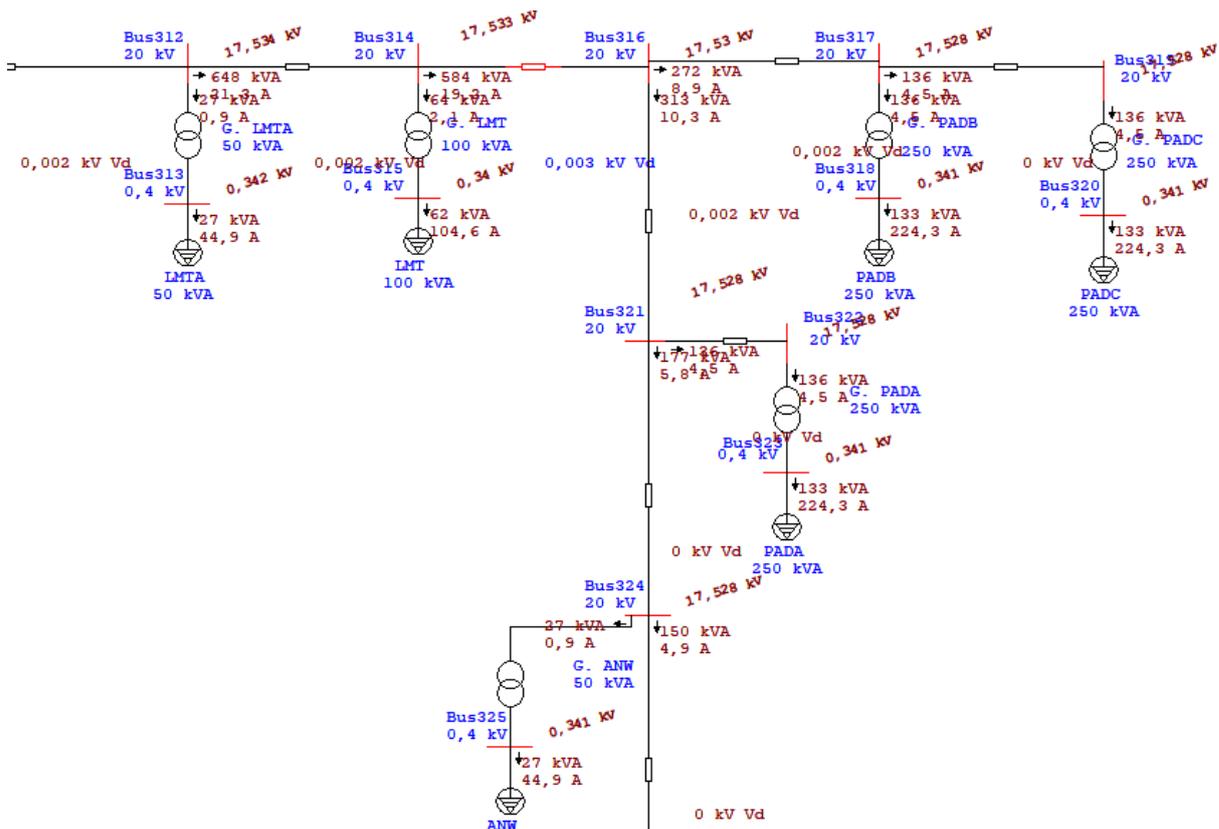
I = Arus (A)

R = Resistansi Saluran (Ω)

III. HASIL DAN DISKUSI

Setelah dilakukan simulasi distribusi pada penulang DPRD menggunakan metode Newton Rapshon pada ETAP 12.6.0 didapatkan hasil pada kondisi *existing* berikut:

Studi Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV pada Penyulang DPRD ULP Cianjur Kota Menggunakan ETAP
 (Giri Angga Setia, Fathul Muhammad Nur, dan Fauzia Haz: Halaman 38 - 48)



Gambar 1 Kondisi Existing pada Ujung Penyulang DPRD

Pada Gambar 2. menunjukkan hasil dari simulasi ETAP, nilai tegangan di sisi ujung Penyulang DPRD pada Bus328 Gardu beban JJT dalam kondisi existing didapat nilai tegangan sebesar 17,527 kV dengan nilai aliran daya untuk daya aktifnya sebesar 54 kW dan daya reaktifnya sebesar 34 kVar. Nilai tersebut merupakan kondisi existing berdasarkan parameter input data sesuai dengan kondisi di lapangan. Panjang jaringan Penyulang DPRD di lapangan ialah 67,783 kms dari Gardu Induk Cianjur. Penyulang yang cukup panjang melalui 20 kV ini pun juga memiliki potensi jatuh tegangan yang cukup besar di sisi ujung jaringan. Berikut merupakan hasil simulasi load flow kondisi existing berupa besar tegangan bus di tabel 1 dan rugi-rugi saluran di tabel 2.

Tabel 1 Hasil Load Flow di Ujung Penyulang DPRD Kondisi Existing pada ETAP 12.6.0

No	Bus ID	Voltage			To Bus ID	Load Flow				
		% mag	kV	Ang		kV	MW	MVA	Amp	%Pf
1.	Bus194	87.861	17,572	-2.2	Bus195	17,571	0.097	0.056	3.7	86.5
2.	Bus187	87.899	17,579	-2.2	Bus192	17,574	0.395	0.231	15.0	86.3
3.	Bus184	87.955	17,591	-2.2	Bus185	17,580	0.557	0.327	21.2	86.2
4.	Bus184	87.955	17,591	-2.2	Bus218	17,576	0.903	0.549	34.7	85.4
5.	Bus218	87.879	17,575	-2.2	Bus220	17,559	0.829	0.504	31.9	85.4
6.	Bus306	87.768	17,554	-2.2	Bus311	17,536	0.571	0.356	22.1	84.8
7.	Bus314	87.664	17,532	-2.2	Bus316	17,530	0.494	0.311	19.2	84.6
8.	Bus316	87.651	17,530	-2.2	Bus317	17,528	0.230	0.145	8.9	84.5

No	Bus ID	Voltage			To Bus ID	Load Flow				
		% mag	kV	Ang		kV	MW	MVA	Amp	%Pf
9.	Bus316	87.651	17,530	-2.2	Bus321	17,528	0.265	0.167	10.3	84.6
10.	Bus326	87.637	17,527	-2.2	Bus328	17,527	0.054	0.034	2.1	84.7

Tabel 2asil *Load Flow Branch Losses* di Ujung Penyulang DPRD Kondisi *Existing* pada ETAP 12.6.0

No.	Branch	From-To Bus		To-From Bus		Losses		% Bus Voltage		VD % Drop in Vmag
		MW	MVar	MW	MVar	kW	kVar	From	To	
1.	Line261 (Bus184- Bus185)	0.557	0.327	-0.556	-0.330	0.36	-2.1	88.0	87.9	0.05
2.	Line257 (Bus192- Bus187)	0.395	0.231	-0.395	-0.233	0.16	-1.8	87.9	87.9	0.03
3.	Line245 (Bus195- Bus194)	0.097	0.056	-0.097	-0.058	0.01	-1.8	87.9	87.9	0.01
4.	Line263 (Bus184- Bus218)	0.903	0.549	-0.902	-0.551	0.89	-1.5	88.0	87.9	0.08
5.	Line264 (Bus218- Bus220)	0.829	0.504	-0.828	-0.506	0.79	-1.8	87.9	87.8	0.08
6.	Line276 (Bus306- Bus311)	0.571	0.356	-0.571	-0.359	0.50	-3.0	87.8	87.7	0.08
7.	Line279 (Bus314- Bus316)	0.494	0.311	-0.494	-0.312	0.13	-0.6	87.7	87.7	0.01
8.	Line285 (Bus316- Bus317)	0.230	0.145	-0.230	-0.146	0.06	-0.9	87.7	87.6	0.01
9.	Line280 (Bus316- Bus321)	0.265	0.167	-0.265	-0.167	0.01	-0.8	87.7	87.6	0.01
10.	Line284 (Bus326- Bus328)	0.054	0.034	-0.054	-0.034	0.01	-0.6	87.6	87.6	0.00

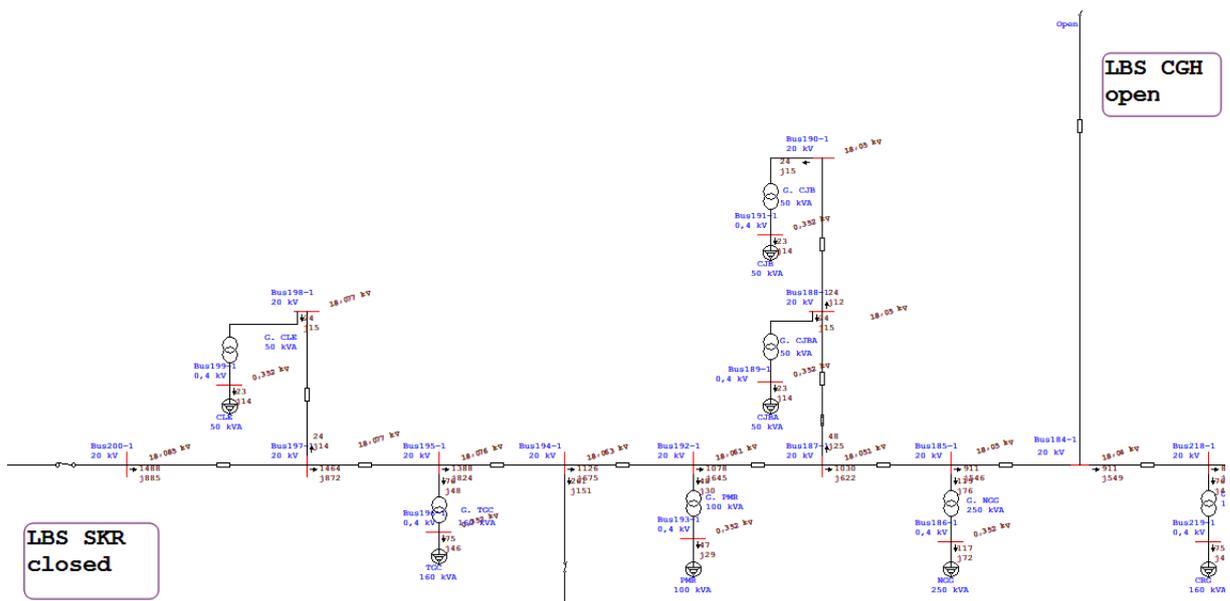
A. Hasil Analisis Faktor Penyebab Rendahnya Kualitas Tegangan di Ujung Penyulang DPRD

Menurut data lapangan dan hasil perhitungan, faktor penyebab kualitas tegangan pada ujung penyulang DPRD adalah jarak antara ujung beban Penyulang DPRD dari sumber GI Cianjur terlalu jauh, yang mana akan memiliki tahanan yang cukup banyak, sehingga energi yang tersalur akan berkurang dan akan menjadi *losses*. Serta pembeban yang dipikul oleh Penyulang DPRD terlalu berlebih sehingga kualitas tegangan di ujung Penyulang kurang baik. Dan masih banyak ukuran penghantar yang belum menggunakan 150 mm² pada ujung jaringan penyulang, jika diameter penghantar kecil maka tentu akan mengakibatkan *losses* yang besar.

B. Hasil Analisis Rekonfigurasi Pemandahan Beban Ujung Penyulang DPRD

Berdasarkan *single line diagram* Penyulang DPRD memiliki konfigurasi jaringan radial dan berdekatan dengan Penyulang Lampegan yang dipisahkan oleh LBS SRJ, dan LBS SKR. Rekonfigurasi dilakukan dengan mengubah LBS dari status *Open* menjadi status *Close*, begitu juga sebaliknya. LBS yang akan diubah statusnya adalah LBS SKR semula *Open* menjadi *Close*, dan LBS CGH yang semula *Close* menjadi *Open*. Sehingga yang sebagian beban sebelumnya berada pada ujung Penyulang DPRD akan dipindahkan ke Penyulang Lampegan. Selanjutnya akan dilakukan simulasi sehingga tegangan dan aliran daya dapat diketahui. Gambar rekonfigurasi dapat dilihat pada Gambar 2.

Studi Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV pada Penyulang DPRD ULP Cianjur Kota Menggunakan ETAP
 (Giri Angga Setia, Fathul Muhammad Nur, dan Fauzia Haz: Halaman 38 - 48)



Gambar 2 Kondisi Rekonfigurasi Pemindahan Beban Ujung Penyulang DPRD ke Ujung Penyulang Lampegan

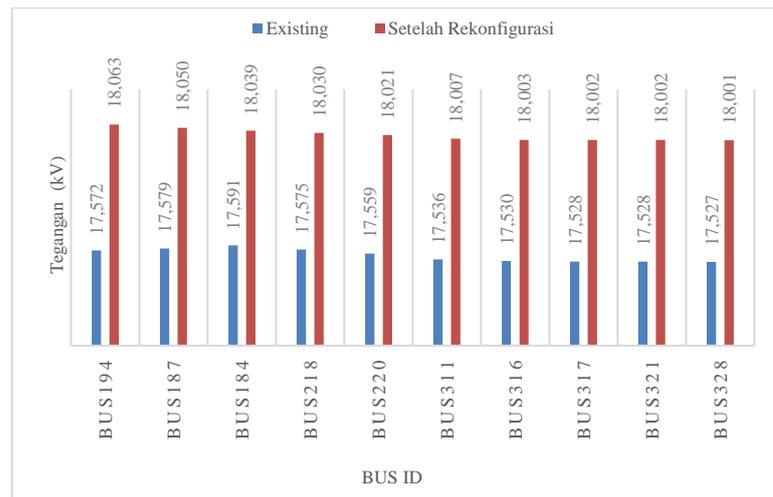
Berikut merupakan hasil simulasi *load flow* hasil rekonfigurasi pemindahan beban ujung penyulang DPRD ke ujung penyulang lampegan:

Tabel 3 Hasil Load Flow Kondisi Setelah Rekonfigurasi Pemindahan Beban Ujung Penyulang DPRD ke Ujung Penyulang Lampegan

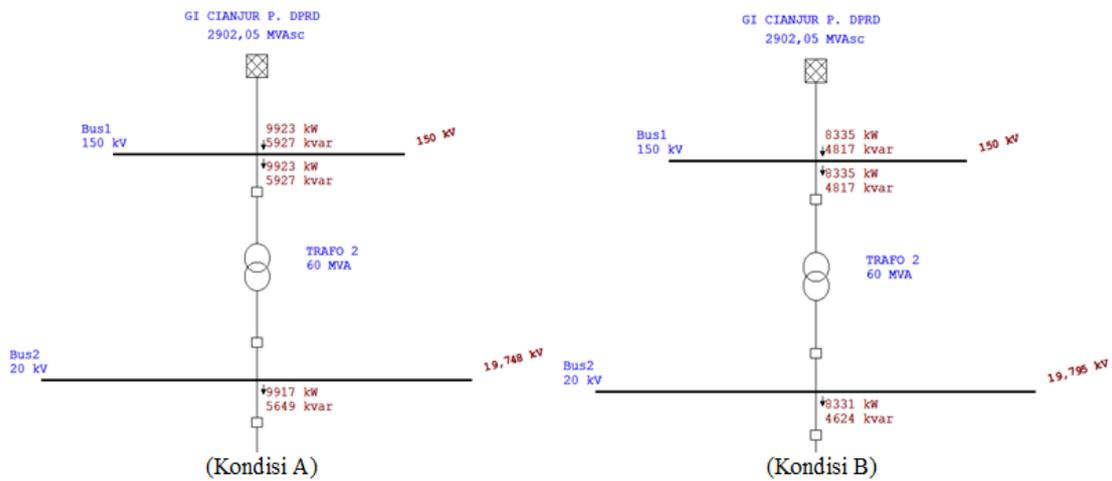
No	Bus ID	Voltage			To Bus ID	Load Flow				
		% mag	kV	Ang		kV	MW	MVA	Amp	%Pf
1.	Bus195	90.382	18.076	-2.9	Bus194	18.063	1.388	0.824	51.6	86.0
2.	Bus192	90.305	180.60	-2.9	Bus187	18.050	1.078	0.645	40.2	85.8
3.	Bus185	90.251	18.050	-2.9	Bus184	18.039	0.911	0.546	34.0	85.8
4.	Bus184	90.199	18.039	-3.0	Bus218	18.030	0.911	0.549	34.0	85.7
5.	Bus218	90.154	18.030	-3.0	Bus220	18.021	0.835	0.502	31.2	85.7
6.	Bus306	90.087	18.017	-3.0	Bus311	18.007	0.573	0.355	21.6	85.0
7.	Bus314	90.025	18.005	-3.0	Bus316	18.003	0.502	0.315	19.0	84.7
8.	Bus316	90.017	18.003	-3.0	Bus317	18.002	0.237	0.149	9.0	84.6
9.	Bus316	90.017	18.003	-3.0	Bus321	18.002	0.265	0.166	10.0	84.8
10.	Bus326	90.009	18.001	-3.0	Bus328	18.001	0.047	0.029	1.8	85.0

C. Hasil Perbandingan Kualitas Tegangan Keadaan Existing dengan Kondisi Setelah Rekonfigurasi

Pada Gambar 3, merupakan perbandingan tegangan existing dan setelah rekonfigurasi. Hal ini menunjukkan bahwa dalam Simulasi ETAP nilai tegangan naik setelah dilakukan rekonfigurasi. Proses rekonfigurasi jaringan ini memindahkan atau melimpahkan sebagian beban pada Penyulang DPRD ke Penyulang Lampegan melalui LBS SKR. Sistem ini untuk mengurangi beban yang dipikul oleh jaringan Penyulang DPRD, sehingga didapat nilai tegangan dan aliran daya yang lebih baik di sisi ujung Penyulang DPRD.



Gambar 3 Diagram Grafik Perbandingan Tegangan Bus Kondisi *Existing* dengan Kondisi Sesudah Rekonfigurasi

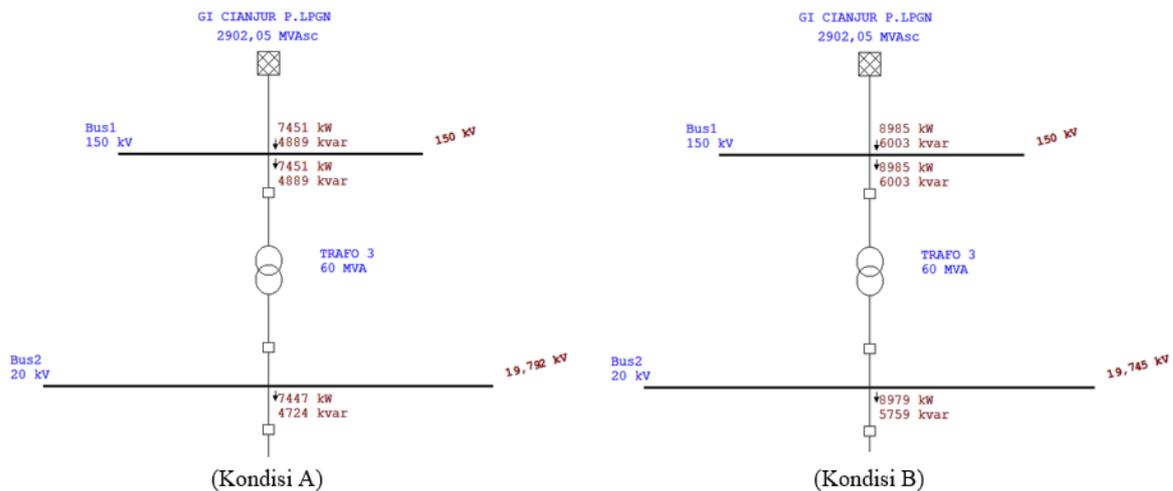


Gambar 4 Simulasi ETAP di Sisi Sumber Penyulang DPRD

Pada Gambar 4. Kondisi A, menunjukkan bahwa dalam Simulasi ETAP nilai tegangan disisi sumber dari Penyulang DPRD dalam kondisi *existing* adalah 19,748 kV. Nilai aliran daya hasil simulasi untuk daya aktifnya adalah 9917 kW, untuk daya reaktifnya sebesar 5649 kvar. Tegangan sumber ini merupakan tegangan yang secara simulasi terbaca di Gardu Induk Cianjur dan aliran daya yang terbaca merupakan aliran daya yang bergerak dari Gardu Induk Cianjur menuju ujung Penyulang DPRD.

Pada Gambar 4. Kondisi B, menunjukkan bahwa dalam Simulasi ETAP nilai tegangan di sisi sumber dari Penyulang DPRD setelah dilakukan rekonfigurasi dengan Penyulang Lampegan di Gardu Induk Cianjur adalah 19,795 kV. Nilai aliran daya untuk daya aktifnya adalah 8331 kW, dan untuk nilai daya reaktifnya sebesar 4624 kvar. Proses rekonfigurasi jaringan ini memindahkan atau melimpahkan sebagian beban pada Penyulang DPRD ke Penyulang Lampegan melalui LBS SKR. Sistem ini untuk mengurangi beban yang dipikul oleh jaringan Penyulang DPRD, sehingga didapat nilai tegangan dan aliran daya yang lebih baik di sisi ujung Penyulang DPRD.

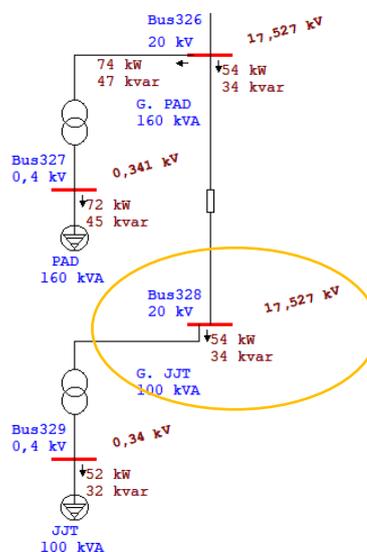
Studi Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV pada Penyulang DPRD ULP Cianjur Kota Menggunakan ETAP
 (Giri Angga Setia, Fathul Muhammad Nur, dan Fauzia Haz: Halaman 38 - 48)



Gambar 5 Simulasi ETAP di Sisi Sumber Penyulang Lampegan

Pada Gambar 5. Kondisi A, Kondisi A, menunjukkan bahwa dalam Simulasi ETAP nilai tegangan disisi sumber dari Penyulang Lampegan dalam kondisi *Existing* adalah 19,792 kV. Nilai aliran daya hasil simulasi untuk daya aktifnya adalah 7447 kW, untuk daya reaktifnya sebesar 4724 kvar. Tegangan sumber ini merupakan tegangan yang secara simulasi terbaca di Gardu Induk Cianjur dan aliran daya yang terbaca merupakan aliran daya yang bergerak dari Gardu Induk Cianjur menuju ujung Penyulang Lampegan.

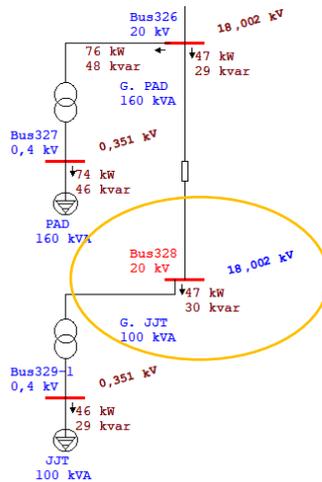
Pada Gambar 5. Kondisi B, menunjukkan bahwa dalam Simulasi ETAP nilai tegangan di sisi sumber dari Penyulang Lampegan setelah dilakukan rekonfigurasi dengan Penyulang Lampegan di Gardu Induk Cianjur adalah 19,745 kV. Hal ini menjadi semakin kecil dikarenakan adanya pelimpahan sebagian beban dari penyulang DPRD menuju penyulang Lampegan. Dengan kenaikan beban di penyulang Lampegan menyebabkan tegangan menjadi turun namun masih dalam batasan yang diizinkan. Nilai aliran daya untuk daya aktifnya adalah 8979 kW, dan untuk nilai daya reaktifnya sebesar 5759 kVar.



Gambar 6 Kondisi *Existing* Bus328 Gardu JTT (Ujung Penyulang DPRD)

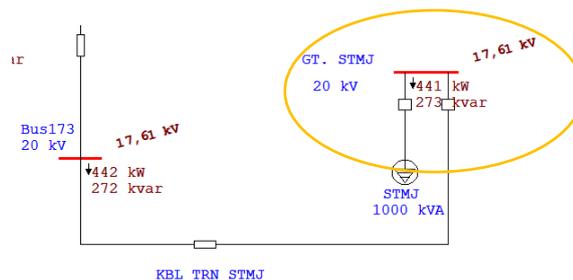
Pada Gambar 6 menunjukkan hasil dari simulasi ETAP, nilai tegangan di sisi ujung Penyulang DPRD Bus328 Gardu beban JTT dalam kondisi *existing* didapat nilai tegangan sebesar 17,527 kV dengan nilai aliran daya untuk daya aktifnya sebesar 57 kW dan daya reaktifnya sebesar 34 kVar. Nilai tersebut merupakan kondisi *existing* berdasarkan parameter input data sesuai dengan kondisi di lapangan. Panjang

jaringan Penyulang DPRD di lapangan ialah 67,783 kms dari Gardu Induk Cianjur. Penyulang yang cukup panjang melalui 20 kV memiliki potensi rugi-rugi tegangan yang cukup besar di sisi ujung jaringan.



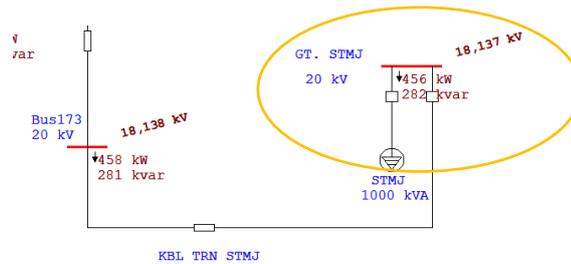
Gambar 7 Kondisi Setelah Rekonfigurasi Bus328 Gardu JTT (Ujung Penyulang Lampegan)

Pada Gambar 7 merupakan simulasi ETAP hasil rekonfigurasi pemindahan sebagian beban Penyulang DPRD ke Penyulang Lampegan melalui LBS SKR, dikarenakan LBS SKR merupakan switch penghubung antara Penyulang Lampegan dan Penyulang DPRD. Ujung jaringan yaitu pada Bus328 Gardu JTT hasilnya kini yang menjadi ujung Penyulang Lampegan setelah direkonfigurasi. Di dapat hasil dari rekonfigurasi, nilai tegangan ujung saluran pada Bus328 Gardu JTT adalah 18.002 kV, nilai daya aktif sebesar 47 kW, dan daya reaktif sebesar 30 kVar.



Gambar 8 Kondisi Existing Gardu STMJ (Penyulang DPRD)

Pada Gambar 8 menunjukkan hasil dari simulasi ETAP nilai tegangan pada Gardu STMJ Penyulang DPRD dalam kondisi *existing* di dapat nilai 17,61 kV, daya aktif sebesar 441 kW, daya reaktif sebesar 273 kVar. Pada Gambar 9 merupakan kondisi setelah Rekonfigurasi, yang mana Gardu STMJ menjadi Ujung jaringan dari Penyulang DPRD. Di dapat nilai Tegangan 18,137 kV, daya aktif 456 kW, daya reaktif 282 kVar.



Gambar 9 Kondisi Setelah Rekonfigurasi Gardu STMJ (Ujung Penyulang DPRD)

IV. KESIMPULAN

Hasil rekonfigurasi jaringan akan didapat kualitas tegangan yang lebih baik dibandingkan dengan kondisi *existing*, yang semula tegangan pada ujung jaringan Penyulang DPRD bus328 Gardu JTT nilai tegangannya 17,527 kV dengan persentase V_{drop} 12,36%, ini menunjukkan nilai tegangan tidak memenuhi syarat standar PLN 1 : 1978, dimana ditentukan bahwa variasi tegangan pelayanan, sebagian akibat jatuh tegangan maksimum +5% dan minimum -10% dari tegangan nominalnya. Kini ujung jaringan Penyulang DPRD menjadi Gardu STMJ dengan nilai tegangan 18,137 kV dengan persentase V_{drop} 9,32%. Untuk ujung jaringan penyulang Lampegan yang semula dalam kondisi *existing* adalah Bus352 Gardu Beban SKRA dengan nilai tegangan 18,572 kV, kini ujung jaringan penyulang Lampegan adalah Bus328 Gardu Beban JTT dengan nilai tegangan 18,002 kV. Adanya perbaikan profil tegangan karena hasil rekonfigurasi pemindahan beban dari Penyulang DPRD, namun nilai tegangan masih dalam batas minimal standar. Perubahan tersebut tidak lepas dari pemindahan beban, *upgrading* ukuran penghantar dari ukuran 70 mm² ke 150 mm², serta panjang jaringan antar kedua Penyulang DPRD dan Penyulang Lampegan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. A. Setia, S. N. Atsilah, and M. R. Hidayat, "Identifikasi Penurunan Kinerja Pada Minyak Transformator Di GI Lagadar Menggunakan Total Dissolved Combustible Gas, Rasio Doernenburg, Segitiga Duval, Dan Water Content," *SUTET*, vol. 12, no. 2, 2023, doi: 10.33322/sutet.v12i2.1716.
- [2] G. A. Setia, G. H. M. Sianipar, and R. T. Paribo, "The performance comparison between fast decoupled and backward-forward sweep in solving distribution systems," in *2016 3rd Conference on Power Engineering and Renewable Energy (ICPERE)*, 2016, pp. 247–251. doi: 10.1109/ICPERE.2016.7904871.
- [3] G. A. Setia, G. H. M. Sianipar, K. Samudra, F. Haz, N. Winanti, and H. R. Iskandar, "Implementation of backward-forward sweep method on load model variation of distribution systems," in *2019 2nd International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems (ICHVEPS)*, IEEE, 2019, pp. 1–5.
- [4] A. A. N. Narottama, I. G. Agung, M. Sunaya, and I. M. Purbhawa, "Analisis Pengaruh Rekonfigurasi Jaringan Terhadap Pembebanan Transformator Pada Gardu Distribusi Ka 1316 Penyulang Sriwijaya," vol. 4, no. 3, pp. 125–130, 2014.
- [5] A. Tanjung, "Rekonfigurasi Sistem Distribusi 20 Kv Gardu Induk Teluk Lembu Dan Pltmg Langgam Power Untuk Mengurangi Rugi Daya Dan Drop Tegangan," vol. 11, no. 2, pp. 160–166, 2014.
- [6] V. Farahani, B. Vahidi, and H. A. Abyaneh, "Reconfiguration and Capacitor Placement Simultaneously for Energy Loss Reduction Based on an Improved Reconfiguration Method," *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 27, no. 2, pp. 587–595, 2012, doi: 10.1109/TPWRS.2011.2167688.
- [7] PT. PLN, "Standar-Standar Tegangan," *Standar Perusah. List. Negara*, p. 5, 1995.
- [8] D. D. Yanuarta *et al.*, "Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Daya Listrik Pada Penyulang Pakusari Untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya," *Berk. Sainstek*, vol. III, no. 1, pp. 6–10, 2015.
- [9] G. A. Setia, F. Haz, and G. H. M. Sianipar, "Performa Metode Aliran Daya Fast Decoupled di Jaringan

- Distribusi,” vol. 3, no. 2, pp. 249–254, 2018, doi: 10.31544/jtera.v3.i2.2018.249-254.
- [10] H. Nurohmah, A. Raikhani, and M. Ali, “Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Radial Menggunakan Modified Firefly Algorithms (MFA) Pada Penyulang Tanjung Rayon Jombang,” *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 45–48, 2017, doi: 10.21070/jeee-u.v1i2.1064.
- [11] H. Torang and Firdaus, “Analisa Rekonfigurasi Pada Feeder Sibuk Untuk Mengurangi Rugi-rugi Daya dan Drop Tegangan Dengan Menggunakan ETAP 12.6.0,” vol. 4, no. 1, pp. 1–11, 2017.
- [12] J. J. Grainer and W. Stevenson, *Power System Analysis*. McGraw-Hill Education (India), 1994. [Online]. Available: <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>
- [13] B. Isnanto, M. Jumnahdi, and M. Y. Puriza, “Di Penyulang Dendang Pln Up3 Belitung,” 2019.
- [14] K. Naim, “Analisa Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Sistem Distribusi Tegangan Rendah Area Btn Hamzy Dan Btn Antara,” *J. Teknol. Elekterika*, vol. 13, no. 2, p. 136, 2016, doi: 10.31963/elekterika.v13i2.981.
- [15] H. Prasetijo, “Rekonfigurasi Jaringan 20 kV untuk Perbaikan Profil Tegangan dan Susut Daya Listrik,” *Techno*, vol. 11, no. 2, pp. 56–63, 2010.

Rancang Bangun Aplikasi Pengukuran Tingkat Kebugaran Berbasis Android

Efdi Aditya Pratama ¹⁾, Muhammad Jumnahdi ²⁾, M. Yonggi Puriza ^{3*)}

^{1,2,3)}Jurusan Teknik Elektro
Universitas Bangka Belitung
Gedung Dharma Penelitian Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung

^{*}Korespondensi : myonggipuriza@ubb.ac.id

Abstrak

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan aplikasi pengukuran VO_2Max . VO_2Max adalah volume maksimal O_2 yang diproses oleh tubuh manusia pada saat melakukan kegiatan yang intensif. VO_2Max ini adalah suatu tingkatan kemampuan tubuh yang dinyatakan dalam liter per menit atau milliliter/menit/kg berat badan. Tinggi rendahnya VO_2Max seseorang berhubungan dengan kemampuan beraktivitas seseorang. Semakin tinggi kadar VO_2Max seseorang, maka tingkat aktivitasnya semakin tinggi dan tingkat kelelahannya semakin rendah. Pengujian aplikasi ini menggunakan sampel sejumlah 50 Atlit SKO Bangka Belitung. Metode *Test* pada aplikasi ini terdapat terdiri 3 metode pengukuran, yaitu : *Cooper Test*, *Balke Test*, dan *Beep Test*. Penelitian ini menghasilkan aplikasi pengukuran VO_2Max berbasis android dan panduan praktis untuk mengetahui cara mengukur VO_2Max atau daya tahan tubuh. Hasil uji efektivitas menunjukkan bahwa aplikasi pengukuran VO_2Max berbasis android tidak ada perbedaan antara hasil manual dan digital. Fungsi aplikasi pengukuran VO_2Max yaitu untuk memandu jalannya tes yang memudahkan pengguna dalam pelaksanaan tes dengan pencatatan hasil yang otomatis. Aplikasi ini menggunakan indicator masing-masing metode, *Cooper Test* dan *Balke Test* menggunakan Indikator Jarak dan waktu untuk mengetahui jarak dan waktu saat berlari, metode *Beep Test* menggunakan indicator sound dan animasi berlari yang memudahkan pengguna, animasi ini juga akan bertambah cepat dengan bertambahnya tingkatan. Keluaran dari hasil pengguna aplikasi untuk memantau dan mengetahui nilai VO_2Max .

Kata kunci : Aplikasi Android, *Balke Test*, *Beep Test*, *Cooper Test*, VO_2Max

Abstract

This research is a research and development application of VO_2Max measurement. VO_2Max is the maximum volume of O_2 that is processed by the human body during intensive activities. VO_2Max is a level of the body's ability expressed in liters per minute or milliliters/minute/kg body weight. The level of a person's VO_2Max is related to a person's ability to move. The higher a person's VO_2Max level, the higher the activity level and the lower the fatigue level. Testing this application using a sample of 50 SKO Bangka Belitung Athletes. The Test method in this application consists of 3 measurement methods, namely: Cooper Test, Balke Test, and Beep Test. This research produces an android-based VO_2Max measurement application and a practical guide to find out how to measure VO_2Max or endurance. The results of the effectiveness test show that the Android-based VO_2Max measurement application has no difference between manual and digital results. The function of the VO_2Max measurement application is to guide the test, which makes it easier for users to carry out tests with automatic recording of results. This application uses indicators for each method, Cooper Test and Balke Test uses Distance and Time Indicators to determine the distance and time when running, the Beep Test method uses sound indicators and running animations that make it easier for users, this animation will also get faster with increasing levels. The output of the application user results to monitor and find out the VO_2Max value.

Keywords : Android Application, *Balke Test*, *Beep Test*, *Cooper Test*, VO_2Max

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Info Makalah:

Dikirim : 06-28-2023;

Revisi 1 : 07-14-2023;

Revisi 2 : mm-dd-yy;

Diterima : 08-01-2023.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-899-2661-627

e-mail : myonggipuriza@ubb.ac.id

Olahraga merupakan sebuah kegiatan yang banyak VO_2Max bagi seorang atlet adalah nyawa dari penampilannya untuk meningkat kerja fisik yang baik. Dengan begitu VO_2Max atlet olahragawan harus lebih baik daripada orang-orang umumnya. VO_2Max sangat berguna dalam melakukan seleksi atlet yang berkualitas. Proses seleksi atlet yaitu dilakukannya tes fisik pada VO_2Max untuk mengetahui kemampuan fisik maupun atlet. Untuk mengetahui VO_2Max , ada beberapa tes yang dapat digunakan, 3 metode yang sudah dikenal oleh para praktisi maupun ilmuan olahraga yang kemudian dikembangkan kearah

software aplikasi berbasis android, diantaranya seperti : *Balke test, Cooper Test dan Beep Test*.

Permasalahan yang terjadi pada pengukuran *Test Fisik* di Sekolah Khusus Olahraga Bangka Belitung (SKO BABEL) tidak mengetahui tingkat kebugaran pada atlit tersebut. Tingkat kebugaran atau biasa disebut dengan VO_2Max sangat penting untuk mengetahui performa atlit tersebut. Kemudian didapatkan Inovasi terbaru dengan metode yang digunakan untuk membuat “Rancang Bangun Aplikasi Pengukuran Tingkat Kebugaran Berbasis Android” dengan tujuan untuk membantu dan mempermudah para pelatih di bidang olahrafa untuk memanatau VO_2Max para atlit menggunakan smartphone.

B. Dasar Teori

Pada umumnya olahraga digunakan untuk menjaga kondisi fisik dan kesehatan manusia, kegiatan olahraga untuk kesehatan dilakukan minimal 3x seminggu [1]. Kebugaran adalah suatu keadaan dimana seseorang tidak merasakan kelelahan disaat melakukan pekerjaan atau tugas fisik [2] [3] [4] [5] [6] [7]. Berdasarkan data Sport Development Index (SDI) tahun 2006 diketahui bahwa tingkat kebugaran masyarakat Indonesia masih belum memuaskan (Mutohir & Maksum, 2007). Cara yang dapat dilakukan untuk mengetahui seberapa manfaat yang didapatkan setelah berolahraga dengan melakukan pengukuran rutin atas kegiatan olahraga yang kita lakukan. Dengan itu dapat mengetahui perkembangan tubuh dengan melakukan olahraga. Salah satu standar yang dapat diukur adalah Volume Oksigen Maksimum(VO_2Max).

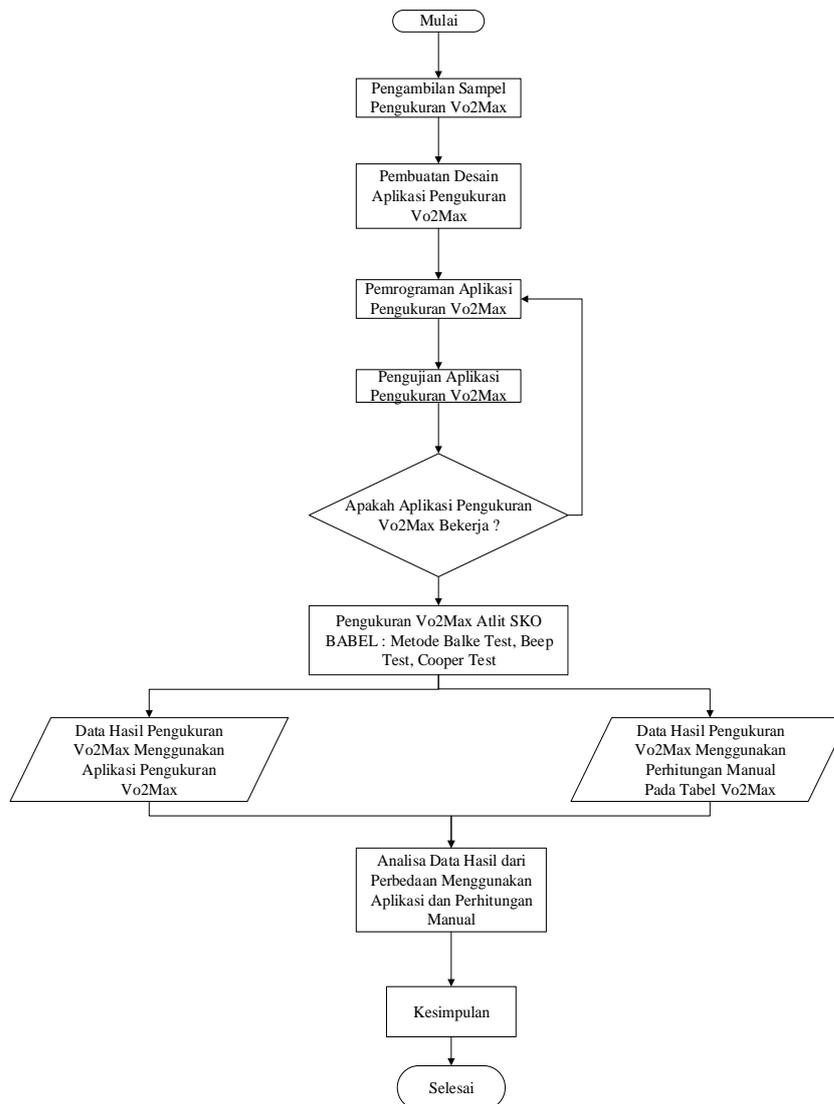
Menurut Sena Adhi Nugroho [8] daya tahan merupakan salah satu komponen biomotor utama/dasar dalam setiap cabang olahraga. Komponen biomotor daya tahan pada umumnya digunakan sebagai tolak ukur untuk mengetahui tingkat kebugaran jasmani (*physical fitness*) olahragawan. Menurut Sukadiyanto [9] dalam buku yang berjudul Pengantar Teori Dan Melatih Fisik, pengertian daya tahan ditinjau dari kerja otot adalah kemampuan kerja otot atau sekelompok dalam jangka waktu tertentu, sedangkan pengertian daya tahan dari sistem energi adalah kemampuan kerja organ-organ tubuh dalam jangka waktu tertentu. Berdasarkan dua pengertian tersebut maka daya tahan didefinisikan sebagai kemampuan peralatan organ tubuh untuk melawan kelelahan selama berlangsungnya aktivitas atau kerja. Menurut Bempa [10] ada dua jenis daya tahan yaitu : daya tahan umum dan daya tahan khusus. Ditinjau dari lama kerja/jangka waktu daya tahan dibedakan menjadi : daya tahan jangka panjang, jangka menengah, jangka pendek, daya tahan otot, dan kecepatan. Sementara itu VO_2Max atau tenaga aerobik maksimal atau disebut juga penggunaan oksigen maksimal adalah tempo tercepat dimana seseorang dapat menggunakan oksigen selama berolahraga. VO_2Max mengacu pada kecepatan pemakaian oksigen, bukan sekedar banyaknya oksigen yang diambil. VO_2Max adalah oksigen yang diambil selama usaha maksimal. Fungsi kardiovaskuler menentukan besarnya VO_2Max . Oleh karena itu VO_2Max bukan hanya sekedar parameter metabolisme melainkan merupakan ukuran handal dalam kesegaran jasmani yang dikutip dari buku yang berjudul *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and its Applications*. New York: Macmillan [11].

Ada beberapa bentuk tes daya tahan umum diantaranya : *cooper test, balke test, bleep test*, dan *rockport*. Untuk mengukur VO_2Max , tes tersebut diatas adalah tes yang lazim digunakan. Tes ini harus dapat diukur dan mudah dilaksanakan, serta tidak membutuhkan keterampilan khusus untuk melakukannya

II. METODE

A. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa inggris dikenal dengan *Research and Development (R & D)*. Adapun tahap-tahap dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut.



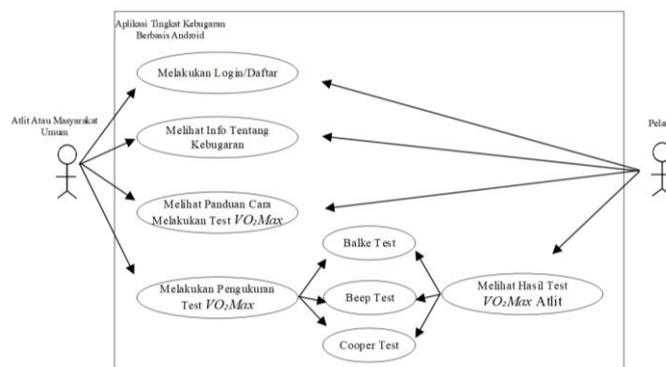
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Pembuatan Aplikasi tes VO_2Max Berbasis Android

1. Pengambilan sampel pengukuran VO_2Max . Pengambilan sampel ini diambil dari 8 cabang olahraga SKO BABEL, total sampel keseluruhan 50 Atlit
2. Perancangan dan pembuatan aplikasi pengukuran VO_2Max .
3. Pemograman aplikasi pengukuran VO_2Max menggunakan *software* Android Studio
4. Pengujian Aplikasi Pengukuran VO_2Max Berbasis Android
Setelah dilakukan pemrograman maka dilakukan pengujian aplikasi pengukuran VO_2Max dapat

menampilkan nilai VO_2Max dari beberapa metode yang digunakan, yaitu : metode *Balke test*, *Beep Test*, *Cooper Test*.

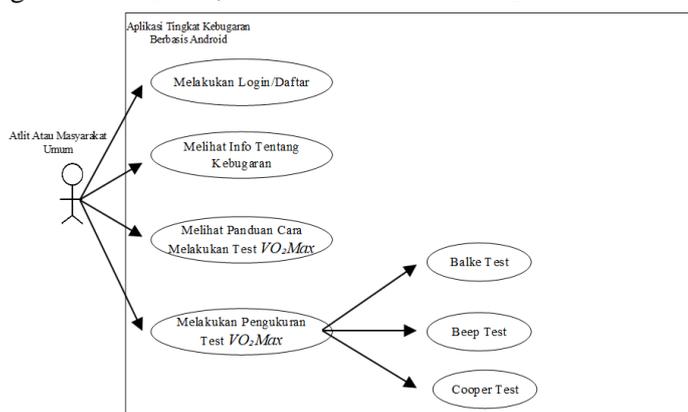
5. Pengukuran VO_2Max 10 atlit cabang olahraga di SKO BABEL dilakukan menggunakan Aplikasi Pengukuran VO_2Max Berbasis Android dengan data waktu, dan jarak yang dihasilkan oleh atlit tersebut, di input ke metode *Balke Test*, *Beep Test*, *Cooper Test*. Data hasil VO_2Max
6. Pada data hasil VO_2Max menggunakan Aplikasi Pengukuran VO_2Max Berbasis Android dibandingkan dengan tabel pada daftar lampiran sebagai acuan, untuk menganalisa apakah Aplikasi Pengukuran VO_2Max berbasis Android menentukan hasil yang diuji memenuhi standar.
7. Analisa Hasil
Setelah hasil dilakukan setelah pengukuran aplikasi VO_2Max telah sesuai yang diharapkan maka dilakukan Analisa terhadap data manual yang telah ditetapkan pada tabel VO_2Max .
8. Kesimpulan
Kesimpulan dilakukan setelah proses analisis yang telah didapatkan pada data hasil pengukuran.
9. Selesai

Untuk metode perancangan aplikasi android digunakan metode pengembangan *waterfall*. Model *Waterfall* memiliki proses mengalir secara sistematis dari satu tahap ke tahap lainnya. Tahap tersebut adalah analisis, desain, implementasi, dan pengujian.



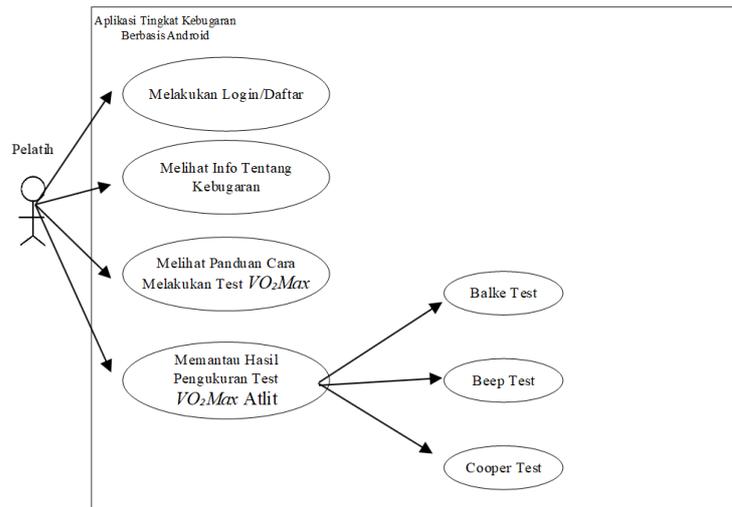
Gambar 2. Rancangan Desain Produk Aplikasi

Gambar 2 menjelaskan tentang diagram alir sistem terdiri dari User (Atlit atau Non Atlit dan Pelatih). User melakukan daftar/login, melihat info mengenai tentang kebugaran, VO_2Max , melihat panduan cara melaksanakan pengukuran VO_2Max , dan melaksanakan pengukuran *test* VO_2Max , Kemudian Pelatih melakukan daftar/login, melihat melihat info mengenai tentang kebugaran, VO_2Max , melihat panduan cara melaksanakan pengukuran VO_2Max , dan memantau hasil VO_2Max atlit setelah melakukan *test*.



Gambar 3. Rancangan Diagram Atlit, Masyarakat umum.

Gambar 3 menjelaskan tentang rancangan diagram atlit, Masyarakat umum. User dapat melakukan daftar/login, melihat melihat info mengenai tentang kebugaran, VO_2Max , melihat panduan cara melaksanakan pengukuran VO_2Max , dan melaksanakan pengukuran *test* VO_2Max .



Gambar 4. Rancangan Diagram Pelatih

Gambar 4 menjelaskan tentang rancangan diagram pelatih, yaitu Pelatih melakukan daftar/login, melihat melihat info mengenai tentang kebugaran, VO_2Max , melihat panduan cara melaksanakan pengukuran VO_2Max , dan memantau hasil VO_2Max atlit setelah melakukan tes.

B. Alur Kerja Sistem

Alur kerja dari sistem dimana ketika pengguna mendaftar sebagai pelatih dan meng-*input* data diri, *input* cabang olahraga, cabang olahraga ini yang akan menghubungkan atlit dan pelatih. Saat melakukan daftar atlit meng-*input* data diri, pilih cabang olahraga maka data tersebut terhubung dengan pelatih cabang olahraga tersebut. Data yang di *input* oleh Atlit dan Pelatih data tersebut disimpan pada *database*. Pelatih dapat membaca data atlit yang terhubung dengan *key* cabang olahraga. Saat atlit melakukan pengukuran tes pada aplikasi data rekaman VO_2Max atlit tersimpan pada *database* SQL, data tersebut ditransfer melalui *REST API* untuk masuk ke data Pelatih.

C. Database

Database adalah kumpulan data yang disimpan secara sistematis didalam komputer yang dapat diolah atau dimanipulasi menggunakan perangkat lunak (program aplikasi) untuk menghasilkan informasi. Untuk sistem memiliki 1 *Database* jumlah 6 tabel. Untuk *database* dari sistem aplikasi pengukuran tingkat kebugaran bisa dilihat pada gambar 5.

Tabel	Tindakan	Baris	Jenis	Penyortiran
atlit	Jelajahi Struktur Cari Tambahkan Kosongkan Hapus	51	InnoDB	latin1_swedi
balke	Jelajahi Struktur Cari Tambahkan Kosongkan Hapus	39	InnoDB	utf8mb4_gei
beep	Jelajahi Struktur Cari Tambahkan Kosongkan Hapus	30	InnoDB	utf8mb4_gei
cooper	Jelajahi Struktur Cari Tambahkan Kosongkan Hapus	32	InnoDB	utf8mb4_gei
pelatih	Jelajahi Struktur Cari Tambahkan Kosongkan Hapus	5	InnoDB	latin1_swedi
userlogin	Jelajahi Struktur Cari Tambahkan Kosongkan Hapus	53	InnoDB	latin1_swedi
6 tabel Jumlah		210	InnoDB	latin1_swedi

Gambar 5. *Database* Sistem Aplikasi Pengukuran Tingkat Kebugaran.

D. Perancangan Aplikasi

Perancangan aplikasi pengukuran VO_2Max berbasis android dibuat berdasarkan *flowchart*, pembuatan produk aplikasi menggunakan Android Studio yang sering dipakai oleh pengembang aplikasi android. Bahasa pemrograman *java*, desain layout menggunakan *xml*. Penyimpanan data disimpan pada *Database* dan *API* yang di-*upload* ke hosting. Untuk *API* menggunakan *codeigniter*. *Text Editor*-nya menggunakan *sublime text 2* karena ketika dibuka maka akan muncul *script* terakhir yang dikerjakan sehingga memudahkan pengguna dalam mendesain perancangan aplikasi.

E. Perancangan Program

Perangkat lunak yang digunakan pada pemrograman ini adalah Android Studio untuk sistem operasi *windows*. Program dibuat menggunakan Bahasa *Java* yang berisi perintah – perintah yang berektensikan *java*, dan didalamnya juga ada *file class activity java*. Setelah melakukan *coding*, klik tombol *run* untuk mengecek apakah *coding* aplikasi berjalan. Apabila terdapat *error* pada saat *run* maka akan dilakukan pemeriksaan pada *coding* yang telah diketik dan jika proses *run* selesai maka akan langsung di *upload* ke android melalui kabel USB yang telah dihubungkan dari laptop ke Android.

F. Pengujian

Pengujian dari sistem aplikasi pengukuran tingkat kebugaran ini dengan menilai apakah yang dirancang sesuai dengan apa yang diharapkan. Kemudian mengevaluasi keunggulan dan kelemahannya. Melakukan pengujian terhadap sistem aplikasi pengukuran tingkat kebugaran sudah memenuhi kebutuhan atlet, pelatih sesuai dengan apa yang diharapkan. Jika pengujian tersebut berhasil maka akan dianalisa apakah sistemnya berjalan dan jika tidak maka akan kembali ke tahap perancangan untuk memperbaiki sistemnya.

III. HASIL DAN DISKUSI

Hasil penelitian ini berupa aplikasi tingkat kebugaran berbasis android. Tampilan dari sistem aplikasi pengukuran tingkat kebugaran dapat di akses atau download google playstore dan adapun tampilan dari Sistem Aplikasi tersebut, sebagai berikut:



Gambar 6. Halaman Depan Aplikasi Pengukuran Tingkat Kebugaran

Gambar 6 adalah halaman depan aplikasi pengukuran tingkat kebugaran secara keseluruhan, adapun menu pilihan pada halaman awal, yaitu: Profile, Tentang Kebugaran, Metode Test, Program Test.



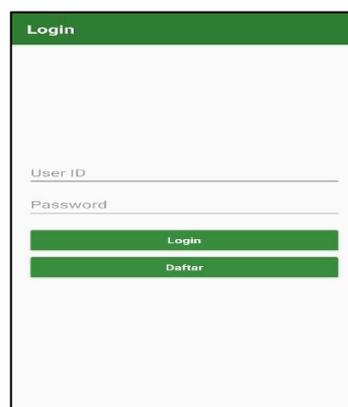
Gambar 7. Halaman Daftar Atlit/Non Atlit

Gambar 7 adalah halaman menu daftar atlit pada aplikasi pengukuran tingkat kebugaran. Isi formulirnya terdiri, Nama, Tanggal Lahir, Tinggi Badan, Berat Badan, Jenis Kelamin, Username, Password, menu pilihan atlit atau non atlit, jika atlit maka wajib klik atlit, Pilih Cabang Olahraga, jika dia atlit maka memilih cabang olahraga dengan profesinya, jika non atlit maka pilih cabang olahraga rekreasi. Data tersebut harus diisi dengan lengkap.



Gambar 8. Halaman Daftar Pelatih

Gambar 8 adalah halaman menu daftar pelatih pada aplikasi tingkat kebugaran. Isi formulirnya terdiri, Nama, Tanggal Lahir, Cabang Olahraga, Username, Password. Data tersebut harus diisi dengan lengkap.

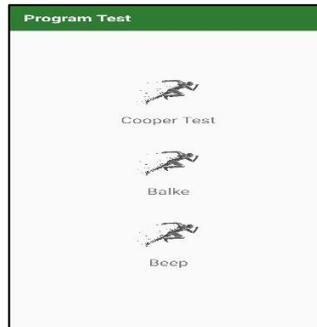


Gambar 9. Halaman Login

Pada Gambar 9 sebuah masuk kehalaman utama, maka akan diperintahkan untuk mengisi username dan password. Apabila username dan password salah, maka akan tetap kehalaman login, jika benar maka

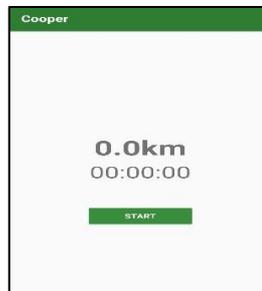
akan masuk ke halaman utama

aplikasi. Halaman login dibuat sederhana agar dapat mempermudah pengguna untuk masuk ke halaman utama aplikasi.



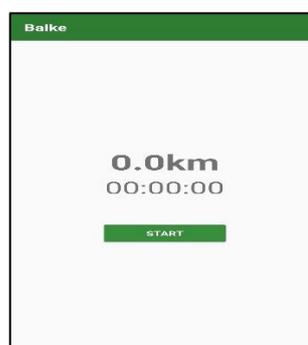
Gambar 10. Halaman Program Test

Pada Gambar 10 merupakan menu untuk melakukan *test* pengukuran pada menu ini berisi 3 metode pengukuran *test* yaitu, *Balke Test*, *Beep Test* dan *Cooper Test*. Pada pengukuran *test* ini masing-masing *test* terdapat fitur dan metode yang berbeda.



Gambar 11. Cooper Test

Pada Gambar 11 merupakan gambar pengukuran pada *Cooper test*. Metode yang dilakukan pada *test* ini berlari dengan jarak yang sudah ditentukan adalah 2,4Km.



Gambar 12. Balke Test

Pada Gambar 12 merupakan gambar pengukuran pada *Cooper test*. Metode yang dilakukan pada *test* ini berlari dengan waktu yang sudah ditentukan adalah 15 menit.



Gambar 13. *Beep Test*

Pada Gambar 13 merupakan gambar pengukuran pada *Beep test*. Metode yang dilakukan pada *test* ini berbeda dengan metode sebelumnya. *Test* pengukuran VO_2Max menggunakan metode *beep test*, merupakan tes yang dilakukan dilapangan datar sepanjang 20 meter. Peserta tes diharuskan untuk berlari sesuai dengan perintah pada sound audio.

A. Pengukuran Vo_2Max Pada Aplikasi

Dalam aplikasi ini terdapat tiga metode pengukuran Vo_2Max yaitu, *Balke Test*, *Beep Test*, *Cooper Test*. Yang pertama adalah metode *balke*, pada metode ini pengguna akan melakukan tes lari 15 menit, kemudian pengguna klik pada tombol start untuk memulai *test*, jika pengguna telah mencapai waktu tersebut mendapatkan hasil Vo_2Max . Aplikasi melakukan perhitungan dengan menggunakan rumus:

$$Vo_2Max = 33,3 + \left(\frac{\text{jarak tempuh}}{15 \text{ menit}} - 133 \right) \times 0,172$$

Yang kedua adalah metode *beep test*. *Testi* diharuskan melakukan lari bolak-balik sejauh 20 meter dengan jumlah balikan sebanyak mungkin mengikuti irama dari suara *beep test*. Aplikasi ini dilengkapi dengan suara tes *beep* format mp3, klik tombol mulai untuk memulai tes kemudian klik tombol stop apabila sudah tidak sanggup melakukan tes. Kemudian hasil tes masuk ke dalam kolom level dan *shuttle* kemudian klik Proses untuk mendapatkan hasil VO_2Max . Aplikasi melakukan penghitungan dengan menggunakan rumus:

$$Vo_2Max = 15 + (0,3689295 \times TB) + (-0,000349 \times TB \times TB)$$

Yang terakhir adalah metode *cooper*, pada metode ini pengguna akan melakukan tes lari selama 12 menit, setelah mencapai waktu yang ditentukan akan menemukan jarak yang ditempuh untuk mengetahui hasil VO_2Max , kemudian klik tombol Proses untuk mendapatkan hasil VO_2Max . Aplikasi melakukan penghitungan dengan menggunakan rumus:

$$Vo_2Max = 85,95 - (3,079 \times w)$$

B. Penilaian Responden

Uji coba dilakukan dengan memberikan angket yang berisi 10 pertanyaan kepada 30 atlit SKO BABEL dan 10 Pelatih SKO BABEL. Dari hasil analisis data uji coba kepada pengguna dengan menggunakan persentase kelayakan didapatkan persentase 27,75% Sangat Baik, 64,5% Baik, 5,25% Kurang, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi pengukuran tingkat kebugaran berbasis android ini masuk kategori layak untuk digunakan sebagai salah satu aplikasi untuk mengukur Vo_2Max .

IV. KESIMPULAN

Produk aplikasi yang dihasilkan pada penelitian ini berbentuk aplikasi pengukuran tingkat kebugaran sebagai alat bantu mengukur VO_2Max . Produk aplikasi ini juga berisi tentang informasi tentang kebugaran secara umum, dan penjelasan metode pengukuran dan tata cara melakukan pengukuran vo_2max , penghitungan nilai VO_2Max secara otomatis.

Aplikasi Pengukuran VO_2Max Berbasis Android berbentuk aplikasi yang menggunakan jaringan internet untuk mengecek hasil pengukuran dan terintegrasi disemua jenis smartphone berbasis sistem android. Produk yang telah dikembangkan ini layak untuk digunakan berdasarkan persentase responden persentase 27,75% Sangat Baik, 64,5% Baik, 5,25% Kurang.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat saran yang dapat dijadikan masukan untuk pengembangan selanjutnya yaitu, Pada proses pengukuran dapat ditambahkan hasil data berbentuk PDF agar data bisa di Print. Perlu dikembangkan lagi agar aplikasi dapat berjalan dengan baik tidak hanya di smartphone android namun smartphone lain seperti Iphone atau IOS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Kusmana, *Olahraga Bagi Kesehatan Jantung*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, 1997.
- [2] K. Evanson, "Health, Wellness, Fitness and Healthy Lifestyles: An Introduction," in *Lifestyles For Health, Fitness and Wellness*, 2009, pp. 1–20.
- [3] C. J. Jones and R. E. Rikli, "Measuring Functional," *J. Act. Aging*, pp. 24–30, 2002.
- [4] C. M. Palar, D. Wongkar, and S. H. R. Ticoalu, "Manfaat Latihan Olahraga Aerobik Terhadap Kebugaran Fisik Manusia," *J. e-Biomedik*, vol. 3, no. 1, 2015, doi: 10.35790/ebm.3.1.2015.7127.
- [5] D. P. Prakoso and S. Artoto, "Pengukuran Tingkat Kebugaran Jasmani Terhadap Siswa Yang Mengikuti Ekstrakurikuler Bola Voli di SMA Dr. Soetomo Surabaya," *J. Pendidik. Olahraga Dan Kesehatan*, vol. 3, no. 1, pp. 9–13, 2015.
- [6] A. Pribadi, "Pelatihan Aerobik Untuk Kebugaran Paru Jantung Bagi Lansia," *J. Olahraga Prestasi*, vol. 11, no. 2, pp. 64–76, 2015.
- [7] Y. A. R. Saleh and F. Nurhayati, "Perbandingan Kemampuan Daya Tahan Jantung dan Paru - Paru Antara Siswa Kelas XI pada Pembelajaran Pendidikan Jasmani Pagi Hari Dengan Siang Hari di SMAN 1 Kediri," *J. Pendidik. Olahraga Dan Kesehatan*, vol. 2, no. 1, pp. 306–312, 2014.
- [8] S. A. Nugroho, "Tingkat Kemampuan Daya Tahan Kardiorespirasi Siswa Peserta Ekstrakurikuler Sepakbola di SMP Negeri 1 Ngaglik Kabupaten Sleman Tahun Ajaran 2017/2018," Universitas Negeri Yogyakarta, 2017.
- [9] Sukadiyanto, *Pengantar Teori dan Metodologi Melatih Fisik*. Bandung: CV Lubuk Agung, 2005.
- [10] Bompa, *Theory and Methodology of Training*. Toronto: Kendal/Hunt Publishing Company, 1994.
- [11] T. D. Fahey, G. A. Brooks, and K. M. Baldwin, *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications*. New York: Macmillan. Publishing Company, 2004.