

- Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Studi di PT Bumi Sawit Sukses Pratama Bangka Belitung)**
Rizki Wira Sandi, M Yonggi Puriza, Wahri Sunanda 1 – 4
- Desain Kendali Stabilitas Konverter DC/AC Pada Sistem PV Terhubung Ke Grid**
Zulmiftah Huda 5 – 9
- Quality of Service Packet Loss Pada Sistem Home Monitoring Water Flow Berbasis Internet of Things**
Andree Fajar Pratama, Syamsyarief Baqaruzi, Ali Muhtar 10 – 17
- Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Daya Berbasis Internet Of Things**
Amir Shodiq, Syamsyarief Baqaruzi, Ali Muhtar 18 – 26
- Rancang Bangun Sistem Komunikasi Data Perangkat Virtual Reality Berbasis Modul Komunikasi Wireless Bluetooth HC-06**
M Rizki Ramadhan, Cristopher Cristopher, Inda Dwi Ramadhani, Rheyuniarto Sahlendar A, Swadexi Istiqphara 27 – 33
- Perancangan dan Implementasi Perangkat Akuisisi Data dan Regulasi Daya Pada Sistem**
Chris Topher, M Rizki Ramadhan, Inda Dwi Ramadhani, Rheyuniarto Sahlendar A, Swadexi Istiphara 34 – 40
- Perancangan Sistem Pemantauan dan Pengendalian Debit Air Menggunakan Kontrol PID**
Shovyana Wulan Tika, Syamsyarief Baqaruzi, Ali Muhtar 41 – 47
- Analisis Kelayakan Pemasangan Load Break Switch (LBS) Penyulang Rindik Pada Proses Manuver Antar Penyulang Di PLN ULP Toboali**
Syarifah Syarifah, Rudy Kurniawan, Asmar 48 – 56



Dewan Redaksi

Penerbit

Jurusan Teknik Elektro Universitas Bangka Belitung

Ketua Redaksi

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

Manajer Jurnal

Welly Yandi, S.Pd., M.T.

Penelaah Sejawat

Swadexi Istiqphara, S.T., M.T.

Anisa Ulya Darajat, S.T., M.T.

Ghiri Basuki Putra, S.T., M.T.

Muhd Jumnahdi, S.T., M.T.

Rika Favoria Gusa, S.T., M.Eng.

Wahri Sunanda, S.T., M.Eng.

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

Asmar, S.T., M.Eng.

Editor

Fardhan Arkan, S.T., M.T.

Tri Hendrawan Budianto, S.T., M.T.

Staf Administrasi

Hendy, S.T.

Alamat Redaksi :

Gedung Dharma Penelitian

Jurusan Teknik Elektro - Fakultas Teknik

Kampus Terpadu Universitas Bangka BelitungBalunijuk,

Kab. Bangka, Prov. Kep. Bangka BelitungTelp. (0717)

4260033 ext. 2125, 2128

Laman : <http://journal.ubb.ac.id/index.php/electron>

e-Mail : jurnal.electron.ubb@gmail.com

Kata Pengantar

Jurnal Electron saat ini memasuki Volume 2 no. 1. Mei 2021.

Fokus dan ruang lingkup Jurnal Electron meliputi bidang Teknik Elektronika, Teknik Kontrol, Teknik Telekomunikasi, Teknik Informatika dan Informatika, dan Teknik Listrik/ Ketenagalistrikan baik dari berbagai akademisi maupun praktisi industri dari instansi pemerintah maupun swasta.

Harapan kami pada edisi selanjutnya akan lebih banyak memuat tulisan-tulisan ilmiah dari hasil penelitian dan hasil pemikiran penulis di luar lembaga sehingga menjadi wadah untuk membuka wacana ilmiah yang lebih luas.

Penghargaan setinggi-tingginya kami sampaikan kepada Penelaah Sejawat atau Reviewer, Dewan Redaksi, Penulis dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan dan penerbitan Jurnal Electron edisi ini. Semoga jurnal ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan keilmuan di bidang Teknik Elektro pada khususnya dan Teknik pada umumnya. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun tetap kami harapkan perbaikan dan perbaikannya demi kemajuan Jurnal Electron ini.

Salam Hangat

Ketua Redaksi Jurnal Electron



Daftar Isi

- Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Studi di PT Bumi Sawit Sukses Pratama Bangka Belitung)**
Rizki Wira Sandi, M Yonggi Puriza, Wahri Sunanda 1 – 4
- Desain Kendali Stabilitas Konverter DC/AC Pada Sistem PV Terhubung Ke Grid**
Zulmiftah Huda 5 – 9
- Quality of Service Packet Loss Pada Sistem Home Monitoring Water Flow Berbasis Internet of Things**
Andree Fajar Pratama, Syamsyarief Baqaruzi, Ali Muhtar 10 – 17
- Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Daya Berbasis Internet Of Things**
Amir Shodiq, Syamsyarief Baqaruzi, Ali Muhtar 18 – 26
- Rancang Bangun Sistem Komunikasi Data Perangkat Virtual Reality Berbasis Modul Komunikasi Wireless Bluetooth HC-06**
M Rizki Ramadhan, Cristopher Cristopher, Inda Dwi Ramadhani, Rheyuniarto Sahlendar A, Swadexi Istiqphara 27 – 33
- Perancangan dan Implementasi Perangkat Akuisisi Data dan Regulasi Daya Pada Sistem**
Chris Topher, M Rizki Ramadhan, Inda Dwi Ramadhani, Rheyuniarto Sahlendar A, Swadexi Istiphara 34 – 40
- Perancangan Sistem Pemantauan dan Pengendalian Debit Air Menggunakan Kontrol PID**
Shovyana Wulan Tika, Syamsyarief Baqaruzi, Ali Muhtar 41 – 47
- Analisis Kelayakan Pemasangan Load Break Switch (LBS) Penyulang Rindik Pada Proses Manuver Antar Penyulang Di PLN ULP Toboali**
Syarifah Syarifah, Rudy Kurniawan, Asmar 48 – 56

Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap (Studi di PT Bumi Sawit Sukses Pratama Bangka Belitung)

Rizky Wira Sandi¹, Wahri Sunanda¹, M. Yonggi Puriza^{1*}
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung¹

Email : myonggiipuriza@ubb.ac.id

ABSTRACT

Utilization of solid waste oil palm from PT Bumi Sawit Sukses Pratama in Bangka Belitung Islands Province). As a source of raw material for electrical energy, it is one of the choices among other new energy sources to meet the needs of electrical energy other than PLN. For steam power plants that are run, the system is supported by a turbine with a capacity of 2 MW and 2 boilers with a capacity of 45 tons / hour each which are operated alternately. The lowest unit 1 boiler efficiency was obtained 39% and the highest was 49%. Meanwhile, the lowest efficiency in boiler unit 2 was 39% and the highest was 49%. Then for steam production in boiler unit 1 the highest is 34,300 kg / hour and the lowest is 27,500 kg / hour. Then for the production of steam boiler unit 2, the highest is 34,800 kg / hour and the lowest is 27,500 kg / hour

Keywords : *electrical energy, boiler, efficiency, steam production*

INTISARI

Pemanfaatan limbah padat kelapa sawit PT Bumi Sawit Sukses Pratama di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung). sebagai sumber bahan baku energi listrik menjadi salah satu pilihan diantara sumber energi baru lainnya untuk memenuhi kebutuhan energi listrik selain bersumber dari PLN. Untuk pembangkit listrik tenaga uap yang dijalankan, sistem didukung oleh turbin dengan kapasitas 2 MW dan 2 unit *boiler* dengan kapasitas masing-masing 45 ton/jam yang dioperasikan secara bergantian. Efisiensi *boiler* unit 1 terendah didapat 39% dan tertinggi 49%. Sedangkan efisiensi terendah pada *boiler* unit 2 yakni 39% dan tertinggi 49%. Kemudian untuk produksi uap pada *boiler* unit 1 tertinggi 34.300 kg/jam dan terendah 27.500 kg/jam. Lalu untuk produksi uap *boiler* unit 2 tertinggi 34.800 kg/jam dan terendah 27.500 kg/jam

Kata kunci: energi listrik, boiler, efisiensi, produksi uap

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik semakin hari semakin meningkat, baik untuk kebutuhan rumah tangga, bisnis, sosial, pemerintahan dan industri. Salah satu industri yang dapat menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan potensi limbah bahan baku yang dimiliki adalah perusahaan yang bergerak dalam pengolahan kelapa sawit. Limbah padat kelapa sawit terdiri atas cangkang yang memiliki nilai kalor 3.890 kkal/kg, serabut yang memiliki nilai kalor 2.309 kkal/kg dan tandan kosong yang memiliki nilai kalor 2.250 kkal/kg [1].

Beberapa penelitian terkait pemanfaatan limbah sawit sebagai sumber bahan baku pembangkit listrik diantaranya pemanfaatan limbah bahan padat di pabrik kelapa sawit PT Asam Jawa [1], pemanfaatan limbahan

bahan padat dari perkebunan kelapa sawit pada PLTU dengan kapasitas 6 MW di Bangka Belitung [2], studi kelayakan beberapa limbah padat yang memiliki potensi sebagai sumber bahan baku energi listrik [3], pemanfaatan olahan kelapa sawit energi listrik terbarukan di Malaysia dan sekaligus mereduksi polusi udara [4]-[5], pemanfaatan olahan minyak sawit sebagai salah satu sumber energi listrik di Sumatera Utara [6]-[7].

Beberapa penelitian terkait unjuk kerja boiler diantaranya unjuk kerja pembangkit listrik tenaga uap di Air Anyir Bangka [8], analisis boiler dengan metode langsung pada pembangkit listrik tenaga uap [9], kajian efisiensi boiler pada pembangkit listrik tenaga uap Amurang unit 1 [10].

Pada penelitian ini akan menganalisis 2 unit boiler pada pembangkit listrik tenaga uap dengan kapasitas turbin 2 MW yang bersumber bahan baku limbah padat dari pabrik kelapa sawit PT Bumi Sawit Sukses Pratama di Bangka Belitung.

II. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan yakni:

1. Pengambilan data *steam pressure* pada *logsheet boiler*, data *steam consumption* dari *steam flow* dan data temperatur pada *dearator*.
2. Menghitung konsumsi bahan bakar yang terdiri atas *fiber* dan cangkang
3. Menghitung nilai kalor atas (HHV) dan nilai kalor bawah (LHV)
4. Menentukan nilai produksi energi dan konsumsi energi.
5. Menentukan nilai efisiensi *water tube boiler*

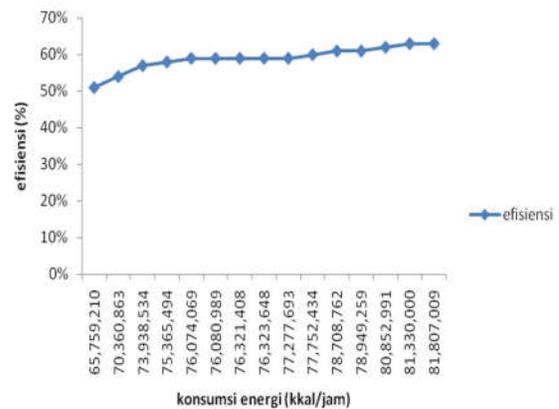
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

PT Bumi Sawit Sukses Pratama memiliki 2 unit boiler dengan masing masing kapasitas 45 ton/jam. *Steam* yang dihasilkan untuk menyuplai turbin dengan kapasitas 2 MW. Lalu boiler dioperasikan secara bergantian untuk menjaga unjuk kerja yang optimal dari masing-masing boiler. Pada tabel 1 dan tabel 2 terlihat beberapa parameter yang ada di masing-masing unit boiler untuk menunjukkan unjuk kerjanya.

Tabel.1 Hubungan *steam pressure*, produksi uap, produksi energi, konsumsi energi, *entalpy* dengan efisiensi boiler unit 1

Tanggal	Produksi Uap (kg/jam)	Produksi energi (kkal/jam)	Steam pressure (bar)	Entalpy (kj/kg)	Konsumsi energi (kkal/jam)	Efisiensi Boiler (%)
01/01/20	33.900	128.890,395	31,2	2804,21	80.852,99	62 %
02/01/20	32.400	128.890,395	31,1	2804,28	77.277,70	59 %
03/01/20	31.900	128.890,395	31,6	2803,95	76.074,60	59 %
04/01/20	34.300	128.890,395	31,2	2804,21	81.807,01	63 %
05/01/20	27.500	128.890,395	30,6	2810,41	65.759,22	51 %
06/01/20	32.600	128.890,395	31,2	2804,21	77.752,44	60 %
07/01/20	33.100	128.890,395	31,0	2804,34	78.949,25	61 %
08/01/20	34.100	128.890,395	31,2	2804,21	81.330,00	63 %
09/01/20	31.600	128.890,395	31,3	2804,15	75.365,50	58 %
10/01/20	33.000	128.890,395	31,1	2804,28	78.708,76	61 %

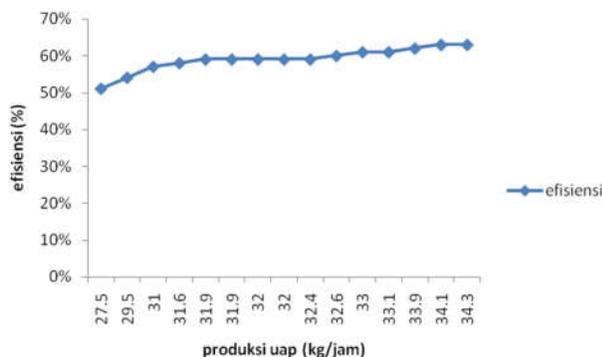
Pada tabel 1 terlihat bahwa nilai efisiensi boiler unit 1 terendah dengan nilai efisiensi 51 %, produksi uap 27.500 kg/jam, nilai *entalpy* 2810,41 kj/kg, dan konsumsi energi 65.759,22 kkal/jam. Untuk nilai efisiensi boiler unit 1 tertinggi dengan nilai efisiensinya 63 % dengan produksi uap 34.300 kg/jam, nilai *entalpy* 2804,21 kj/kg, dan konsumsi energi 81.807 kkal/jam. Besar dan kecilnya produksi uap



yang dihasilkan mempengaruhi nilai dari efisiensi boiler.

Gambar 1. Perbandingan konsumsi energi dengan efisiensi pada boiler unit 1

Pada gambar 1 terlihat grafik perbandingan nilai konsumsi energi dengan efisiensi pada boiler unit 1. Saat terjadi penurunan pada konsumsi energi dengan nilai sebesar 65.759,22 kkal/jam didapatkan efisiensi sebesar 51 % semakin rendah konsumsi energi yang maka semakin kecil efisiensi yang dihasilkan dan sebaliknya jika semakin besar konsumsi energi yang efisiensi yang dihasilkan juga meningkat.

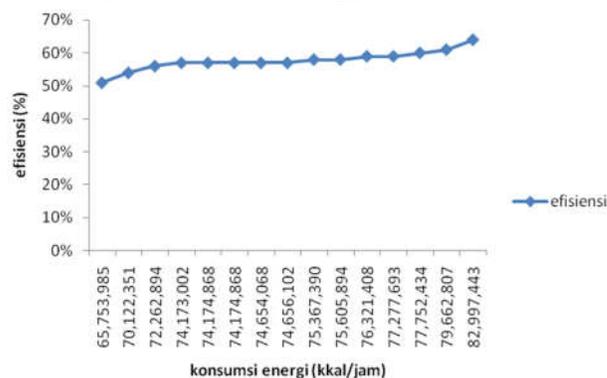


Gambar 2. Perbandingan produksi uap dengan efisiensi pada boiler unit 1

Tabel 2. Hubungan *steam pressure*, produksi uap, produksi energi, konsumsi energi, *entalpy* dengan efisiensi boiler unit 2

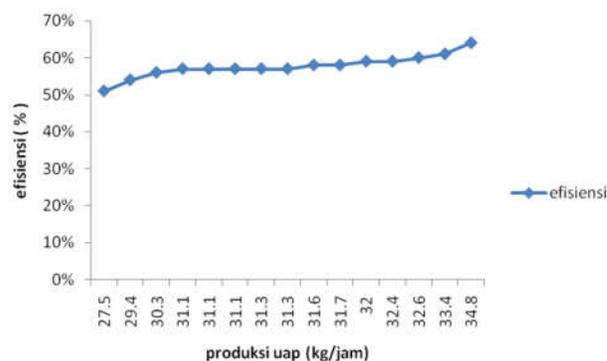
Tanggal	Produksi Uap (kg/jam)	Produksi energi (kkal/jam)	Steam pressure (bar)	Entalpy (kj/kg)	Konsumsi energi (kkal/jam)	Efisiensi Boiler (%)
16/01/20	29.400	128.890,395	31.1	2804,28	70.122,35	54 %
17/01/20	31.300	128.890,395	31.1	2804,28	74.654,07	57 %
18/01/20	31.600	128.890,395	31.2	2804,21	75.367,40	58 %
19/01/20	31.100	128.890,395	31.2	2804,21	74.174,87	57 %
20/01/20	31.100	128.890,395	31.3	2804,15	74.173,00	57 %
21/01/20	34.800	128.890,395	31.3	2804,15	82.997,44	64 %
22/01/20	30.300	128.890,395	31.4	2804,28	72.262,80	56 %
23/01/20	32.000	128.890,395	31.2	2804,21	76.321,40	59 %
24/01/20	33.400	128.890,395	31.1	2804,28	79.662,81	61 %
25/01/20	32.400	128.890,395	31.1	2804,28	77.277,70	59 %
26/01/20	31.300	128.890,395	31.0	2804,34	74.656,10	57 %
27/01/20	32.600	128.890,395	31.2	2804,21	77.752,43	60 %
28/01/20	27.500	128.890,395	30.9	2810,22	65.753,99	51 %

Sedangkan pada gambar 2 terlihat grafik perbandingan nilai efisiensi boiler dengan produksi uap pada boiler unit 1. Semakin rendah produksi uap yang dihasilkan semakin kecil efisiensi boiler yang dihasilkan begitu juga sebaliknya. Efisiensi boiler terendah yakni 51% dan tertinggi 63%.



Gambar 3. Perbandingan konsumsi energi dengan efisiensi pada boiler unit 2

Pada gambar 3 terlihat grafik perbandingan nilai konsumsi energi dengan efisiensi pada boiler unit 2. Dengan konsumsi energi 65.753,99 kkal/jam didapatkan efisiensi 51 %. Semakin rendah konsumsi energi, maka semakin kecil efisiensi yang dihasilkan dan sebaliknya semakin besar konsumsi energi, efisiensi semakin meningkat.



Gambar 4. Perbandingan produksi uap dengan efisiensi pada boiler unit 2

Pada gambar 4 terlihat grafik perbandingan efisiensi boiler dengan produksi uap. Efisiensi boiler terendah 51% dan efisiensi boiler tertinggi 64% seiring dengan semakin banyak produksi uap yang dihasilkan.

IV. KESIMPULAN

1. *Steam pressure boiler* unit 1 tertinggi sebesar 31.6 bar dengan nilai *entalpy* 2803,95 kJ/kg. Untuk nilai *steam pressure boiler* unit 2 tertinggi sebesar 31.4 bar dengan nilai *entalpy* 2804,28 kJ/kg. Konsumsi energi pada *boiler* unit 1 tertinggi 81.807,00 kkal/jam, dan konsumsi energi terendah 65.759,22 kkal/jam. Sedangkan konsumsi energi *boiler* unit 2 tertinggi 82.997,44 kkal/jam, dan konsumsi energi terendah 65.753,99 kkal/jam.
2. Efisiensi *boiler* unit 1 terendah yakni 39% dan tertinggi 49%. Untuk efisiensi terendah pada *boiler* unit 2 yakni 39% dan tertinggi 49%. Produksi uap pada *boiler* unit 1 tertinggi 34.300 kg/jam dan terendah 27.500 kg/jam. Sedangkan produksi uap *boiler* unit 2 tertinggi 34.800 kg/jam dan terendah 27.500 kg/jam.

REFERENSI

1. A. Hasibuan , M. Isa , WV. Siregar , IM. Nrartha, "Sumber Bahan Bakar Dari Limbah Padat Pada Pembangkit Listrik Di Pabrik Kelapa Sawit", *Ready Star*, vol. 2, no. 1, hal.187-93, 2019
2. H. Harris, S. Anam, S. Mahmudsyah, "Studi pemanfaatan limbah padat dari perkebunan kelapa sawit pada PLTU 6 MW di Bangka Belitung" *Jurnal Teknik ITS* vol. 2, no. 1, hal. B73-B78. 2013.
3. A.D Pasek, K.W Gultom, A. Suwono, "Feasibility of recovering energy from municipal solid waste to generate electricity", *Journal of Engineering and Technological Sciences*, vol. 45, no. 3, hal. 241-256, 2013.
4. S. Begum, P. Kumaran, M. Jayakumar, "Use of oil palm waste as a renewable energy source and its impact on reduction of air pollution in context of Malaysia", In *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, vol. 16, p. 012026. 2013.
5. S.D Oseghale, A.F Mohamed, A.O Chikere "Status Evaluation of Palm Oil Waste Management Sustainability in Malaysia." *OIDA International Journal of Sustainable Development*, vol. 10, no. 12, hal. 41-48, 2017
6. M.A Nasution, T. Herawan, M. Rivani "Analysis of palm biomass as electricity from

- palm oil mills in North Sumatera." *Energy Procedia*, vol. 47, 66-172, 2014.
7. L. Parinduri, O.K Sulaiman "Biomass analysis at palm oil factory as an electric power plant." In *Journal of Physics Conference Series*, vol. 1007, no. 1, p. 012053. 2018.
8. W. Sunanda, "Studi Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Air Anyir Bangka." *Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 8, no. 2, hal. 248-252. 2019.
9. Y. Pravitaria, M. Baraâ, M.N Maraa, "Analisis Efisiensi Boiler Menggunakan Metode Langsung." *Prisma Fisika*, vol. 5, no. 1, 2017.
10. H. Y Kurniawan, H. Gunawan, B. Maluegha. "Kajian Efisiensi Termal Dari Boiler Di Pembangkit Listrik Tenaga Uap Amurang Unit 1." *JURNAL ONLINE POROS TEKNIK MESIN UNSRAT*, vol. 4, no. 2, 2015.

Desain Kendali Stabilitas Konverter DC/AC Pada Sistem PV Terhubung Ke Grid

Zulmiftah Huda¹

¹Jurusan Teknik Elektro universitas Lampung

Email : zulmiftah.huda@eng.unila.ac.id

ABSTRACT

PV systems has an important role in compliance of electrical demand. PV systems depends on sunlight intensity so that the PV output is nonlinear, this is a challenge in the control system design of PV system can maintain voltage and frequency stability. The P&O method based MPPT is applied to get the maximum power output of PV. The PWM control inputs are a reference Id from the MPPT and the voltage and current from the grid tied with Phase Looked Loop (PLL) for synchronization PV inverter. The control scheme given can provide stability voltage on the load against to the radiation changes that occur in PV.

Keywords : PV array, inverter, MPPT, grid.

INTISARI

Sistem PV telah mengambil peranan dalam memenuhi kebutuhan energi listrik. Sistem PV sangat bergantung pada intensitas sinar matahari sehingga output PV nonlinier, ini menjadi tantangan dalam merancang sistem kendali agar sistem PV dapat menjaga stabilitas tegangan dan frekuensi. Metode P&O berdasarkan MPPT diaplikasikan untuk memperoleh output daya maksimum PV. Input kendali PWM merupakan Id referensi dari MPPT serta tegangan dan arus dari grid melalui Phase Looked Loop (PLL) untuk sinkronisasi inverter PV. Skema kendali yang diberikan dapat memberikan tegangan output yang stabil pada beban terhadap perubahan irradianse yang terjadi pada PV.

Kata kunci: PV array, inverter, MPPT, grid.

I. PENDAHULUAN

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau yang dikenal dengan *Photovoltaic* (PV) sudah menjadi sumber energi terbarukan yang telah dimanfaatkan secara luas. Sistem PV memberikan keuntungan tidak memiliki dampak negatif terhadap lingkungan serta sistem instalasi yang sederhana memungkinkan PV dapat dimanfaatkan baik secara individu maupun oleh industri sebagai sumber energi yang ramah terhadap lingkungan[1].

Sistem PV memiliki keunggulan dapat beroperasi tanpa terhubung ke grid (*islanding*) dan terhubung dengan grid (*grid connected*)[2,3]. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan kelistrikan sistem PV dapat mengambil peranan penting dalam memenuhi kebutuhan akan energi listrik, dengan sistem PV yang berada dekat dengan beban dapat memperbaiki profil tegangan pada sistem dengan letak pembangkit yang jauh dari beban.

Interkoneksi sistem PV dan grid diperlukan konverter elektronika daya karena PV merupakan pembangkit non linier yang bergantung pada radiasi sinar matahari. Untuk menghasilkan output konstan pada konverter maka perlu dirancang sistem kendali[4,5].

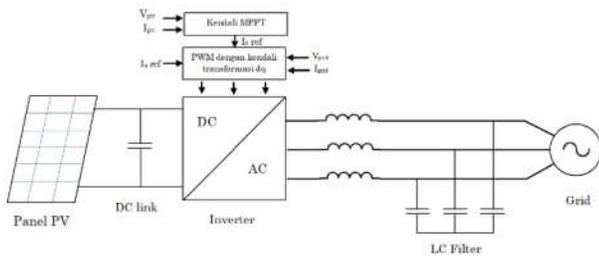
Pada paper ini akan dibahas skema konversi satu tahap pada sistem PV, agar PV dapat menyuplai daya maksimum dengan kondisi radiasi sinar matahari yang berubah digunakan teknik MPPT. MPPT akan memberikan arus referensi pada PWM dari hasil regulasi tegangan untuk menghasilkan daya maksimum pada PV[6]. Sistem kendali PWM untuk menghasilkan modulasi diperoleh dengan menjadikan tegangan dan arus pada grid serta tegangan pada output PV sebagai sinyal input. Skema kendali diharapkan dapat menjaga tegangan output inverter konstan terhadap perubahan yang terjadi pada sistem PV.

II. METODE PENELITIAN

Sistem pembangkit PV terdiri sisi DC dimana daya DC dihasilkan dan grid merupakan sisi AC terhubung melalui inverter sebagai konverter sistem DC menjadi sistem AC agar sistem PV dapat terinterkoneksi dengan grid. Sistem kendali pada inverter perlu dirancang untuk menghasilkan tegangan yang stabil pada inverter.

A. Konfigurasi Sistem

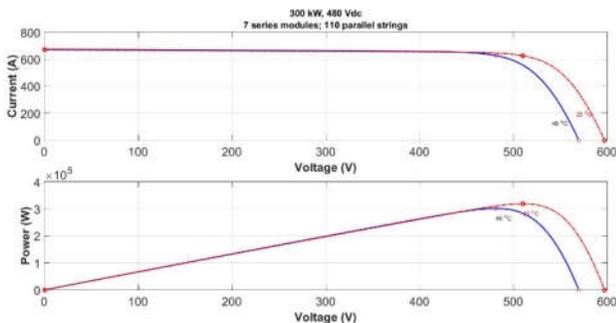
Sistem PV yang terhubung dengan grid dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Konfigurasi sistem dengan sistem kendali.

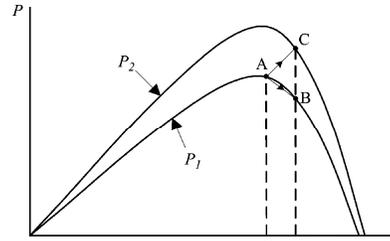
Sistem PV pada gambar 1 bertujuan mensuplai daya aktif pada sistem. Daya DC yang dihasilkan PV dikonversi menjadi daya AC oleh inverter setelah tegangan diregulasi pada DC link oleh kapasitor, output inverter terhubung dengan rangkaian filter untuk megeleminasi harmonisa sebelum daya disalurkan ke beban[7,8].

Sistem PV dengan kapasitas 300 kW dengan tegangan output 480 V pada temperatur 45°C terdiri dari 7 modul yang terhubung seri dan 110 terhubung paralel. Daya maksimum yang dihasilkan dari karakteristik PV yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Plot kurva tegangan, arus dan daya maksimum yang dihasilkan.

Untuk mendapatkan output daya maksimum oleh MPPT pada pembahasan ini menggunakan metode *Perturb & Observe* (P&O) seperti terlihat pada gambar 3 [8]. Dengan turun atau naiknya daya yang dihasilkan maka tegangan terjadi perubahan sebesar ΔV untuk memperoleh daya maksimum.

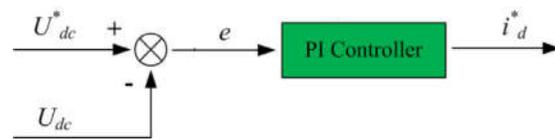


Gambar 3. Kurva P-V P&O dari MPP.

Sinyal pulsa yang dihasilkan PWM sebagai input gate IGBT pada inverter agar sistem PV dapat menghasilkan tegangan dan frekuensi yang sama dengan sistem sebagai syarat agar PV dapat terinterkoneksi dengan sistem.

B. Kendali Inverter

Kendali output dari inverter dipengaruhi oleh tegangan pada DC link dan tegangan pada grid. Seperti pada gambar 5. Terdapat dua loop kendali pada inverter yaitu regulasi tegangan DC untuk menghasilkan tegangan DC referensi seperti pada gambar 4 dengan menggunakan kendali PI dapat memstabilkan tegangan pada DC link.

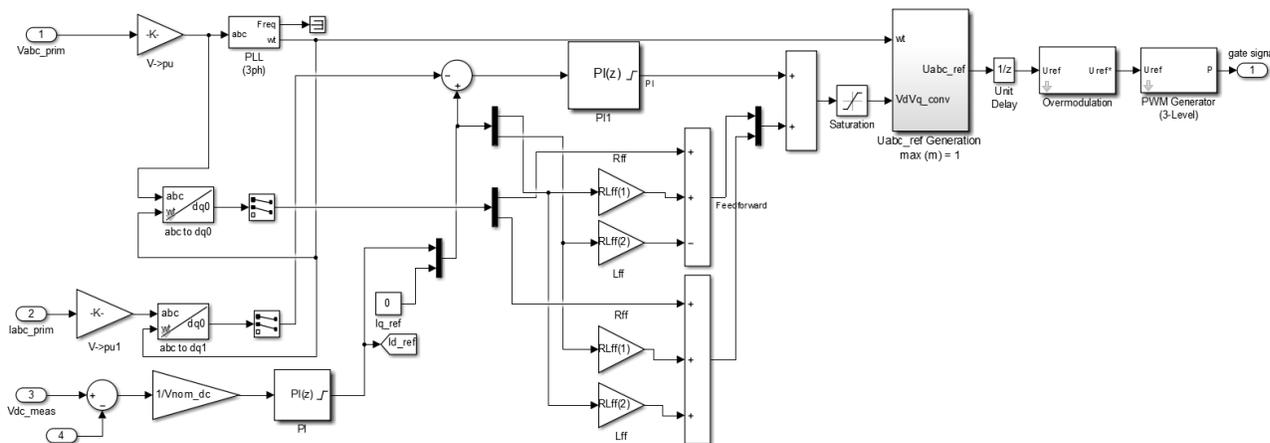


Gambar 4. Kendali PI regulasi tegangan DC PV.

Daya aktif yang disuplai oleh sistem PV ke grid adalah:

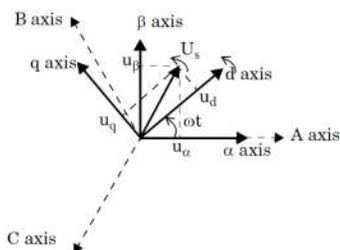
$$P = U_{dc} I_{dc} = u_d i_d \cdot u_q i_q \quad (1)$$

Dengan nilai $u_d u_q$ diperoleh dari transformasi Park abc to dq0 pada persamaan 2.



Gambar 5. Diagram kendali inverter

Diagram transformasi abc ke dq0 pada gambar 6 merubah sistem 3 fase menjadi rangkaian ekuivalen lain yaitu d dan q tanpa merubah nilai dari rangkaian tersebut sehingga kita dapat merubah 3 fase sinusoidal menjadi DC dq0 untuk mempermudah kendali[9].



Gambar 6. Tranformasi Park.

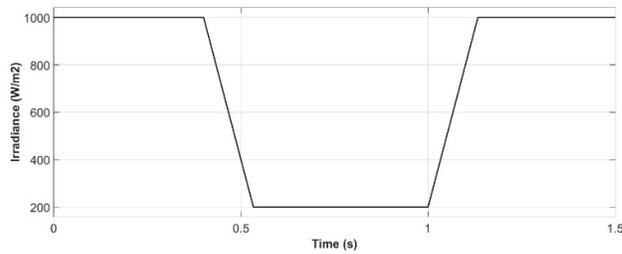
Dengan α axis satu sumbu dengan A axis dan q axis berbeda sudut sebesar ωt dengan sumbu d axis sehingga diperoleh transformasi dq0:

$$\begin{bmatrix} u_d \\ u_q \\ u_0 \end{bmatrix} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} \cos(\omega t) & \cos(\omega t - \frac{2\pi}{3}) & \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3}) \\ -\sin(\omega t) & -\sin(\omega t - \frac{2\pi}{3}) & -\sin(\omega t + \frac{2\pi}{3}) \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_a \\ u_b \\ u_c \end{bmatrix} \quad (2)$$

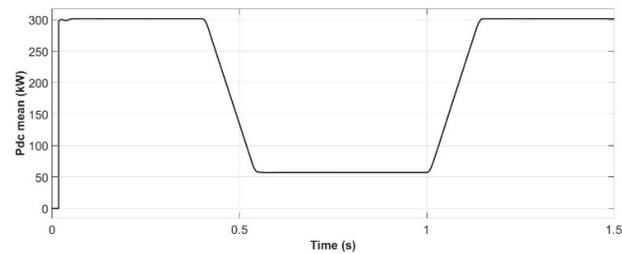
III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan skema kendali yang diberikan pada inverter dihasilkan respon sistem seperti disajikan pada gambar berikut. Irradiance pada PV kondisi awal 1000 W/m^2 kemudian turun menjadi 200 W/m^2 . Kondisi

bertujuan untuk melihat respon sistem kendali terhadap perubahan yang terjadi pada PV dan skema kendali yang diberikan diharapkan dapat menjaga tegangan output dari inverter tetap pada nilai yang sama dengan sistem. Kondisi irradiance pada PV serta pengaruh terhadap daya output rata-rata dapat dilihat pada Gambar 7.a. dan 7.b.



(a)

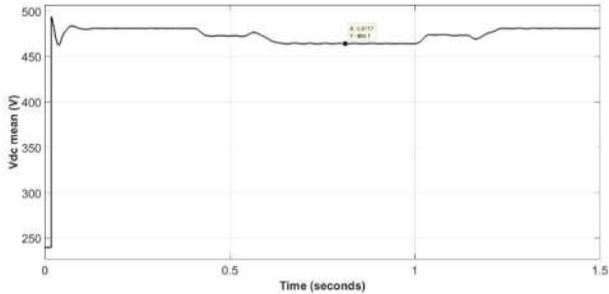


(b)

Gambar 7. (a) Kondisi perubahan irradiance pada PV. (b) Daya rata-rata yang dihasilkan terhadap perubahan irradiance.

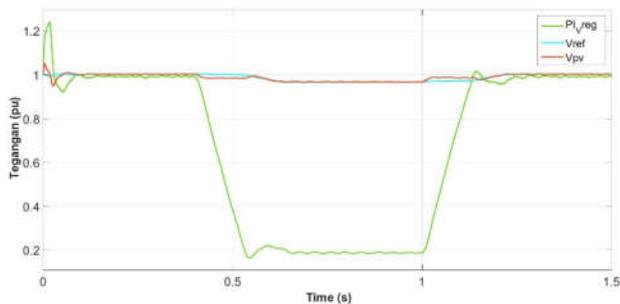
Perubahan irradiance memberikan pengaruh terhadap perubahan tegangan DC yang dihasilkan pada saat awal perubahan irradiance dari 1000

W/m^2 menjadi $200 W/m^2$ MPPT menurunkan tegangan DC turun menjadi 468 V dan kemudian dapat kembali pada nilai 480 V sehingga MPPT memperoleh daya maksimum 57 kW pada gambar 8.



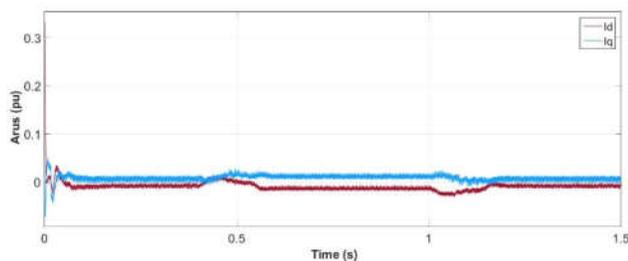
Gambar 8. Tegangan DC rata-rata dari sistem PV

Selisih tegangan referensi yang dihasilkan dari MPPT dan tegangan yang terukur pada output PV menjadi regulasi tegangan oleh kendali PI menjadi input I_d acuan pada regulasi arus PV. Seperti terlihat pada Gambar 9.



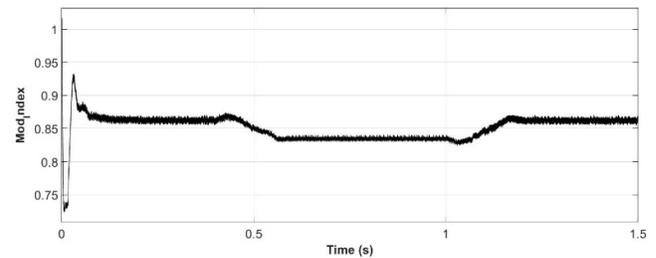
Gambar 9. Regulasi tegangan yang diberikan oleh kendali PI sebagai referensi I_d .

Selisih antara I_d pengukuran dan I_d referensi yang diperoleh dari regulasi tegangan menjadi regulasi arus yang akan diteruskan menjadi input modulasi pada PWM dapat dilihat pada gambar 10.

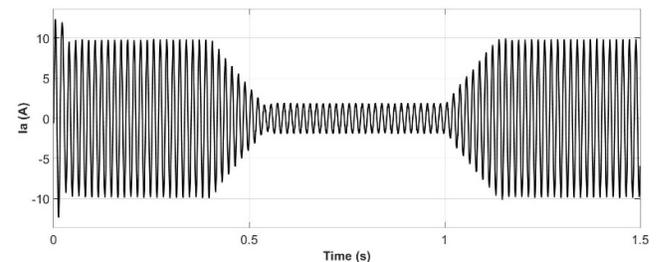


Gambar 10. Regulasi I_d I_q yang diberikan oleh kendali PI

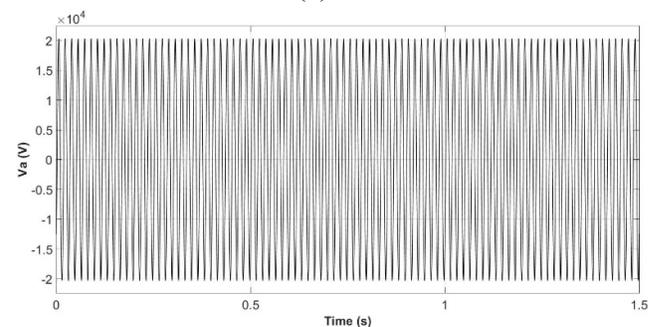
Hasil modulasi pada gambar 8(a) memberikan output tegangan yang konstan pada inverter seperti terlihat pada gambar 8(c), perubahan arus pada gambar 8(b) merupakan penurunan besar arus yang dihasilkan oleh PV yang bergantung pada irradiancance pada gambar 7(a) dan daya yang dihasilkan pada gambar 7(b) dengan tegangan output dijaga konstan dengan dengan makasimum yang dihasilkan oleh MPPT.



(a)



(b)



(c)

Gambar 8. (a) index modulasi sebagai referensi PWM (b) Arus output phasa a inverter (c) Tegangan output phasa a inverter.

IV. KESIMPULAN

Sistem kendali inverter pada sistem PV yang terhubung ke grid dapat memberikan tegangan output yang stabil pada beban terhadap perubahan irradiancance yang terjadi pada PV. Dengan sistem kendali yang diberikan sistem PV dapat menyuplai daya maksimumnya ke beban dengan sistem MPPT.

Regulasi tegangan yang terjadi pada DC link dapat diperbaiki dengan menggunakan boost konverter agar menghasilkan tegangan DC yang konstan terhadap perubahan output yang terjadi pada PV. Skema kendali boost konverter menjadi pembahasan selanjutnya. Pada pembahasan ini hanya terbatas pada daya aktif yang dihasilkan oleh PV, perlu sistem kendali agar sistem PV dapat menyuplai daya reaktif ke grid.

REFERENSI

- [1] P. D. Maycock, "World PV Cell/Module Production," PV News, vol.25, no. 3, Mar. 2006.
- [2] A. Singh, R. S. Bhatia, S. Chanana, An Anti-Islanding Technique for Grid-Connected DG and multi DG System, IEEE, 2018.
- [3] LI Dong-hui, WANG He-xiong, ZHU Xiaodan, et al. Research on several critical problems of photovoltaic grid-connected generation system[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(21): 208214.
- [4] H. El-helw, M. Hassanien, H.A. Ashour, "Maximum power point tracking for irregular irradiance of a photovoltaic array", in Environment and Electrical Engineering (EEEIC), 12th International Conference on Wroclaw, Poland, pp. 52 – 57, 5-8 May 2013.
- [5] D. Sera, R. Teodorescu, and P. Rodriguez, "PV panel model based on datasheet values," in Proc. IEEE Int. Symp. Ind. Electron., 2007, pp. 2392–2396.
- [6] Iov F, Ciobotaru M, Sera D, et al. Power electronics and control of renewable energy systems[C]. Power Electronics and Drive Systems, 2007. PEDS'07. 7th International Conference on. IEEE, 2007: P6-P28.
- [7] Z. Huda, N. Purwasih, D. Permata, D. Despa, Analisa harmonisa pada Sistem AC Microgrid terhubung ke Grid, Electrician Vol. 15 No.2 pp. 153-159.
- [8] F. Filho, L. M. Tolbert, Y. Cao and B. Ozpineci, "Real-Time Selective Harmonic Minimization for Multilevel Inverters Connected to Solar Panels Using Artificial Neural Network Angle Generation," in IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 47, no. 5, pp. 2117-2124, Sept.-Oct. 2011.
- [9] Trisham ESRAM and Patrick L. Chapman, "Comparison of photovoltaic array maximum power point tracking techniques," IEEE Transactions on Energy Conversion, vol.22, no.2, pp.439-449, June 2007.
- [10] Wang Xifan, et al. Modern Power System Analysis. Science Press.2009.1.244-245

Quality of Service Packet Loss Pada Sistem Home Monitoring Water Flow Berbasis Internet of Things

Andree Fajar Pratama¹, Syamsyarief Baqaruzi¹, Ali Muhtar¹

¹ Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Sumatera

Email: andree.13117009@student.itera.ac.id, syamsyarief.baqaruzi@el.itera.ac.id, ali.muhtar@el.itera.ac.id

ABSTRACT

The wasteful behavior of clean water causes more and more people to lose access to clean water. The use of water in households so far is still very difficult to manage in using water effectively. Clean water scarcity is a situation when there is a shortage of water to meet human needs. This study built a Home Water Flow Monitoring (HEROIG) system based on the Internet of Things (IoT) to monitor and control water use at home. The hardware uses NodeMCU as a microcontroller and sends the sensing results of the water flow by the water flow sensor which will be sent to the cloud server. Control can be done through the HEROIG android application which has been created and integrated with the IoT system which must work in a good network connection. Testing the quality of the network connection or Quality of Services (QoS), especially packet loss, uses two parameters, namely time and distance. The results of testing the time parameter packet loss by testing once in six seconds in one minute have an average packet loss value of 1.13%, then for testing the distance parameter with the difference of each distance is four meters has an average packet loss value of 0.15%. The test results show that the quality of sending sensor data to the cloud server has a very good category of QoS packet loss parameters, because it has a packet loss value <3%.

Keywords : Water Discharge;Internet of Things;Packet Loss;Quality of Services,Connection

INTISARI

Perilaku boros air bersih menyebabkan semakin banyak orang yang kehilangan akses terhadap air bersih. Penggunaan air di dalam rumah tangga selama ini masih sangat sulit untuk dilakukan pengelolaan dalam penggunaan air secara efektif. Kelangkaan air bersih adalah situasi saat terjadinya kekurangan air untuk memenuhi kebutuhan manusia. Penelitian ini menmbangun sistem *Home Water Flow Monitoring* (HEROIG) berbasis Internet of Things (IoT) untuk melakukan *monitoring* dan *controlling* penggunaan air pada rumah. Perangkat keras menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler serta mengirimkan hasil sensing debit air oleh sensor *water flow* yang akan dikirimkan ke *cloud server*. Pengontrolan dapat dilakukan melalui aplikasi android HEROIG yang telah dibuat dan terintegrasi dengan sistem IoT yang harus bekerja dalam koneksi jaringan yang baik. Pengujian kualitas koneksi jaringan atau *Quality of Services* (QoS) khususnya *packet loss* menggunakan dua parameter yaitu dari waktu dan jarak. Hasil pengujian *packet loss* parameter waktu dengan pengujian enam detik sekali dalam waktu satu menit memiliki nilai rata-rata *packet loss* 1,13%, kemudian untuk pengujian parameter jarak dengan selisih setiap jarak adalah empat meter memiliki nilai rata-rata *packet loss* 0,15%. Hasil pengujian tersebut menunjukkan kualitas pengiriman data sensor ke *cloud server* memiliki parameter QoS *packet loss* kategori sangat baik, karena memiliki nilai *packet loss* <3%.

Kata kunci: Debit Air;Internet of Things;Packet Loss;Quality of Services;Koneksi

I. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui namun seiring pertambahan penduduk dan pembangunan perkotaan yang sangat pesat, keberadaan air mulai menurun baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Perilaku boros air bersih menyebabkan semakin banyak orang yang kehilangan akses terhadap air bersih. Penggunaan air di dalam rumah tangga selama ini masih sangat sulit untuk dilakukan pengelolaan dalam pengguna air secara efektif. Salah satu faktor internal adalah ketika *user* lupa mematikan keran ketika menggunakan keran air pada rumah untuk melakukan pengisian air atau kegiatan lainnya, sehingga hal ini membuat kondisi pengguna air dalam rumah tangga adalah penyumbang terbesar terjadinya kelangkaan air.

Kelangkaan air bersih adalah situasi saat terjadinya kekurangan air untuk memenuhi kebutuhan manusia [1]. Kebutuhan air per jiwa per hari menurut SNI 19-6728.1-2002 tentang Penyusunan Neraca Sumber Daya tercantum 150 liter/jiwa/hari pada kota berpenduduk 1 juta jiwa demikian juga berdasarkan acuan dari Departemen Kesehatan menyebutkan kebutuhan air bersih per jiwa per hari adalah 150 liter. Berdasarkan data Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) pemakaian air rata-rata rumah tangga di perkotaan di Indonesia sebesar setiap orang 144 liter perhari nya. Pemakaian terbesar adalah untuk keperluan mandi sebesar 60 liter perhari perorang atau 45 persen dari total pemakaian air [2]. Hal tersebut perlu adanya kontrol pemakaian dari pengguna air dalam rumah tangga, sesuai dengan poin 6 *Sustainable Development Goals* yaitu menjamin ketersediaan serta pengelolaan air.

Berdasarkan data pendukung kurangnya efektifnya penggunaan air bersih pada rumah tangga diatas maka dibutuhkan sistem yang dapat memantau serta mengontrol pengguna air melalui keran air rumah agar lebih efisien dan mencapai target kebutuhan pengguna air sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Sistem *Home Water Flow Monitoring* (HEROIG) sebagai sistem pendukung yang dapat memudahkan *user* dalam kehidupan sehari-hari yang telah terintegrasi dengan sistem *Internet of Things* (IoT). Perkembangan sistem IoT dapat memudahkan untuk pemecahan masalah seperti penggunaan air dalam rumah tangga agar

memudahkan *monitoring* dan *controlling activity* HEROIG dapat melakukan *monitoring* debit air yang dipakai *user*, mengeluarkan debit air sesuai dengan kebutuhan *user*, serta dapat dikendalikan kondisi operasi keran air secara otomatis melalui kendali aktuator servo dengan berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem *Home Water Flow Monitoring* (HEROIG) dapat menampilkan informasi debit air secara *real time*, dengan cara kerja mikrokontroler yang mengirimkan hasil akuisisi data sensor ke *cloud server*, keberhasilan pengiriman data erat kaitannya dengan kualitas jaringan. Oleh karena itu penting untuk mengetahui kualitas jaringan untuk menentukan *Quality of Service* melalui pengujian *packet loss* sistem *Home Water Flow Monitoring* (HEROIG).

II. LANDASAN TEORI

A. *Internet of Things*

Internet of Things merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Dengan semakin berkembangnya infrastruktur internet, maka kita menuju babak berikutnya, di mana bukan hanya *smartphone* atau komputer saja yang dapat terkoneksi dengan internet. Namun berbagai macam benda nyata akan terkoneksi dengan internet. Sebagai contohnya dapat berupa : mesin produksi, mobil, peralatan elektronik, peralatan yang dapat dikenakan manusia (wearables), dan termasuk benda nyata apa saja yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global menggunakan sensor dan atau aktuator yang tertanam [3]. *Internet of Things* (IoT) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Pada dasarnya IoT (*Internet of Things*) mengacu pada benda yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai *representative* virtual dalam struktur berbasis internet [4] .

B. *Konsep Cara Kerja IoT*

Cara kerja *Internet of Things* yaitu dengan memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana tiap-tiap perintah argumennya itu menghasilkan sebuah interaksi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan

manusia dan dalam jarak berapa pun. Jaringan internet yang menjadi penghubung di antara kedua interaksi mesin tersebut, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung [5].

C. Arduino IDE

Arduino adalah sebuah platform komputasi fisik *open source* berbasiskan Rangkain *input/output* sederhana (I/O) dan lingkungan pengembangan yang mengimplementasikan bahasa *processing*. Arduino dapat digunakan untuk mengembangkan obyek interaktif mandiri atau dapat dihubungkan ke perangkat lunak pada komputer anda (seperti *Flash*, Pengolahan, VVVV, atau Max / MSP). Rangkaiannya dapat dirakit dengan tangan atau dibeli IDE (Integrated Development Environment) dan arduino bersifat *open source* [6]. IDE Arduino adalah bagian *software open source* yang memungkinkan kita untuk memprogram bahasa Arduino dalam bahasa C. Arduino IDE memungkinkan kita untuk menulis sebuah program secara *step by step* kemudian instruksi tersebut di upload ke papan Arduino [7]

D. NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat *open source*. Terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip* (SoC) ESP8266-12 buatan Espressif System. Istilah NodeMCU sebenarnya mengacu pada *firmware* yang digunakan daripada perangkat keras *development kit*. NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board Arduino-nya ESP8266. NodeMCU telah menghubungkan ESP8266 ke dalam sebuah board yang kompak dengan berbagai fungsi layaknya mikrokontroler ditambah juga dengan kemampuan akses terhadap Wifi juga chip komunikasi USB to *Serial* sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan ekstensi kabel data mikro USB. Secara umum ada tiga produsen NodeMCU yang produknya kini beredar di pasaran: Amica, DOIT, dan Lolin/WeMos. Dengan beberapa varian *board* yang diproduksi yakni V1, V2 dan V3 [8]

E. MySQL

MySQL merupakan *database server* yang bersifat *open source*, *multiplatform* dan berbasis *database* relasional. MySQL dapat dipakai untuk *database* pribadi atau pada level korporat berskala kecil hingga besar.

MySQL menggunakan SQL untuk mendukung pengaksesan data (*query*) [9]. PhpMyAdmin mendukung berbagai operasi MySQL, diantaranya (mengelola basis data, tabel-tabel, bidang (*fields*), relasi (*relations*), indeks, *user* (*users*), perizinan (*permissions*), dan lain-lain). Perbedaan phpMyAdmin dengan MySQL terletak pada fungsi. PhpMyAdmin merupakan alat untuk memudahkan dalam mengoperasikan *database* MySQL, sedangkan MySQL adalah *database* tempat penyimpanan data. Phpmyadmin sendiri digunakan sebagai alat untuk mengolah/ mengatur data pada MySQL [10]

F. Quality of Services

Quality of Service adalah kemampuan sebuah jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik lagi bagi layanan trafik yang melewatinya. QoS merupakan sebuah sistem arsitektur *end to end* dan bukan merupakan sebuah *feature* yang dimiliki oleh jaringan. *Quality of Service* suatu network merujuk ke tingkat kecepatan dan keandalan penyampaian berbagai jenis beban data di dalam suatu komunikasi [11].

Quality of Service (QoS) merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat pada satu servis. Pada QoS menggunakan teknik untuk mengelola *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* dalam jaringan. Kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwidth*, mengatasi *jitter* dan *delay* [6]. Parameter dari *Quality of Service* salah satunya adalah *packet loss*. *Packet loss* merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan

Tabel 1. 1 Kategori Degradasi

Kategori Degradasi	Packet Loss	Indeks
Sangat Bagus	3%	4
Bagus	15%	3
Sedang	25%	2
Buruk	0%	1

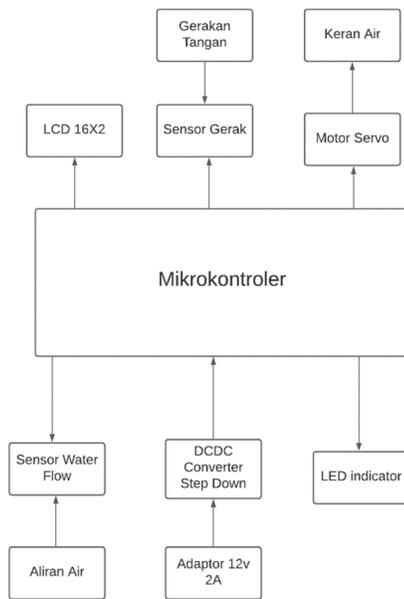
Rumus dari *packet loss* adalah [6]:

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Paket data terkirim} - \text{paket data diterima}}{\text{paket data terkirim}} \times 100\%$$

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem Hardware

Perancangan sistem dibutuhkan sebelum melakukan implementasi alat, penulis melakukan perancangan sistem terlebih dahulu dengan menyusun diagram blok sistem seperti Gambar 3.2



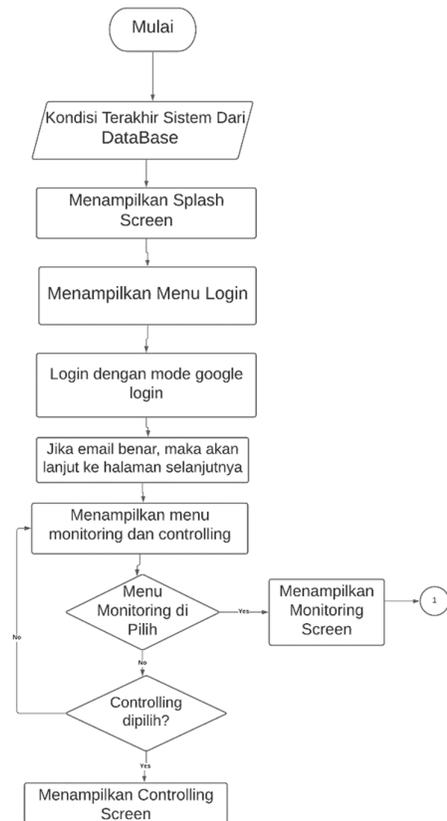
Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem Hardware HEROIG

Blok diagram pada Gambar 3.2 digunakan untuk membangun sistem *Home Water Flow Monitoring*. Sistem menggunakan papan PCB layout yang telah terintegrasi dan kompatibel dengan mikrokontroler berupa NodeMCU sekaligus terdapat modul wifi untuk menunjang sistem perangkat *software*. Tampilan pada *hardware* menggunakan LCD 16X2 menggunakan modul I2C. Sensor yang digunakan terdapat dua buah sensor yaitu sensor *water flow* untuk membaca aliran debit air yang mengalir, sensor jarak yang digunakan untuk menangkap respon gerakan dari *user* untuk menghidupkan aktuator ketika sistem dalam kondisi *offline*. Indikator menggunakan lampu LED, *indicator*

untuk informasi sistem terhubung dengan *power* dan sistem aktuator dalam kondisi hidup atau mati.

B. Perancangan Sistem Software

Perancangan sistem *software* terbagi menjadi sistem *database* dan sistem aplikasi HEROIG yang saling terintegrasi. Pada Gambar 3.3 adalah *flowchart* cara kerja aplikasi yang akan dirancang



Gambar 3. 2 Diagram Alir A Sistem Software HEROIG

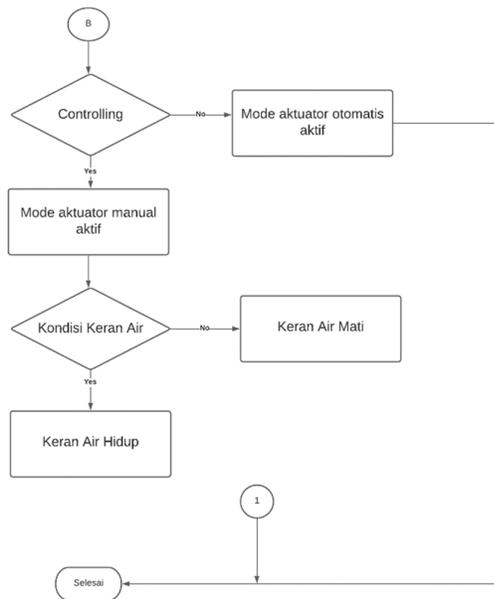


Diagram alir di atas merupakan operasi aplikasi yang terdapat menu untuk melakukan *login* dengan akun yang sudah teregistrasi dengan *device user*. Ketika *user* belum melakukan registrasi maka terlebih dahulu dapat membuat akun pada *register activity* dan kemudian *user* dapat masuk dalam main menu. Pada main menu terdapat beberapa menu utama yaitu menu untuk melakukan *monitoring* dan *controlling activity*. Pada sistem HEROIG *cloud server* yang digunakan adalah MySQL, yang merupakan *database management system* yang menggunakan bahasa SQL sebagai bahasa penghubung antara perangkat lunak aplikasi dengan *database server*. Perancangan pada sistem *database* dibuat *channel* sebagai tempat penyimpanan data hasil *sensing* mikrokontroler ataupun data hasil perintah pada aplikasi.

C. Perancangan Pengujian

Pengujian kinerja sistem ini terfokus pada *quality of service* dari sistem HEROIG khususnya *quality of service packet loss*. *Packet Loss* merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang tidak terkirim dalam suatu jaringan dengan menggunakan rumus dari *packet loss* adalah [12]:

Packet Loss

$$= \frac{\text{Paket data terkirim} - \text{paket data diterima}}{\text{paket data terkirim}} \times 100\%$$

Rancangan pengujian *packet loss* pada pengiriman hasil *sensing data sensor water flow* ke *cloud server* terbagi menjadi 2 parameter, yaitu dari parameter jarak dan waktu untuk melihat *packet loss* pada sistem HEROIG.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Koneksi Jaringan Hotspot

Pengujian *packet loss* dilakukan setelah pengujian *testing* koneksi jaringan hotspot dilakukan, hal ini dilakukan untuk mendapatkan parameter keberhasilan hotspot sebagai koneksi jaringan mikrokontroler untuk mengirimkan data pembacaan sensor ke *cloud server* seperti pada Gambar 4.8, dari jumlah paket data yang masuk dan lamanya pengambilan data

```

    Reply from 10.197.254.166: bytes=32 time=1ms TTL=64
    Reply from 10.197.254.166: bytes=32 time=10ms TTL=64
    Reply from 10.197.254.166: bytes=32 time=29ms TTL=64
    Reply from 10.197.254.166: bytes=32 time=3ms TTL=64
    Reply from 10.197.254.166: bytes=32 time=6ms TTL=64
    Reply from 10.197.254.166: bytes=32 time=24ms TTL=64
    Reply from 10.197.254.166: bytes=32 time=43ms TTL=64
    Reply from 10.197.254.166: bytes=32 time=1ms TTL=64
    Reply from 10.197.254.166: bytes=32 time=18ms TTL=64
    Reply from 10.197.254.166: bytes=32 time=38ms TTL=64
    
```

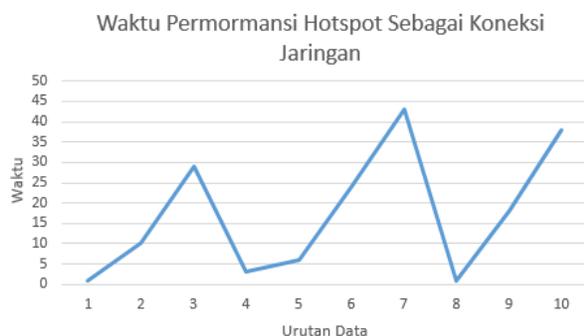
Gambar 4. 1 *Testing* Koneksi Jaringan Hotspot

cara melakukan *testing* koneksi jaringan hotspot dengan melakukan ping alamat IP yang pada *device smartphone* sehingga akan mendapatkan waktu performansi koneksi jaringan wifi pada *device*, dengan waktu rata-rata sekitar 1,73 ms atau 0,0173 detik yang diambil dari sampel 10 data di atas, berikut Tabel 4.1 menunjukkan sampel data testing yang kemudian diimplementasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.2.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Perormansi Hotspot Sebagai Koneksi Jaringan

Urutan Data	Waktu (ms)
1	1
2	10
3	29

4	3
5	6
6	24
7	43
8	1
9	18
10	38
Waktu rata-rata	17,3 ms



Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengujian Koneksi Jaringan Hotspot

B. Pengujian Packet Loss Parameter Waktu

739 1:20 L:minutes	27-Apr-2021 10:31:17	2021-04-27 03:31:17	LOW	OFF
740 5:00 L:minutes	27-Apr-2021 10:35:00	2021-04-27 03:35:00	LOW	OFF
741 14:40 L:minutes	27-Apr-2021 10:36:15	2021-04-27 03:36:15	NORMAL	ON
742 14:40 L:minutes	27-Apr-2021 10:37:22	2021-04-27 03:37:22	NORMAL	ON
743 2:00 L:minutes	27-Apr-2021 10:38:11	2021-04-27 03:38:11	LOW	ON
744 3:00 L:minutes	27-Apr-2021 10:38:21	2021-04-27 03:38:21	LOW	OFF
745 15:40 L:minutes	27-Apr-2021 13:37:05	2021-04-27 06:37:05	NORMAL	OFF
746 15:40 L:minutes	27-Apr-2021 13:50:45	2021-04-27 06:50:45	NORMAL	OFF
747 16:10 L:minutes	27-Apr-2021 13:12:11	2021-04-27 07:12:11	NORMAL	OFF
748 17:40 L:minutes	27-Apr-2021 14:34:21	2021-04-27 07:34:21	NORMAL	OFF
749 15:40 L:minutes	27-Apr-2021 14:50:54	2021-04-27 07:50:54	NORMAL	ON
750 15:40 L:minutes	27-Apr-2021 14:51:08	2021-04-27 07:51:08	NORMAL	ON
751 3:10 L:minutes	27-Apr-2021 14:51:26	2021-04-27 07:51:26	LOW	OFF
752 3:40 L:minutes	27-Apr-2021 14:52:07	2021-04-27 07:52:07	LOW	ON
753 14:40 L:minutes	27-Apr-2021 11:50:55	2021-04-27 14:50:55	NORMAL	OFF

Gambar 4. 3 Pengiriman Data Sensor

Pengujian pertama yaitu dengan parameter waktu yang dilakukan pengiriman data ke cloud server selama 1 menit seperti pada Gambar 4.9 dan didapatkan hasil packet loss 0,7% dalam kategori sangat bagus karena di bawah 3% dengan data yang terkirim 4095 data dan data yang hilang 28 sehingga packet loss dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Paket data terkirim} - \text{paket data diterima}}{\text{paket data terkirim}} \times 100\%$$

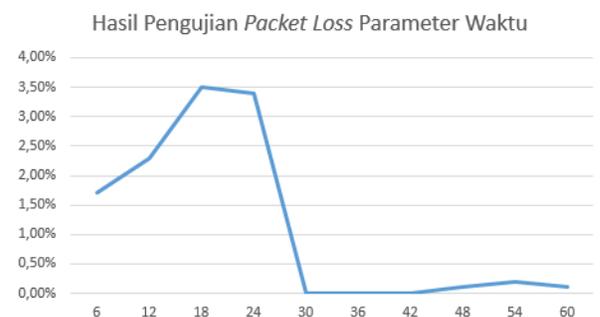
$$\text{Packet Loss} = \frac{4095 - 4067}{4095} \times 100\%$$

$$\text{Packet Loss} = 0,7\%$$

Kemudian pengujian parameter waktu selanjutnya adalah dengan melihat packet loss dalam waktu 6 detik sekali dalam waktu 1 menit. Hasil pengujian packet loss dari 10 data yang diambil setiap 6 detik sekali selama 1 menit memiliki nilai rata-rata packet loss 1,13% yang memiliki indeks sangat bagus, karena memiliki packet loss dalam range 0%-2,9% yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 dan diimplementasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.4.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Packet Loss Parameter Waktu

Waktu (detik)	Data Kirim	Data Terima	Packet Loss
6	120	118	1,7%
12	131	128	2,3%
18	143	138	3,5%
24	145	140	3,4%
30	149	149	0%
36	288	288	0%
42	461	461	0%
48	859	858	0,1%
54	1504	1502	0,2%
Rata-rata			1,13%



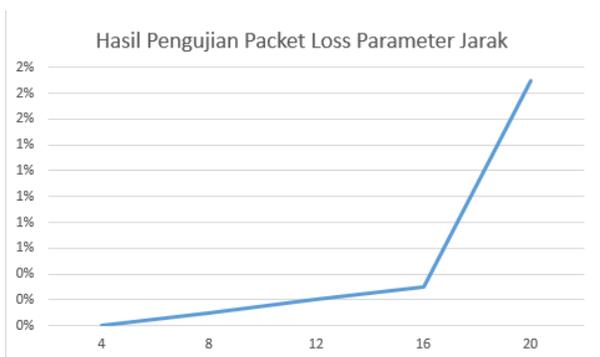
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Packet Loss Parameter Waktu

C. Pengujian Packet Loss Parameter Jarak

Pengujian packet loss parameter jarak ketika kondisi hotspot atau sumber koneksi dalam jarak 4 meter, 8 meter, 12 meter dan 16 meter dari mikrokontroler dalam waktu 1 menit, berikut hasil pengujian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 dan diimplementasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.5.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian *Packet Loss* Parameter Jarak

Jarak (meter)	Data Kirim	Data Terima	<i>Packet Loss</i>
4	3667	3667	0%
8	3209	3206	0,1%
12	2946	2941	0,2%
16	666	664	0,3%
20	2351	2307	1,9%
Rata-rata			0,5%



Gambar 4. 5 Grafik Pengujian *Packet Loss* Parameter Jarak

Dari hasil pengujian dapat diketahui nilai *packet loss* dengan dua parameter pengujian yaitu waktu dan jarak antara hotspot wifi dengan mikrokontroler selama satu menit. Hasil pengujian parameter waktu memiliki nilai *packet loss* yang sangat bagus dengan nilai rata-rata *packet loss* 1,3%, sesuai dengan teori dasar *range* nilai *packet loss* kategori sangat bagus, kemudian hasil pengujian *packet loss* parameter jarak memiliki nilai rata-rata *packet loss* 0,5% dalam kategori indeks sangat bagus. *Packet loss* ini disebabkan faktor *floating* yang mempengaruhi konversi pada mikrokontroler dan faktor *noise* saat pengiriman dan penerimaan data di titik pemasangan mikrokontroler untuk mengakses koneksi jaringan internet

D. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian terkait *quality of service* pada sistem didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pemantauan debit air pada rumah berbasis *Internet of Things* (IoT) telah berhasil dikembangkan untuk melakukan *monitoring* dan *controlling activity*
2. *Quality of services* merupakan parameter penting untuk menentukan kualitas sistem yang berbasis *Internet of Things* (IoT)

3. Hasil pengujian *packet loss* sistem HEROIG dalam indeks sangat bagus dengan *packet loss* 1,13% untuk parameter waktu dan *packet loss* 0,5% untuk parameter jarak.

REFERENSI

- [1] S. Madonna, "EFISIENSI ENERGI MELALUI PENGHEMATAN PENGGUNAAN AIR (Studi Kasus: Institusi Pendidikan Tinggi Universitas Bakrie)," *J. Tek. Sipil*, vol. 12, no. 4, 2016, doi: 10.24002/jts.v12i4.635.
- [2] A. Ester Suoth, "Pola Konsumsi Air Pada Perumahan Teratur: Studi Kasus Konsumsi Air Di Perumahan Griya Serpong Tangerang Selatan," *J. Ecolab*, vol. 12, no. 2, pp. 62–70, 2018, doi: 10.20886/jklh.2018.12.2.62-70.
- [3] H. Shull, "SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266," *Science (80-.)*, vol. 195, no. 4279, p. 639, 1977, [Online]. Available: <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/JIT/article/view/661>.
- [4] N. Hidayati, L. Dewi, M. F. Rohmah, and S. Zahara, "Prototype Smart Home Dengan Modul NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT)," *Tek. Inform. Univ. Islam Majapahit*, pp. 1–9, 2018.
- [5] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
- [6] S. J. Sokop, D. J. Mamahit, and S. Sompie, "Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 5, no. 3, pp. 13–23, 2016.
- [7] R. Chen, W. Zhai, and Y. Qi, "Mechanism and technique of friction control by applying electric voltage. (II) Effects of

- applied voltage on friction,” *Mocaxue Xuebao/Tribology*, vol. 16, no. 3, pp. 235–238, 1996.
- [8] A. Satriadi, Wahyudi, and Y. Christiyono, “Perancangan Home Automation Berbasis NodeMCU,” *Transient*, vol. 8, no. 1, pp. 64–71, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/22648>.
- [9] M. Fajar Wicaksono, “Implementasi Modul Wifi Nodemcu Esp8266 Untuk Smart Home,” *J. Tek. Komput. Unikom-Komputika*, vol. 6, no. 1, pp. 9–14, 2017.
- [10] R. E. Standsyah, “Rancangan Sistem Pengadministrasian,” *J. UJMC, Vol. 3, Nomor 2, Hal. 38 - 44*, vol. 3, pp. 38–44, 2017, [Online]. Available: <http://ejournal.unisda.ac.id/index.php/ujmc/article/download/467/251/>.
- [11] B. Sugiantoro and Y. B. Mahardhika, “ANALISIS QUALITY OF SERVICE JARINGAN WIRELESS SUKANET WiFi DI FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN SUNAN KALIJAGA,” *J. Tek. Inform.*, vol. 10, no. 2, pp. 191–201, 2018, doi: 10.15408/jti.v10i2.7027.
- [12] F. R. Rivai, I. R. M. M. T, and U. S. S. T, “ANALISIS DAN IMPLEMENTASI PROTOTIPE PENGATUR KELEMBABAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) PADA PENYIMPANAN SAYUR Analysis and Implementation Prototype of Controlling Humidity based Internet of Things (IoT) on Vegetable Storage,” vol. 5, no. 3, pp. 4366–4373, 2018.
- [13] P. T. Mahmud, “Sniffing Jaringan Menggunakan Wireshark,” pp. 5–8, 2020, doi: 10.31219/osf.io/h5wu7.

Perancangan Sistem *Monitoring* dan Kontrol Daya Berbasis *Internet Of Things*

Amir Shodiq¹, Syamsyarief Baqaruzi¹, Ali Muhtar¹

¹ Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Sumatera

Email: amir.13117015@student.itera.ac.id, syamsyarief.baqaruzi@el.itera.ac.id, ali.muhtar@el.itera.ac.id

ABSTRACT

Electrical energy is a form of energy that comes from a current source which is usually expressed in Watt hour. The energy used by electrical equipment is the rate at which energy (power) is used for the time the equipment is used. To save the electric power used, consumers must know the electricity consumption every day. To limit usage and estimate electricity usage, therefore consumers must be able to monitor and control the consumption of electric power with a system that is easy and not confusing. One of the current technologies that make monitoring easier is an IoT-based system. PEMoS is a tool designed to monitor and control the consumption of electric power. The device used is equipped with a voltage and current sensor that can read the voltage and current in real time with the NodeMCU communication to send data to the user using the internet network. PEMoS has two parts, namely client and server that communicate wirelessly. The data read by the sensor must first be received by the server before being sent to the cloud server. PEMoS also has an android application which is used to control the client and monitor the electrical power sourced from PLN. After testing the tool, an error value of 1.60% on the voltage sensor reading is obtained, which is still within tolerance limits. For current sensor testing, an error of... In the communication between the client and the server, there is a delay in sending data for ± 6 .

Keywords : *client, server, power, voltage, current, IoT.*

INTISARI

Energi listrik merupakan suatu bentuk energi yang berasal dari sumber arus yang biasanya dinyatakan dalam Watt *hour*. Energi yang digunakan oleh peralatan listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) selama peralatan tersebut digunakan. Untuk menghemat daya listrik yang terpakai maka konsumen harus mengetahui pemakaian listrik tiap harinya. Untuk memberi batasan pemakaian dan memperkirakan pemakaian listrik, maka dari itu konsumen harus dapat *memonitoring* dan mengontrol pemakaian daya listrik dengan sistem yang memudahkan dan tidak membingungkan. Salah satu teknologi saat ini yang memudahkan untuk *memonitoring* adalah sistem yang berbasis IoT. PEMoS merupakan alat yang dirancang untuk *memonitoring* serta mengontrol pemakaian daya listrik. Perangkat yang digunakan dilengkapi dengan sensor tegangan dan arus yang dapat membaca tegangan dan arus secara *realtime* dengan komunikasi NodeMCU untuk mengirimkan data ke *user* menggunakan jaringan internet. PEMoS memiliki dua bagian yaitu *client* dan *server* yang berkomunikasi secara *wireless*. Data yang dibaca oleh sensor harus terlebih dahulu diterima oleh *server* sebelum dikirimkan ke *cloud server*. PEMoS juga memiliki aplikasi android yang digunakan untuk mengontrol *client* dan *memonitoring* daya listrik yang bersumber dari PLN. Setelah dilakukan pengujian pada alat, didapatkan nilai galat pada pembacaan sensor tegangan sebesar 1.60% dimana itu masih dalam batas toleransi. Untuk pengujian sensor arus didapatkan galat sebesar 9.93%. Pada komunikasi antara *client* dan *server* terdapat keterlambatan pengiriman data selama ± 6 s.

Kata kunci: *client, server, daya, tegangan, arus, IoT*

I. PENDAHULUAN

Power and Energi *Monitoring* System (PEMoS) ini merupakan alat yang dirancang untuk dapat mengetahui besar tegangan masuk dari PLN yang digunakan dalam rumah tangga, tidak hanya itu alat ini juga dapat mengetahui arus dan beban yang

digunakan pada rumah tangga. Sistem dari alat ini adalah *memonitoring* arus yang melewati setiap terminal (jalur) yang diinginkan, ketika arus pada rangkaian diketahui dan tegangan *input* diketahui juga nilai daya nyata akan dapat dihitung langsung pada sistem yang telah dibuat. Alat ini dapat dikontrol menggunakan smartphone dari jarak jauh karena alat

ini sudah dirancang menggunakan sistem IoT, untuk mengontrol dan *memonitoring* harus menggunakan internet karena komunikasi dari sistem ini menggunakan internet dalam mengirim datanya. Ketika arus yang ditentukan pada setiap jalur melebihi kapasitas yang telah ditetapkan maka jalur tersebut akan otomatis terputus atau mati, tetapi ketika jalur tersebut nilai arus dan beban kembali normal maka jalur tersebut akan kembali mengalirkan arus.

Energi listrik merupakan suatu bentuk energi yang berasal dari sumber arus yang biasanya dinyatakan dalam Watt hour. Energi yang digunakan oleh peralatan listrik merupakan laju penggunaan energi (daya) selama peralatan tersebut digunakan. Daya merupakan energi yang diperlukan untuk melakukan usaha/kerja. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam Watt. Sedangkan daya sebenarnya yang dikonsumsi oleh beban atau suatu peralatan listrik adalah daya nyata (P) yang dinyatakan dalam watt [1]. Untuk menghemat daya listrik yang terpakai maka konsumen harus mengetahui pemakaian listrik tiap harinya, hal ini untuk memberi batasan pemakaian daya listrik agar nantinya dapat memperkirakan pemakaian perharinya, maka dari itu konsumen harus dapat *memonitoring* dan mengontrol pemakaian daya listrik dengan sistem yang memudahkan dan tidak membingungkan.

Sistem *monitoring* konsumsi daya listrik dirancang untuk memperoleh data yang berkaitan dengan pengukuran parameter listrik antara lain arus, tegangan, dan daya secara real time. Pengukuran parameter daya listrik biasanya dilakukan dengan menggunakan instrumentasi sederhana dan proses pendataan secara manual menggunakan sebuah multimeter, sehingga data yang didapat tidak bisa diperoleh setiap saat dan hasilnya terlalu lama untuk didapatkan. Seiring dengan berkembangnya konsep Internet of Things (IoT), aplikasi Android dapat digunakan untuk menampilkan parameter daya listrik khususnya peralatan elektronika. Seperti penggunaan modem Andromax M2Y yang dimanfaatkan sebagai media untuk sistem kontrol dan *monitoring* perangkat listrik berbasis jaringan *wireless* [2]. Sistem serupa juga telah dibuat dengan memanfaatkan aplikasi IoT pihak ketiga.

Internet of Things (IoT) mengacu pada penggunaan teknologi informasi, konektivitas jaringan internet dan sensor yang memungkinkan perangkat yang bukan komputer untuk dapat terhubung satu sama lain melalui jaringan internet. Perangkat ini dapat

menghasilkan data, mengirim, menerima, mengumpulkan dan saling tukar menukar data. IoT dapat dimanfaatkan untuk mendukung sistem *Monitoring* daya listrik [3].

Dari sisi perangkat keras, sistem ini dapat dirancang menggunakan sensor tegangan, sensor arus, LCD, mikrokontroler, modul WiFi, komputer, dan smartphone. Sistem *monitoring* berbasis IoT juga dapat diterapkan untuk rumah pintar (smart home). Sistem ini diimplementasikan menggunakan protokol komunikasi seperti WSN dan *Power Line Communication* (PLC). Sistem kontrol perangkat listrik rumah bekerja dengan cara mengirim data dari perangkat yang dikontrol melalui jaringan internet pada smartphone. Seperti mikrokontroler NodeMCU yang digunakan untuk mengontrol kondisi on-off peralatan listrik serta dapat juga mengirim data daya ke *database server*.

II. LANDASAN TEORI

A. *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things atau sering disebut IoT adalah sebuah gagasan dimana semua benda di dunia nyata dapat berkomunikasi satu dengan yang lain sebagai bagian dari satu kesatuan sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung. misalnya CCTV yang terpasang di sepanjang jalan dihubungkan dengan koneksi internet dan disatukan di ruang kontrol yang jaraknya mungkin puluhan kilometer. atau sebuah rumah cerdas yang dapat dimanage lewat *smartphone* dengan bantuan koneksi internet. Pada dasarnya perangkat IoT terdiri dari sensor sebagai media pengumpul data, sambungan internet sebagai media komunikasi dan *server* sebagai pengumpul informasi yang diterima sensor dan untuk Analisa [4].

Ide awal *Internet of Things* pertama kali dimunculkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 dimana benda-benda di sekitar kita dapat berkomunikasi antara satu sama lain melalui sebuah jaringan seperti internet. Berawal dari *Auto-ID Center*, teknologi yang berbasis pada *Radio Frequency Identification* (RFID) yang merupakan identifikasi kode produk elektronik yang bersifat unik ini kemudian berkembang menjadi teknologi bahwa pada setiap benda dapat memiliki alamat *Internet Protocol* (IP). Dengan semakin berkembangnya infrastruktur internet, maka kita menuju babak berikutnya, di mana bukan hanya *smartphone* atau komputer saja yang dapat terkoneksi dengan internet. Namun berbagai macam benda nyata akan terkoneksi dengan internet.

Saat ini milyaran orang saling terhubung melalui jaringan internet, mereka saling bertukar pengetahuan, hiburan, dan lain-lain melintasi kota dan negara bahkan benua. Internet telah menghubungkan orang di seluruh dunia [5].

B. *Wireless Sensor Network (WSN)*

Dalam perkembangannya, bukan hanya manusia yang butuh koneksi dengan jaringan komputer, namun juga perangkat fisik seperti sensor butuh untuk terhubung dalam jaringan untuk melakukan *telemonitoring* parameter fisik pada lingkungan sampai dengan proses pengendalian. *Wireless Sensor Network (WSN)* terdiri dari node individu yang mampu berinteraksi dengan lingkungan mereka dengan merasakan atau mengendalikan parameter fisik. Node ini harus bekerja sama untuk memenuhi tugas-tugas mereka, dan mereka menggunakan komunikasi nirkabel (tanpa kabel) untuk memungkinkan kolaborasi ini. Mikrokontroler berfungsi untuk melakukan fungsi perhitungan, mengontrol dan memproses *device-device* yang terhubung. *Power supply* berfungsi sebagai sumber energi bagi sistem *wireless* sensor secara keseluruhan. Memori eksternal berfungsi sebagai tambahan memori bagi sistem *wireless* sensor. Sensor berfungsi untuk men-sensing besaran-besaran fisik yang hendak diukur dan mengubah besaran yang diukur menjadi energi listrik yang kemudian diolah oleh *Analog to Digital Converter (ADC)* menjadi deretan pulsa terkuantisasi yang bisa dibaca dan diproses oleh mikrokontroler [6].

C. *Mikrokontroler*

Mikrokontroler adalah suatu chip berupa IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal *input*, mengolahnya dan memberikan sinyal *output* sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal *input* mikrokontroler berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal *output* ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana mikrokontroler dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Mikrokontroler pada dasarnya adalah komputer dalam satu *chip*, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur *Input/Output (I/O)* dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada mikrokontroler lebih rendah jika dibandingkan dengan

PC. Pada PC kecepatan mikroprosesor yang digunakan saat ini telah mencapai orde GHz, sedangkan kecepatan operasi mikrokontroler pada umumnya berkisar antara 1–16 MHz. Begitu juga kapasitas RAM dan ROM pada PC yang bisa mencapai orde Gbyte, dibandingkan dengan mikrokontroler yang hanya berkisar pada orde byte/Kbyte. Meskipun kecepatan pengolahan data dan kapasitas memori pada mikrokontroler jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan komputer personal, namun kemampuan mikrokontroler sudah cukup untuk dapat digunakan pada banyak aplikasi terutama karena ukurannya yang kompak. Mikrokontroler sering digunakan pada sistem yang tidak terlalu kompleks dan tidak memerlukan kemampuan komputasi yang tinggi.

Sistem yang menggunakan mikrokontroler sering disebut sebagai *embedded system* atau *dedicated system*. *Embedded system* adalah sistem pengendali yang tertanam pada suatu produk, sedangkan *dedicated system* adalah sistem pengendali yang dimaksudkan hanya untuk suatu fungsi tertentu. Sebagai contoh, printer adalah suatu *embedded system* karena di dalamnya terdapat mikrokontroler sebagai pengendali dan juga *dedicated system* karena fungsi pengendali tersebut berfungsi hanya untuk menerima data dan mencetaknya. Hal ini berbeda dengan suatu PC yang dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan, sehingga mikroprosesor pada PC sering disebut sebagai *general purpose microprocessor* (mikroprosesor serba guna). Pada PC berbagai macam *software* yang disimpan pada media penyimpanan dapat dijalankan, tidak seperti mikrokontroler hanya terdapat satu *software* aplikasi.

Penggunaan mikrokontroler antara lain terdapat pada bidang-bidang berikut ini.

1. Otomotif : *Engine Control Unit, Air Bag, fuel control, Antilock Braking System*, sistem pengaman alarm, transmisi otomatis, hiburan, pengkondisi udara, speedometer dan odometer, navigasi, suspensi aktif.
2. Perlengkapan rumah tangga dan perkantoran : sistem pengaman alarm, *remote control*, mesin cuci, *microwave*, pengkondisi udara, timbangan digital, mesin *photocopy*, printer, *mouse*.
3. Pengendali peralatan di industri.
4. Robotika

Saat ini mikrokontroler 8bit masih menjadi jenis mikrokontroler yang paling populer dan paling banyak digunakan. Maksud dari mikrokontroler 8bit adalah

data yang dapat diproses dalam satu waktu adalah 8 bit, jika data yang diproses lebih besar dari 8bit maka akan dibagi menjadi beberapa bagian data yang masing-masing terdiri dari 8 bit. Masing-masing mikrokontroler mempunyai cara dan bahasa pemrograman yang berbeda, sehingga program untuk suatu jenis mikrokontroler tidak dapat dijalankan pada jenis mikrokontroler lain. Untuk memilih jenis mikrokontroler yang cocok dengan aplikasi yang dibuat terdapat tiga kriteria yaitu:

1. Dapat memenuhi kebutuhan secara efektif & efisien. Hal ini menyangkut kecepatan, kemasan/packaging, konsumsi daya, jumlah RAM dan ROM, jumlah I/O dan timer, harga per unit.
2. Bahasa pemrograman yang tersedia.
3. Kemudahan dalam mendapatkannya.

Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi dan komputer *mainframe*, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer akan menghasilkan output spesifik berdasarkan *input* yang diterima dan program yang dikerjakan. Seperti umumnya komputer, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang *programmer*. Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan jalinan yang panjang dari aksi-aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh *programmer*.

Mikrokontroler tersusun dalam satu chip dimana prosesor, memori, dan I/O terintegrasi menjadi satu kesatuan kontrol sistem sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai komputer mini yang dapat bekerja secara inovatif sesuai dengan kebutuhan sistem. Sistem *running* bersifat berdiri sendiri tanpa tergantung dengan komputer sedangkan parameter komputer hanya digunakan untuk *download* perintah instruksi atau program. Langkah-langkah untuk *download* komputer dengan mikrokontroler sangat mudah digunakan karena tidak menggunakan banyak perintah. Pada mikrokontroler tersedia fasilitas tambahan untuk pengembangan memori dan I/O yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Harga untuk memperoleh alat ini lebih murah dan mudah didapat.

D. NodeMCU ESP 8266

ESP 8266 adalah sebuah chip yang sudah lengkap dimana didalamnya sudah termasuk processor, memori dan juga akses ke GPIO. Hal ini menyebabkan ESP8266 dapat secara langsung menggantikan Arduino dan ditambah lagi dengan kemampuannya untuk mensupport koneksi wifi secara langsung. IoT (*Internet of Things*) semakin berkembang seiring dengan perkembangan mikrokontroler, module yang berbasis Ethernet maupun wifi semakin banyak dan beragam dimulai dari *Wiznet*, *Ethernet shield* hingga yang terbaru adalah Wifi module yang dikenal dengan ESP8266. Ada beberapa jenis ESP8266 yang dapat ditemui dipasaran, namun yang paling mudah didapatkan di Indonesia adalah type ESP-01, 07, dan 12 dengan fungsi yang sama perbedaannya terletak pada GPIO pin yang disediakan [7].

Tegangan kerja ESP-8266 adalah sebesar 3.3V, sehingga untuk penggunaan mikrokontroler tambahannya dapat menggunakan *board* arduino yang memiliki fasilitas tegangan sumber 3.3V, akan tetapi akan lebih baik jika membuat secara terpisah level shifter untuk komunikasi dan sumber tegangan untuk wifi module ini. Karena wifi module ini dilengkapi dengan Mikrokontroler dan GPIO sehingga banyak orang yang mengembangkan firmware untuk dapat menggunakan module ini tanpa perangkat mikrokontroler tambahan. *Firmware* yang digunakan agar wifi module ini dapat bekerja standalone.

Istilah NodeMCU sebenarnya mengacu pada *firmware* yang digunakan daripada perangkat keras development kit. NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board Arduino-nya ESP8266. NodeMCU telah menggabungkan ESP8266 ke dalam sebuah board yang kompak dengan berbagai fungsi layaknya mikrokontroler ditambah juga dengan kemampuan akses terhadap Wifi juga chip komunikasi USB to Serial sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan ekstensi kabel data mikro USB. Secara umum ada tiga produsen NodeMCU yang produknya kini beredar di pasaran: Amica, DOIT, dan Lolin/WeMos. Dengan beberapa varian board yang diproduksi yakni V1, V2 dan V3. Generasi kedua atau V2 adalah pengembangan dari versi sebelumnya (V1), dengan chip yang ditingkatkan dari sebelumnya ESP-12 menjadi ESP-12E dan IC USB to Serial diubah dari CHG340 menjadi CP2102 [8].

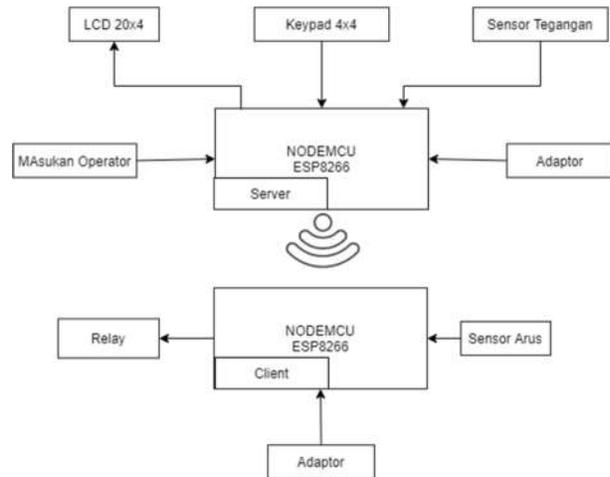
E. MySQL

MySQL adalah Sebuah program *database server* yang mampu menerima dan mengirimkan datanya sangat cepat, multi user serta menggunakan perintah dasar SQL (*Structured Query Language*). MySQL merupakan dua bentuk lisensi, yaitu *Free Software* dan *Shareware*. MySQL Merupakan sebuah *database server* yang *free*, artinya kita bebas menggunakan *database* ini untuk keperluan pribadi atau usaha tanpa harus membeli atau membayar lisensinya. MySQL pertama kali dirintis oleh seorang programmer *database* bernama Michael Widenius. Selain *database server*, MySQL juga merupakan program yang dapat mengakses suatu *database* MySQL yang berposisi sebagai *server*, yang berarti program kita berposisi sebagai *client*. Jadi MySQL adalah sebuah *database* yang dapat digunakan sebagai *client* maupun *server*. *Database* MySQL merupakan suatu perangkat lunak *database* yang berbentuk *database* relasional atau disebut *Relational Database Management System* (RDBMS) yang menggunakan suatu bahasa permintaan yang bernama SQL (*Structured Query Language*) [8]

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem Hardware

Perangkat utama yang digunakan terdiri atas subsistem akuisisi data, subsistem kendali (kontrol), dan subsistem antarmuka (*interface*). Ketiga subsistem tersebut terpisah masing-masing berdasarkan letaknya. Subsistem akuisisi data digunakan untuk pembacaan sensor yang digunakan. Pada subsistem kontrol digunakan untuk mengontrol dan melakukan pembacaan data. Sedangkan pada subsistem antarmuka digunakan untuk menampilkan data yang telah dibaca melalui subsistem kontrol. Dalam subsistem kontrol pengguna akan menerima informasi dari arus dan tegangan pembacaan serta daya yang terbaca secara *real-time*.



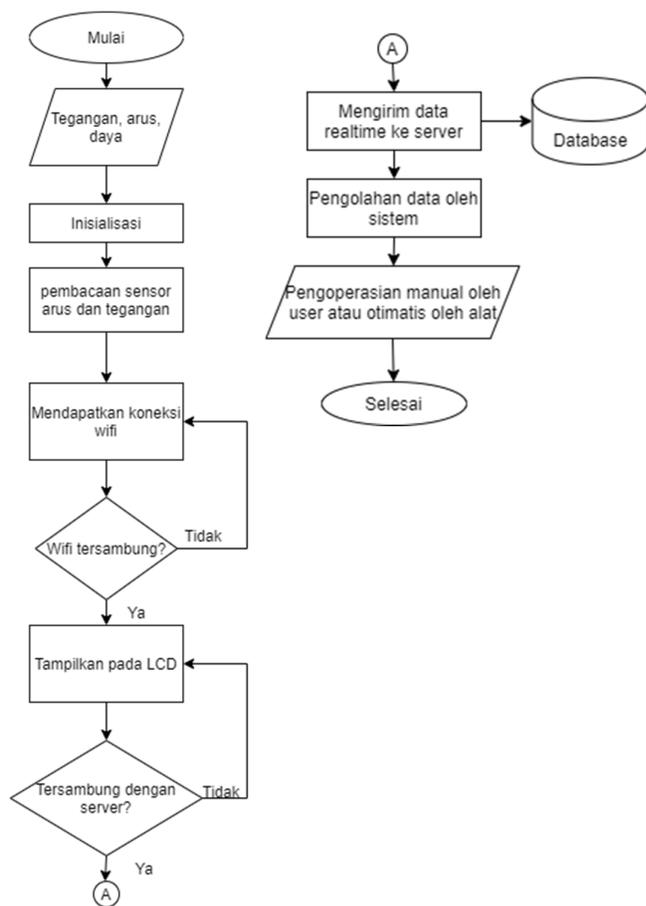
Gambar 3. 1 Blog diagram sistem PEMoS

Pada blog diagram diatas dapat dilihat terdapat dua komponen penting yaitu *server* dan *client*, dimana data yang terbaca oleh *client* akan dikirimkan ke *server* terlebih dahulu kemudian akan diteruskan atau dikirimkan ke *cloud server*. Pada *client* terdapat sensor arus dan *relay* yang berfungsi sebagai saklar elektrik untuk menghidupkan ataupun mematikan sumber tegangan pada *client* tersebut.

Komponen pada subsistem ini adalah ESP8266 yang berfungsi sebagai komunikasi *hardware* dengan jaringan internet atau *database*. Pada perancangan ini sistem akan dapat mengirim hasil sensing mikrokontroler menuju *database* dan dapat mengunduh data yang terdapat pada *database*.

B. Perancangan Sistem Software

Pada tahap perancangan, penulis menentukan sistem alat dan aplikasi. Kemudian menentukan komponen yang dibutuhkan serta skema pemasangan tiap komponen. Perancangan alat ini dapat dilakukan dengan melakukan pengujian pengiriman data ke *database* terlebih dahulu, untuk implementasi pertama kita menggunakan sebuah localhost untuk mengirimkan datanya dan menyimpan menggunakan *database* MySQL. Kemudian setelah data yang diinginkan dapat dikirimkan ke *database* maka data tersebut dapat dikonversi ke daya dan energi. Data yang telah disimpan di *database* dapat diambil dan ditampilkan pada aplikasi android.



Informasi yang disampaikan dalam antarmuka tersebut berupa kontrol, *monitoring* yang berisi informasi tegangan, arus, dan daya, pada biaya kita dapat melihat biaya dari pemakaian listrik, dan pada riwayat kita dapat mengetahui Riwayat pemakaian listrik sebelumnya.

Pada aplikasi dapat menampilkan beban daya, biaya listrik, dan pengontrol yang menjadi fitur utama dari alat kami, selain itu aplikasi ini juga memiliki fitur login yang berguna untuk pemakai alat ini secara bersamaan, agar alat ini tidak dikendalikan banyak orang pada setiap alatnya.

C. Perancangan Pengujian

Pada sistem PEMoS pengujian yang dilakukan yaitu pembacaan tegangan dan arus pada listrik yang bersumber dari PLN. Sistem PEMoS memiliki dua bagian yaitu *clinet* dan *server*, dimana kedua bagian ini saling berkomunikasi mengirimkan data secara *wireless*, tetapi untuk *server* berkomunikasi juga dengan *cloud server* agar data yang terbaca dapat dilihat kembali dilain waktu.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Akurasi Sensor

1. Hasil Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B

Pengujian ini dilakukan kalibrasi terlebih dahulu untuk melakukan proses pengecekan alat ukur agar mendapatkan akurasi dengan membandingkan standar alat ukur. Pada pengujian tegangan ini dilakukan kalibrasi dengan membandingkan hasil dari pengujian terhadap hasil pengukuran dengan menggunakan multimeter. Kalibrasi yang dilakukan pada sensor tegangan ini diperoleh dari percobaan yang nantinya hasilnya dibandingkan dengan pembacaan pada multimeter. Data pengujian sensor tegangan diperoleh dari penggunaan sensor ZMPT101B VS01 dengan menggunakan regulator tegangan yang divariasikan dari nilai 0 – 240 Volt Dari pengujian tersebut diperoleh hasil terbaik yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

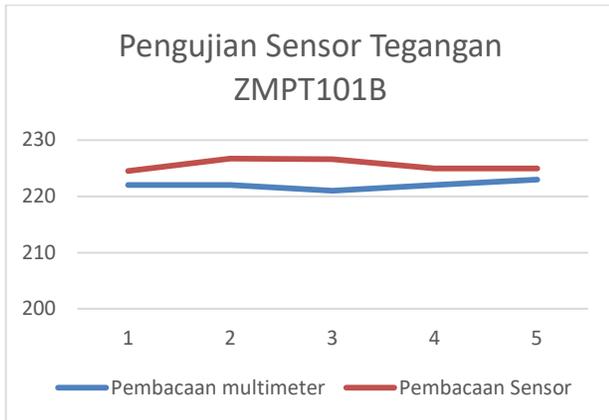
Tabel 4. 1 Hasil pengujian sensor tegangan

Pengujian Ke-	Pembacaan Multimeter	Pembacaan Sensor	Selisih	Galat (%)
1	222	224.5	2.5	1.13
2	222	226.7	4.7	2.12
3	221	226.6	5.6	2.52
4	222	225.0	3.0	1.35
5	223	225.0	2.0	0.90
Rata-rata	222	225.56	3.56	1.6

Galat

$$= \left| \frac{\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Sensor}}{\text{Hasil Pengukuran}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Rata - rata} = \sum \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$



Gambar 4. 1 Grafik perbandingan pembacaan sensor dengan pembacaan pada multimeter

Dari hasil pengujian sensor tegangan menunjukkan bahwa galat yang didapatkan sebesar 1.60 %, yang artinya masih dalam batas toleransi karena dalam pengukuran sensor tegangan tidak selamanya akurat mengingat dari prinsip kerja dari karakteristik sensor itu sendiri.

2. Pengujian Sensor Arus ACS712

Pengujian sensor arus ACS712 Data pengujian arus diperoleh dengan memvariasikan beban listrik sehingga diperoleh arus pada rentang 0 – 2 A. Rincian pengujian sensor arus ACS712 dilakukan dengan pengukuran arus dengan multimeter digital. Hasil perincian data pengukuran sensor ACS712 terdapat pada gambar 4.2

Tabel 4. 2 Hasil pengujian sensor tarus ACS712

Alat yang diuji	Pembacaan Multimeter	Pembacaan Sensor	Selisih	Galat (%)
Setrika	1.570	1.480	0.090	5.730
Kipas	0.220	0.200	0.020	9.090
Charger	0.290	0.260	0.030	10.240
Rice cooker	1.360	1.500	0.140	10.290
Lampu 3W	0.014	0.016	0.002	14.290
Rata-rata				9.930

$$\text{Galat} = \left| \frac{\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Sensor}}{\text{Hasil Pengukuran}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{\sum x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

Dari hasil pengujian sensor *water flow* menunjukkan bahwa galat yang didapatkan sebesar 4,40 %, yang artinya masih dalam batas toleransi karena dalam pengukuran sensor *water flow* tidak selamanya akurat mengingat dari prinsip kerja dari karakteristik sensor itu sendiri.

3. Pengujian Aktuator

Pada pengujian aktuator ini yaitu menghitung *delay* waktu merespon kontrol dari aplikasi, kontrol dari aplikasi akan diterima terlebih dahulu oleh *server* kemudian akan dikirimkan pada *client*. Aktuator yang digunakan adalah. Aktuator yang digunakan adalah *relay* yang digunakan sebagai saklar elektrik pada setiap *client*.

Tabel 4. 3 Pengujian aktuator terhadap waktu *delay*

Pengjian Ke-	Client ke-	Delay pada server	Delay pada client
1	1	1.00 s	6.20 s
	2	1.00 s	11.35 s
	3	1.00 s	15.68 s
	4	1.00 s	21.20 s
2	1	1.00 s	6.40 s
	2	1.00 s	12.20 s
	3	1.00 s	16.30 s
	4	1.00 s	22.10 s
3	1	1.00 s	6.20 s
	2	1.00 s	11.80 s
	3	1.00 s	16.10 s
	4	1.00 s	21.90 s
4	1	1.00 s	6.60 s
	2	1.00 s	12.40 s
	3	1.00 s	16.80 s
	4	1.00 s	22.00 s
5	1	1.00 s	6.40 s
	2	1.00 s	12.30 s
	3	1.00 s	16.20 s
	4	1.00 s	22.30 s

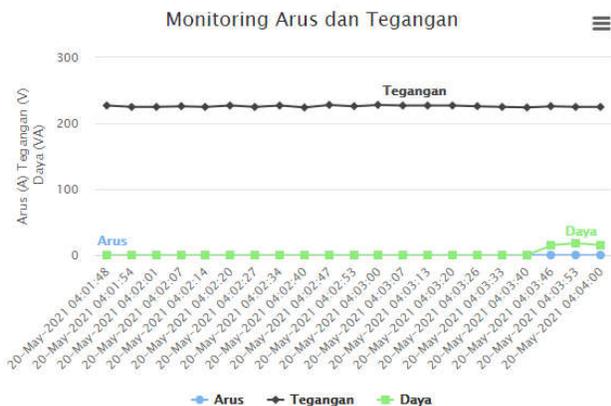
Hasil dari pengujian ini didapatkan nilai *delay* pada *server* memiliki nilai yang sangat kecil, tetapi nilai *delay* pada *client* memiliki nilai lebih besar, hal ini terjadi karena komunikasi antara *server* dan *client* yang membutuhkan waktu sekitar 6 s setiap pengiriman data dan pada saat pengiriman data tidak dapat terjadi secara

bersamaan. Semakin banyak *client* yang digunakan maka nilai *delay* juga akan semakin besar.

B. Komunikasi Data

1. Penerimaan data tegangan dan arus

Data tegangan dan arus yang diterima *database* dari pembacaan tegangan listrik PLN. Data selengkapnya penerimaan pembacaan sensor tegangan dan arus ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 2 Grafik data tegangan dan arus

2. Penerimaan data kontrol

Data arus yang diterima thingspeak merupakan data arus yang diperoleh dari penguran arus pembangkitan dari turbin angin. Data arus pembangkitan ditunjukkan pada gambar 4.7.

+ Opsi		id	no	nama	client
<input type="checkbox"/>	Ubah Salin Hapus	1	1	Client-1	0
<input type="checkbox"/>	Ubah Salin Hapus	5	2	Client-2	0
<input type="checkbox"/>	Ubah Salin Hapus	6	3	Client-3	1
<input type="checkbox"/>	Ubah Salin Hapus	7	4	Client-4	1

Gambar 4.7 Data kontrol yang terkirim ke *database*

V. KESIMPULAN

1. Sistem Monitoring dan kontrol tegangan, arus dan daya listrik pada rumah berbasis IoT dapat dirancang dan digunakan.

2. Pembacaan akuisisi data sensor pada sistem PEMoS telah berhasil disimpan pada *database*.

3. Pembacaan daya yang telah dilakukan mendekati hasil yang akurat.

REFERENSI

[1] S. Suryaningsih, S. Hidayat, and F. Abid, "Rancang Bangun Alat Pemantau Penggunaan Energi Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet," no. June 2017, pp. SNF2016-ERE-87-SNF2016-ERE-90, 2016, doi: 10.21009/0305020617.

[2] T. D. Hendrawati, Y. D. Wicaksono, and E. Andika, "Internet of Things: Sistem Kontrol-Monitoring Daya Perangkat Elektronika," *JTERA (Jurnal Teknol. Rekayasa)*, vol. 3, no. 2, p. 177, 2018, doi: 10.31544/jtera.v3.i2.2018.177-184.

[3] B. Prayitno, "Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things," *Petir*, vol. 12, no. 1, pp. 72–80, 2019, doi: 10.33322/petir.v12i1.333.

[4] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.

[5] Tashia, "Dari Internet Of Thing Menuju Smart City dan Smart People," 2015. <https://aptika.kominfo.go.id/2015/12/dari-internet-of-thing-menuju-smart-city-dan-smart-people/> (accessed May 20, 2021).

[6] I. G. P. M. Eka Putra, I. A. D. Giriantari, and L. Jasa, "Monitoring Penggunaan Daya listrik Sebagai Implementasi Internet of Things Berbasis Wireless Sensor Network," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 3, p. 50, 2017, doi: 10.24843/mite.2017.v16i03p09.

[7] H. Shull, "SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266," *Science (80-.)*, vol. 195, no. 4279, p. 639, 1977, [Online]. Available: <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/JIT/article/view/661>.

- [8] L. S. Pamungkas and N. Damastuti, “1,2 1 , 2,”
vol. IV, pp. 46–53, 2018.

Rancang Bangun Sistem Komunikasi Data Perangkat Virtual Reality Berbasis Modul Komunikasi *Wireless* *Bluetooth Hc-06*

M Rizki Ramadhan¹ Christopher¹ Inda Dwi Ramadhani¹ Rheyuniarto Sahlendar A. S.T., M.T.¹ Swadexi Istiqphara S.T., M.T.¹

¹Institut Teknologi Sumatera

Email : *Rizkiramal221@gmail.com

ABSTRACT

The occurrence of the Corona virus Disease 19 pandemic or commonly called Covid-19 makes it difficult for humans to carry out sports activities outside the home, thus making humans more susceptible to contracting the Covid-19 virus due to a lack of physical fitness which lowers human immunity. This requires a tool that can support sports activities that do not require humans to leave the house to do sports activities. The virtual reality system for sports was created to overcome the difficult needs of human sports during a pandemic, by utilizing the bluetooth transmission system as the main controlerl of the virtual reality system. The research method uses the waterfall method where the work is carried out linearly or in succession. The use of the CRC method as a method of checking data transmission so that no error data is sent is intended to minimize the decline in the performance of the virtual reality system used by users

Keywords :Transmission, Bluetooth, CRC

INTISARI

Terjadinya pandemi covid-19 membuat sulitnya manusia untuk melakukan kegiatan olahraga di luar rumah, Sehingga membuat manusia lebih rentan terjangkit virus Covid-19 akibat kurangnya kebugaran tubuh yang membuat imunitas manusia menjadi rendah.Hal ini dibutuhkannya sebuah alat yang dapat menunjang kegiatan olahraga yang tidak mengharuskan manusia untuk keluar rumah untuk melakukan kegiatan berolahraga. Sistem virtual reality untuk olahraga dibuat untuk mengatasi kebutuhan olahraga manusia yang sulit di masa pandemi, dengan memanfaatkan sistem transmisi *bluetooth* sebagai kendali utama dari sistem virtual reality.(Ssitem Transmisi alasan) sehingga dibutuhkan perangkat yang terdiri dari soft dan hard yang menggunakan sistem transmisi wireless. Metode penelitian yang menggunakan metode *waterfall* dimana pengerjaan dilakukan secara linier atau beruntun. Penggunaan metode CRC sebagai metode pengecekan transimisi data agar tidak ada error data yang dikirim tujuannya untuk meminimalisir menurunnya kinerja sistem virtual reality yang digunakan oleh pengguna.

Kata kunci: Sistem Transmisi, *Bluetooth*, CRC.

I. PENDAHULUAN

Terjadinya pandemi covid-19 membuat sulitnya manusia untuk melakukan kegiatan olahraga di luar rumah, Sehingga membuat manusia lebih rentan terjangkit virus Covid-19 akibat kurangnya kebugaran tubuh yang membuat imunitas manusia menjadi rendah[1].Hal ini dibutuhkannya sebuah alat

yang dapat menunjang kegiatan olahraga yang tidak mengharuskan manusia untuk keluar rumah untuk melakukan kegiatan berolahraga.

Dengan kemajuan perkembangan teknologi dan perkembangan zaman membangun dan mengimplementasikan sebuah aplikasi simulasi bersepeda yang dapat digunakan oleh pengguna yang tidak dapat berolahraga di tengah pandemi covid-19.

Teknologi tersebut memanfaatkan ponsel pintar yang menggunakan sistem operasi Android. Teknologi tersebut memanfaatkan virtual reality berupa *headset* yang dapat menghubungkan manusia dengan dunia maya, pengguna dapat merasakan sensasi dunia maya yang baru berbasis *virtual*. Sistem sepeda statis berteknologi relitas virtual yang terhubung dengan konten 360 derajat[2].

Dilihat dari permasalahan dan perkembangan teknologi diatas dapat disimpulkan bahwa membangun dan mengimplementasikan sistem dengan realitas virtual dengan sistem transmisi tanpa kabel dapat memungkinkan manusia berolahraga tanpa harus keluar dari dalam ruangan[3].

II. LANDASAN TEORI

A. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah perangkat yang dapat mengerjakan suatu tugas dengan sistem komputasi tertentu. Mikrokontroler dilengkapi dengan chip mikroprosesor sehingga biasa disebut dengan *single chip* mikroprosesor. Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik[4]. Elemen mikrokontroler tersebut diantaranya adalah:

1. Pemroses (processor)
2. Memori (penyimpanan),
3. masukan dan keluaran.

Mikrokontroler mempunyai ruang untuk mengolah dan menyimpan tersendiri yang dinamakan memori. Memori terdiri dari dua jenis yaitu penyimpanan dan yang hanya digunakan untuk pembacaan atau biasa disebut EEPROM/ROM.

B. Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis mikroprosesor ATmega328P. Arduino Uno memiliki 14 pin masukan dan keluaran digital dimana 6 di antaranya dapat digunakan sebagai keluaran pwm, 6 masukan analog, dan resonator 16 MHz, koneksi USB 2.0, kabel jack listrik, header ICSP dan tombol reset. Arduino Uno berisi semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler, sambungkan Arduino Uno dengan sumber daya listrik atau dengan USB 2.0 sebagai input dari *source code* yang digunakan.[5]

C. Bluetooth HC - 06

Bluetooth merupakan teknologi komunikasi tanpa kabel yang bekerja pada 2.4 Gigahertz, dengan *license*

ISM (Industry, Scientific, dan Medic) dengan menggunakan frekuensi transceiver yang mampu menyediakan komunikasi data dan suara secara waktu nyata antara perangkat *bluetooth* dan perangkat lainnya. Perangkat *bluetooth* dapat bekerja dengan jarak yang sempit dan terbatas sehingga hanya dapat menyediakan komunikasi pair to pair atau antar perangkat. Jarak jangkauan yang optimal dari *bluetooth* kurang lebih 10 meter. Bluetooth HC-06 dilengkapi dengan spesifikasi antara lain :

- a. Sensitivitas sampai dengan 80dBm ;
- b. Daya transmit sampai dengan 4dBm ;
- c. Beroperasi pada tegangan 1,8V-3,6V ;
- d. Dilengkapi dengan kontrol PIO
- e. UART dengan baud rate yang dapat diprogram.

Bluetooth HC-06 dilengkapi command set atau set perintah dalam melakukan perubahan baudrate, nama perangkat *bluetooth*, perubahan pin untuk penyandingan dan proses lain yang melakukan pemanfaatan jalur TX dan RX[7].

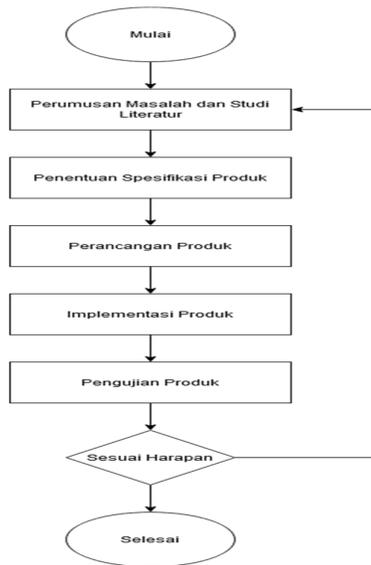
D. CRC

Metode Cyclyc Redudancy Check (CRC) didesain oleh *polynomial generator* dan dapat digunakan sebagai teknik pengkodean yang umum digunakan, CRC merupakan suatu sistem dengan sedikit penambahan kontrol bit untuk menjaga keamanan data dan juga berguna saat pengecekan kesalahan data yang diterima[8].

III. METODE PENELITIAN

Proses penelitian, perancangan, dan implementasi sistem VINOKIO akan dilakukan dalam 5 tahapan yaitu pembahasan literatur dan penentuan masalah, penentuan spesifikasi, perancangan produk, implementasi produk dan pengujian produk sebelum dinyatakan sesuai dengan apa yang dibutuhkan[10]. Adapun metodologi yang digunakan pada penelitian ini seperti ditunjukkan pada Gambar

Pada tahap pertama penulis melakukan pembahasan masalah yang dibutuhkan sistem dan melakukan pencarian studi literatur penelitian terkait. Penulis juga mengumpulkan data data yang dibutuhkan sebagai acuan untuk melakukan pembuatan sistem VINOKIO sesuai spesifikasi dan sesuai harapan yang diinginkan.

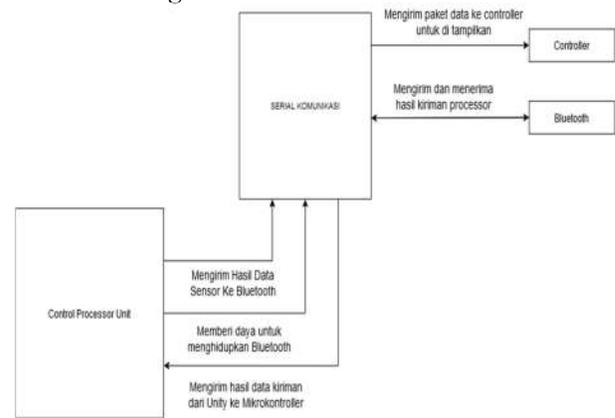


Gambar 1 Metode Waterfall

Pada tahap selanjutnya hal yang penulis lakukan adalah menganalisis terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian. Setelah itu penulis dapat langsung menentukan spesifikasi produk yang dibutuhkan untuk memecahkan permasalahan tersebut dan melakukan perancangan sistem yang sesuai dengan spesifikasi produk. Setelah melakukan perancangan, tahapan kelima adalah implementasi sistem sesuai dengan desain yang telah dirancang sebelumnya.

Selanjutnya tahap terakhir adalah melakukan pengujian seluruh komponen dan fungsionalitas sistem sesuai dengan metode pengujian yang digunakan. Jika, sistem sudah sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah maka dapat disimpulkan sistem sudah dapat digunakan, namun jika sistem belum memenuhi spesifikasi maka proses penelitian dapat diulang kembali mulai dari studi literatur penelitian-penelitian terkait dan sebagainya agar sistem dapat sesuai dengan spesifikasi.

A. Blok Diagram SubSistem



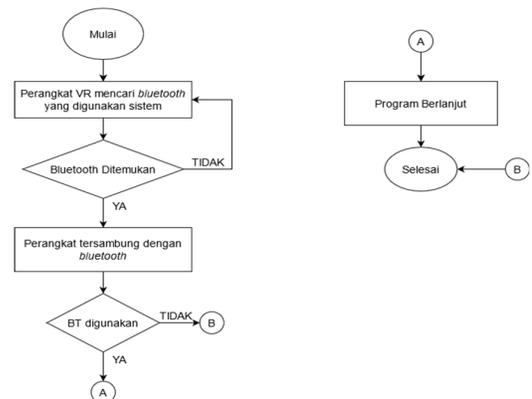
Gambar 2 Blok Diagram Sistem Transmisi

Pada gambar dijelaskan bahwa serial komunikasi menerima data sensor yang digunakan pada subsistem daya dan akuisisi. Output dari subsistem ini akan menjadi parameter penggerak dari tampilan antarmuka yang dilihat oleh user pada tampilan VR.

Dalam proses implementasi subsistem serial komunikasi khususnya bluetooth dengan mikrokontroler menggunakan layout PCB yang telah dirancang. Berikut ini adalah tabel mengenai koneksi sensor dengan mikrokontroler sesuai dengan rancangan sistem.

B. Perancangan Sistem Koneksi Bluetooth

Perancangan sistem hubungan antara perangkat VR dengan modul bluetooth HC-06 menggunakan bahasa pemrograman C#. Diagram alir sistem hubungan antara perangkat VR dengan modul bluetooth HC-06 ditampilkan pada Gambar berikut.

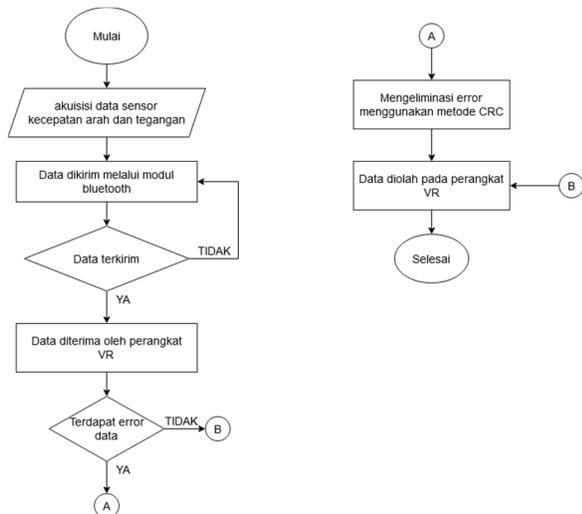


Gambar 3 Diagram alir Sistem Koneksi Bluetooth

Pada gambar dijelaskan bahwa perangkat mencari nama modul bluetooth untuk disandingkan dengan perangkat VR proses akan berulang sampai ditemukan nama modul bluetooth yang digunakan sistem VINOKIO

C. Perancangan Sistem Komunikasi Data

Perancangan sistem komunikasi data VINOKIO menggunakan platform pengolah bahasa C# yaitu Microsoft visual studio code. Platform ini menyediakan tampilan yang ramah kepada pengguna sehingga dapat dengan mudah untuk di operasikan. Flowchart cara kerja sistem komunikasi data ditunjukkan pada Gambar



Gambar 4 Diagram Alir Sistem Komunikasi Data

Pada Gambar pada komunikasi data terdapat pengecekan terlebih dahulu apakah data terkirim ke perangkat VR atau tidak. Ketika data belum terkirim maka sistem akan mengititim kembali data secara looping. Kemudian terdapat pula pengecekan apakah data yang dikirim sesuai dengan yang diinginkan pada perangkat VR, jika tidak maka sistem akan mengeliminasi data yang terdapat error dan mengolah data yang sesuai pada perangkat VR.

Pada perancangan sistem komunikasi data menggunakan metode CRC atau cyclic redudancy check untuk mengecek apakah data yang dikirimkan oleh perangkat mikrokontroller sesuai dengan data yang dikirim ke perangkat VR. Data dikirimkan dalam variabel string dan dalam bentuk data array ke

perangkat.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Implementasi

1. Hasil Implementasi Source code CRC

Implementasi sistem komunikasi data dilakukan sesuai dengan perancangan yang sudah dibahas. Sistem dikondisikan untuk menerima data yang dikirimkan oleh mikrokontroller sesuai dengan yang dilakukan pengecekan error data dengan metode CRC yang akan mengeliminasi data error dan memproses data sukses. Berikut source code yang digunakan.

```

1. int datacrc = int.Parse (data[4])
   ;
2. int CRC = 0;
3. for (int cx = 1; cx < 4; cx++)
4. {
5.     int gg = int.Parse (data[cx]);
6.     CRC = CRC ^ gg;
7. }
8. if (CRC == datacrc)
9. {   int speed = int.Parse(data[1]
   );
10. int baterai = int.Parse(data[3]);
11. int heading = int.Parse (data[2])
   ;

```

```

12. int sukses ++
13. }
14. else {
15.     int eror ++;
16. }
17. // counting nilai error dan acc
18. }
19. catch(Exception ex)
20. {
21.     x += ex.Message;
22. }

```

Penjelasan source code diatas dimana ketika bluetooth dalam kondisi terhubung maka bluetooth akan memulai komunikasi dengan sistem mikrokontroller. Dimana variabel "xx" merupakan data yang diterima oleh perangkat VR dari sistem mikrokontroller melalui modul bluetooth HC-06. setiap data yang dikirim akan dibatasi dengan delimiter (,) , lalu delimiter berikut akan di buang sehingga menghasilkan data berupa array yang disimpan dalam variabel string "data" .

Tabel 1 Paket Pengiriman Data yang dikirim

Header	Delimiter	Kecepatan	Delimiter
S	,	xxx	,
Arah	Delimiter	baterai	delimiter	CRC
xxx	,	xxx	,	xxx

pada awal pengecekan data, array yang tersimpan akan dicek apakah berjumlah 5 data sesuai dengan yang dikirimkan jika iya maka proses berlanjut namun jika tidak maka data akan terbuang.

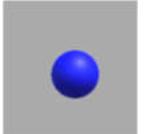
Pengecekan dengan metode CRC dimulai dengan mem parsing data menjadi variabel integer yang menyimpan data dalam bentuk angka. Lalu dengan menggunakan perulangan for dijalankan metode CRC dengan mengoperasikan nilai yang diterima dengan metode XOR. Proses selanjutnya yaitu menyamakan nilai CRC yang dikirim oleh mikrokontroller dengan nilai CRC yang di proses pada source code diatas. Pada saat nilai CRC yang diproses dan yang dikirimkan bernilai sama maka data dapat diproses dan di plot menjadi 3 variabel yaitu speed atau parameter kecepatan sepeda, baterai atau parameter sisa daya pada sistem dan yang terakhir heading yaitu parameter sudut kemiringan setang sepeda. Lalu yang terakhir sistem menghitung berapa jumlah data yang diterima dan jumlah data yang error.

B. Hasil Pengujian

1. Hasil Pengujian Sistem pengecekan Bluetooth

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui indikator koneksi antar *bluetooth* dan perangkat, tujuannya agar user dapat mengetahui koneksi antara perangkat dan *bluetooth* berikut merupakan hasil pengujian sistem koneksi *bluetooth*.

Tabel 2 Hasil Pengujian Indikator Koneksi

Keterangan	Tampilan
Indikator Koneksi Terhubung	
Indikator Koneksi Terputus	
Indikator Koneksi Tidak dapat tersambung	

2. Hasil Pengujian Sistem Pengecekan Error Data

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah error dan jumlah data yang masuk pada perangkat, tujuannya agar dapat meminimalisir data yang diolah terdapat error. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode CRC yang berguna sebagai pengecek data kanal. Berikut merupakan tabel jumlah data error dan diterima beserta persentasenya.

Tabel 3 Hasil Pengujian Sistem Pengecekan Error data

Waktu (menit)	Data diterima	Data Error	Jumlah	%error
1	123	1	124	0.008064516
2	125	1	126	0.007936508
3	126	1	127	0.007874016
4	121	1	122	0.008196721
5	120	1	121	0.008264463
6	128	1	129	0.007751938
7	121	1	122	0.008196721
8	123	1	124	0.008064516
9	121	1	122	0.008196721
10	123	1	124	0.008064516

C. Hasil Pengujian Feedback Waktu Pengiriman

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan data untuk terkirim dengan perbandingan satu menit, tujuannya agar dapat mengetahui baudrate pengiriman tercepat dan ter lambat dalam 1 menit transmisi dari bluetooth. Pengujian dilakukan dengan cara menghitung banyaknya data yang diterima oleh paket dalam 10 detik, 30 detik dan 10 menit serta dihitung jumlah data yang terkirim. Berikut merupakan tabel yang menampilkan nilai pengujian yang dilakukan.

Tabel 4 Hasil Pengujian feedback waktu Pengiriman

Waktu	Baud rate	kecepatan transmisi
10 detik	4800	15 data / 10 detik
	9600	20 data / 10 detik
	115200	36 data / 10 detik
30 detik	4800	44 data / 30 detik
	9600	62 data / 30 detik
	115200	96 data / 30 detik
60 detik	4800	91 data / 60 detik
	9600	123 data / 60 detik
	115200	196 data / 60 detik

V. KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil yang didapatkan sistem transmisi dapat mengirimkan data rata rata sebesar 123 data per menit. Transimi pula dapat mengirim data dengan jarak maksimal 10cm sesuai spesifikasi modul HC-06 dan dapat mengirimkan data dengan ketiga baudrate yang berbeda sesuai dengan yang ditentukan dalam pengujian dengan tingkat kecepatan yang berbeda beda.

REFERENSI

[1] A.'B.'Satria,'M. R. Ramadhan, and F. N. Prawita, "VRBIKE Sistem Sepeda Statis Menggunakan Beban Dinamis Berbasis Realitas Virtual Yang Tersinkronisasi Dengan Konten Video 360 Derajat," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 5, no. 2, pp. 1835–1840, 2019.

[2] J. Y. Mambu, A. K. Wahyudi, and G. Hezky, "‘Jump’: Game Simulasi Olahraga Berbasis

Virtual Reality Dengan Sensor Accelerometer," *Nutr. J.*, vol. 3, no. 2, p. 58, 2019, doi: 10.37771/nj.vol3.iss2.408.

[3] Y. Mambu, A. Wahyudi, A. Bantong, D. Mekel, F. I. Komputer, and U. Klabat, "Falling bird: Video game berbasis virtual reality dan accelerometer untuk android," *Semin. Nas. Sist. Inf. Tek. Inform.*, no. 3, pp. 503–511, 2019.

[4] A. N. N. Chamim, "Penggunaan Microcontroller Sebagai Pendeteksi Posisi Dengan Menggunakan Sinyal Gsm," *J. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 430–439, 2010.

[5] R. T. A. SADAD, ISWANTO, and J. A. SADAD, "Implementasi Mikrokontroler Sebagai Pengendali Lift Empat Lantai," *J. Ilm. Semesta Tek.*, vol. 14, no. 2, pp. 160–165, 2011.

[6] K. A. Taufik Akbar, Indra Gunawan, "Rancang Bangun Kendali Peralatan Rumah Tangga Berbasis Smartphone Android Studi Teknik Komputer , Universitas Hamzanwadi 2 Program Studi Teknik Informatika , Universitas Hamzanwadi 3 Teknik Audio Video , SMK Negeri 1 Kopang 1 Program Dibuktikan saat ini I," *Infotek*, vol. 3, no. 2, pp. 174–181, 2020.

[7] B. Sugiantoro, "Aplikasi Teknologi Bluetooth untuk Komunikasi Wireless," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf. 2005 (SNATI 2005)*, vol. 2005, no. Snati, pp. 1–7, 2010.

[8] N. G. Augoestien and R. Aditya, "Implementasi Rangkaian CRC (Cyclic Redundancy Check) Generator pada FPGA (Field Programmable Gate Array)," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.)*, vol. 9, no. 1, p. 65, 2019, doi: 10.22146/ijeis.43906.

[9] R. Firdanu, S. Achmadi, and S. Adi Wibowo, "Pemanfaatan Augmented Reality sebagai Media Pembelajaran mengenai Peralatan Konstruksi dalam Dunia Pendidikan Berbasis Android," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 4, no. 2, pp. 276–282, 2020, doi: 10.36040/jati.v4i2.2657.

[10] K. Mohd. Ehmer and K. Farneena, "A Comparative Study of White Box , Black Box

and Grey Box Testing Techniques,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 3, no. 6, pp. 12–15, 2012.

Perancangan dan Implementasi Perangkat Akuisisi Data dan Regulasi Daya Pada Sistem

Christopher^{1*}, M Rizki Ramadhan¹, Inda Dwi Ramadhani¹, Rheyuniarto Sahlendar A. S.T., M.T.¹, Swadexi Istiqphara S.T., M.T.¹

¹Institut Teknologi Sumatera

Email : *Christopher991104@gmail.com

ABSTRACT

Health is a very important need for humans, health can be obtained by doing sports. the development of technology makes Virtual Reality can be used as a medium to do sports from home. Through this research has been designed and implemented data acquisition and power regulation devices on virtual reality controller systems for sports. the system will be mounted on the bike as a controller. Waterfall research method consists of several stages, namely review, design, verification of components, implementation and testing. Sensor readings will be sent via a series of bluetooth communications in a data packet. The test results can be concluded that the infrared sensor reading has an error of 0.011%, a potentiometer of 0.047%, and a voltage sensor of 0.002% and has a system average current value of 0.93A.

Keywords : Health, Virtual Reality, data acquisition.

INTISARI

Kesehatan adalah kebutuhan yang sangat penting untuk manusia, Kesehatan dapat diperoleh dengan melakukan olahraga. berkembangnya teknologi membuat Virtual Reality dapat dimanfaatkan sebagai media untuk melakukan olahraga dari rumah. Melalui penelitian ini telah dirancang dan diimplementasikan perangkat akuisisi data dan regulasi daya pada sistem Virtual Reality kontroler untuk olahraga. sistem akan dipasang pada sepeda sebagai kontroler. metode penelitian waterfall terdiri dari beberapa tahap yaitu tinjauan, perancangan, verifikasi komponen, implementasi dan pengujian. Hasil pembacaan sensor akan dikirimkan melalui serial komunikasi bluetooth dalam sebuah paket data. Hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa pembacaan sensor infrared memiliki kesalahan 0,011%, potensiometer 0,047%, dan sensor tegangan 0,002% serta memiliki nilai arus rata-rata sistem sebesar 0,93A.

Kata kunci: Kesehatan, Virtual Reality, akuisisi data.

I. PENDAHULUAN

Pada tahun 2020 awal mula ditemukannya penyakit Corona Disease 2019 (COVID-19). Pertama kali virus COVID-19 dilaporkan pada akhir tahun 2019 di Wuhan, Tiongkok dan kasus awal positif di Indonesia didapatkan pada bulan Maret 2020. Awalnya penyakit ini ada yang menyebut pneumonia, pneumonia Wuhan dan novel coronavirus pneumonia. Sehingga organisasi Kesehatan dunia menyebut dengan nama Coronavirus disease 2019(COVID-19)[1].

Kebijakan Physical distancing sebagai upaya memutuskan mata rantai penyebaran virus sehingga

berdampak terhadap pola kebiasaan sehari-hari seperti pembatasan aktivitas manusia dalam kegiatan belajar mengajar maupun aktivitas diluar rumah, membuat manusia sulitnya melakukan olahraga dan membuat imunitas tubuh berkurang akibat kurangnya beraktivitas[2].

Kesehatan adalah kebutuhan yang sangat penting untuk manusia. Kesehatan sendiri bisa diperoleh dengan melakukan aktivitas yang cukup, menjaga pola makan sehat, melakukan olahraga secara teratur dan istirahat yang cukup. Berolahraga juga merupakan salah satu aktivitas fisik yang harus dilakukan untuk menjaga tubuh tetap sehat. Dengan melakukan olahraga, manusia dapat menjaga imunitas tubuh tetap

prima sehingga mengurangi resiko terkena penyakit dan virus. Olahraga sederhana dapat dilakukan didalam rumah seperti melakukan kegiatan senam yang dapat dilakukan adalah bersepeda. Bersepeda merupakan olahraga yang dapat setiap hari dapat lakukan, dimana dengan bersepeda pengguna dapat membakar kalori, melihat pemandangan yang berada disekitarnya membuat manusia merasakan olahraga yang rileks disertai dengan peningkatan aktivitas kerja jantung dalam memompa darah[3].

Dari permasalahan tersebut, maka solusi yang dapat diberikan oleh penulis yaitu dengan membuat simulasi berkendara menggunakan sepeda berbasis Virtual reality. Untuk merealisasikan solusi tersebut maka dibutuhkan perancangan sistem yang baik agar dalam mengimplementasikan lebih terstruktur pada penelitian ini penulis akan melakukan perancangan dan pengimplementasian sistem catu daya dan sistem akuisisi data, dimana penggunaan daya dan sensor sangat penting untuk kebutuhan sistem ini.

Berdasarkan pernyataan diatas maka dilakukan penelitian dengan judul “Perancangan Dan Implementasi Perangkat Akuisisi Data dan Regulasi Daya Pada Sistem Virtual Reality Untuk Olahraga”. Harapannya dengan adanya produk ini dapat menjadi solusi untuk permasalahan olahraga.

II. LANDASAN TEORI

A. Arduino Uno

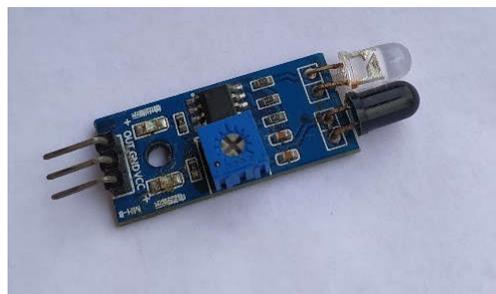
Arduino Uno merupakan sebuah sistem minimum mikrokontroler yang menggunakan chip ATmega328. Arduino Uno sendiri memiliki 14 pin digital input/output, 6 pin tersebut dapat digunakan sebagai output PWM. Memiliki 6 analog input, sebuah osilator kristal 16 MHz juga terdapat pada mikrokontroler, sebuah koneksi USB untuk menghubungkan ke komputer, sebuah power jack sebagai input daya eksternal yang dapat menerima tegangan hingga 12V. Arduino Uno pada sistem digunakan sebagai CPU tempat pemrosesan data terhadap sensor yang dipakai pada sistem. Input daya dapat berupa koneksi USB, adaptor dan baterai[4].



Gambar 1. Arduino Uno

B. Sensor Infrared FC-051

Sensor infrared adalah sensor yang dapat mendeteksi objek berdasarkan jarak sensor. Pada pemanfaatannya sensor infrared memiliki komponen penting yaitu pemancar infrared dan penerima pantulan infrared. Untuk memancarkan infrared dibutuhkan Infrared Light Emitting Diode (IR LED) sedangkan penerima pantulan infrared dibutuhkan photodiode, panjangnya pancaran infrared dapat diatur dengan menggunakan potensiometer jika diputar searah jarum jam akan meningkatkan panjang pancaran infrared, dan apabila berlawanan arah jarum jam maka akan mengurangi panjang pancaran infrared. Terdapat IC komparator pembanding tegangan input dan tegangan referensi yaitu IC LM393[5].



Gambar 2. Sensor infrared

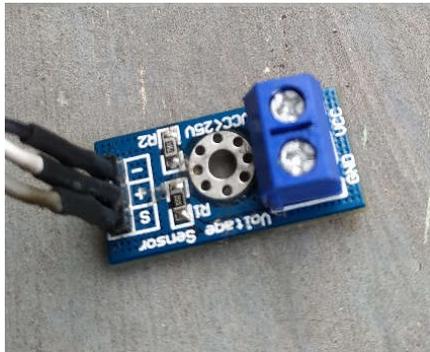
C. Potensiometer

Potensiometer adalah salah satu jenis resistor yang menggunakan prinsip resistansi variabel maka resistor ini dapat digunakan dengan mengatur nilai resistansi sesuai dengan kebutuhan. Potensiometer memiliki sudut putar hingga $\pm 300^\circ$ dengan mengirimkan tegangan variabel pada mikrokontroler sehingga menghasilkan nilai ADC yang didapat dikonversikan dalam bentuk sudut [6].

D. Sensor Tegangan

Sensor tegangan merupakan sebuah modul sensor yang didalamnya terdapat komponen resistor R1 dan R2 menggunakan prinsip pembagian tegangan.

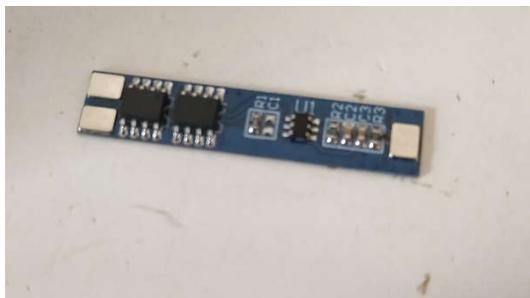
Modul ini pada perhitungannya dapat mengurangi membuat tegangan inputnya berkurang 5 kali dari tegangan awalnya. Pada input pin analog maksimum input mikrokontroler yaitu 5 volt, sehingga modul ini dapat memuat tegangan tidak lebih dari 25V. Gambar modul sensor tegangan adalah seperti Gambar 3. Dasar dari pembacaan sensor hanya mengubah nilai tersebut ke bentuk bilangan dari 0 sampai 1023, modul ini membaca nilai tegangan dengan membandingkan dengan nilai tegangan reff [7].



Gambar 3. Sensor tegangan

E. Modul BMS

Modul PCB BMS 2s 20A 7,4-8,4V 18650 Baterai lithium ion pada subsistem daya sebagai manajemen baterai yang memiliki fungsi sebagai pengatur sistem pengisian baterai maupun pemakaian baterai pada rangkaian seri baterai li-ion 2s, sehingga pemerataan kinerja baterai lebih optimal untuk mendapatkan umur pakai baterai yang lebih lama. Modul PCB BMS 2s 20A baterai lithium ion juga dilengkapi dengan pengamanan *over charge*, *over discharge* dan *short circuit*. Setiap baterai lithium memiliki voltase 3,6-3,7 V/DC. Dengan 2 baterai akan mencapai voltase rata-rata 7.4V/DC[8].



Gambar 4. Modul BMSBaterai Lithium Ion 18650

F. Baterai Lithium Ion 18650

Baterai Li-Ion yang digunakan pada sistem device adalah Li-Ion 2100 mAh dengan kapasitas 3,7V untuk satu baterai dan baterai disusun secara 2 seri. Kelebihan menggunakan baterai lithium ion adalah biaya produksi lebih murah, unggul dalam perawatan dan tipe baterai lithium ion tidak mengandung bahan berbahaya sehingga aman untuk digunakan[9]. Tegangan nominal baterai yaitu 3.6V / 3.7V dan tegangan maksimal ketika full adalah 4,2 V



Gambar 5. Baterai lithium ion 18650

III. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada sistem yaitu subsistem sensor dan daya terdiri dari analisis akan pembuatan dan integrasi antara kedua subsistem tersebut agar subsistem berjalan sesuai dengan perancangan. Penelitian ini terdiri dari analisis dan pengujian perangkat keras atau hardware dari sistem, Adapun metodologi yang diterapkan pada penelitian ini yaitu metode waterfall[10]. ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Metode waterfall

Pada tahap awal penulis melakukan tinjauan penelitian-penelitian yang akan di teliti mengenai pembuatan sistem daya dan sensor, melalui tinjauan penelitian ini penulis dapat memperoleh informasi mengenai hardware yang akan digunakan spesifikasi serta kelebihan dan kekurangan dari tiap-tiap hardware. Dengan membandingkan beberapa hardware tersebut maka diperoleh hasil hardware yang cocok digunakan pada sistem ini. Pada tahap ini juga meninjau komponen-komponen tambahan yang ditentukan pada tahap perancangan, serta meninjau dan menguji.

Pada tahap perancangan, penulis menentukan cara kerja alat dan desain rancang posisi sensor. Kemudian menentukan komponen yang sesuai dengan hasil rancangan dan skema yang telah dibuat.

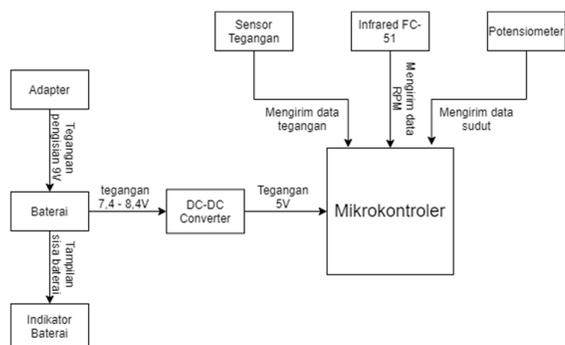
Tahap verifikasi kerja komponen yang akan digunakan. Melakukan pengetesan sensor berdasarkan hasil output yang diinginkan, jika tidak sesuai maka komponen dapat diganti dengan kebutuhan sistem agar memastikan sistem dapat bekerja dengan maksimal.

Tahap mengimplementasikan rancangan alat sehingga terbentuk perangkat hardware yang telah siap untuk dioperasikan oleh pengguna dan siap diuji, pada tahap ini penempatan komponen sensor dan daya pada sistem haruslah ditempat yang sesuai dan sesuai dengan rancangan.

Tahap terakhir adalah melakukan pengujian terhadap sistem secara keseluruhan dengan menggunakan metode-metode pengujian yang ada, jika hasil pengujian mendapatkan data yang sangat baik maka kesimpulannya adalah sistem telah dapat digunakan oleh pengguna dan pemecahan masalah telah terselesaikan.

A. Blok Diagram Sistem

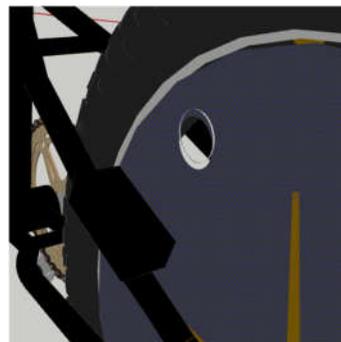
Pada blok diagram terdapat subsistem sensor dan daya. Komponen utama pada subsistem ini adalah sensor infrared, potensiometer, dan baterai 18650 berfungsi sebagai kontroler sistem dan input daya pada sistem. Pada perancangan ini sistem dapat mengirim hasil output sensor dari mikrokontroler ke interface dengan serial komunikasi bluetooth. Penelitian ini akan membahas mengenai subsistem daya dan sensor penyusunan diagram seperti Gambar 7.



Gambar 7. Diagram blok sistem

B. Perancangan Pendeteksi Gerak Roda

Pada perancangan ini menggunakan sensor infrared untuk mengukur kecepatan roda berputar. Sensor dirancang agar mendeteksi indikator lubang yang berada pada roda sepeda.



Gambar 8. Sketsa 3D perancangan kecepatan roda

C. Perancangan Heading

Sensor yang digunakan dalam perancangan ini adalah potensiometer. Sensor ini dimanfaatkan sebagai heading pada sepeda dikarenakan Sensor ini dapat digunakan dengan mudah dan minimum error.

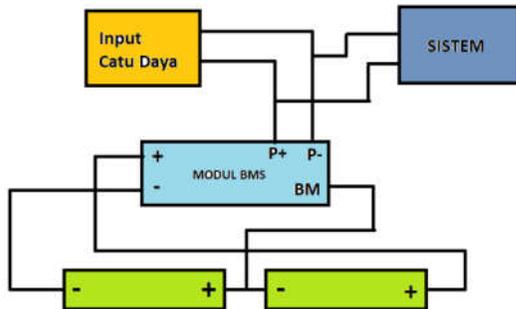


Gambar 9. Sketsa 3D Perancangan Heading

D. Perancangan Input Catu Daya

Perancangan catu daya pada sistem menggunakan baterai 18650 dan untuk charging baterai menggunakan modul BMS (battery management system) yang khusus

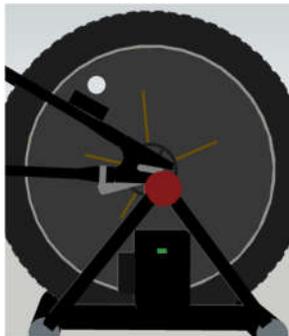
digunakan untuk baterai 18650. pada penelitian ini baterai lithium ion yang digunakan dengan kapasitas 2100 mAh sebanyak 2 buah yang disusun secara seri.



Gambar 10. Circuit rangkaian baterai

E. Perancangan Sistem Keseluruhan

Komponen box merupakan sebuah box yang digunakan sebagai wadah implementasi bagi beberapa sensor maupun modul yang digunakan pada produk ini. Pada subsistem mikrokontroler, baterai, modul charging dan sensor tegangan disusun dalam komponen box. Perancangan komponen box harus diperhatikan untuk penempatannya agar sistem dapat terlihat lebih menarik.



Gambar 11. Sketsa 3D komponen box

Perancangan sistem keseluruhan sistem dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Sketsa 3D perancangan sistem keseluruhan

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan untuk melihat tingkat akurasi dari data yang dihasilkan pada tiap-tiap sensor dan komponen yang digunakan, pada tahap ini terdapat dua pengujian keseluruhan pada sistem yaitu pengujian akurasi sensor dan pengujian daya pada sistem.

A. Pengujian Kecepatan Putaran Roda

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pembacaan sensor *infrared* untuk mengukur kecepatan putaran roda dengan membandingkan pembacaan pada tachometer non-contact. Data pengujian dapat diamati pada Tabel 1.

Tabel 1. Data pengujian kecepatan

No	Data Tachometer (Rpm)	Data Serial Monitor (Rpm)	Error(%)
1	72,67	73	0,004541
2	82,79	84	0,014615
3	99	100	0,010101
4	116,6	115	0,013722
5	119,8	120	0,001669
6	129,2	132	0,021672
7	132,3	135	0,020408
8	142,5	144	0,010526
9	143,6	144	0,002786
10	150,1	151	0,005996
11	151,8	154	0,014493
12	164,3	167	0,016433
13	177	180	0,016949
14	188,1	189	0,004785
15	195,1	192	0,015889
16	198,5	201	0,012594
17	205	209	0,019512

No	Data Tachometer (Rpm)	Data Serial Monitor (Rpm)	Error(%)
18	219,3	222	0,012312
19	227	228	0,004405
20	250,9	254	0,012356

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor infrared FC-05 memiliki kemampuan pembacaan yang baik sehingga nilai rata-rata eror pembacaan 0,011. Dari hasil pengujian kecepatan putaran roda sudah sangat baik dan pengujian telah mendapatkan data yang sesuai yang diharapkan.

B. Pengujian Sudut Header

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pembacaan Potensiometer untuk mengukur sudut dengan membandingkan pembacaan pada busur. Data pengujian dapat diamati pada Tabel 2.

Tabel 2. Data pengujian sudut header

No	Data Busur (°)	Data Serial Monitor (°)	Error(%)
1	5	-6	0,2
2	10	-11	0,1
3	15	-15	0
4	20	-19	0,05
5	25	-23	0,08
6	30	-31	0,033333
7	35	-34	0,028571
8	40	-40	0
9	45	-44	0,022222
10	50	-48	0,04
11	55	-56	0,018182
12	60	-58	0,033333
13	65	-64	0,015385

Hasil pengujian menunjukkan bahwa potensiometer kemampuan pembacaan yang baik sehingga nilai rata-rata error pembacaan 0,047. Dari hasil pengujian sudut header sudah sangat baik dan pengujian telah mendapatkan data yang sesuai yang diharapkan.

C. Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pembacaan sensor tegangan untuk mengukur tegangan pada sistem dengan membandingkan pembacaan pada multimeter digital. Data pengujian dapat diamati pada Tabel 3.

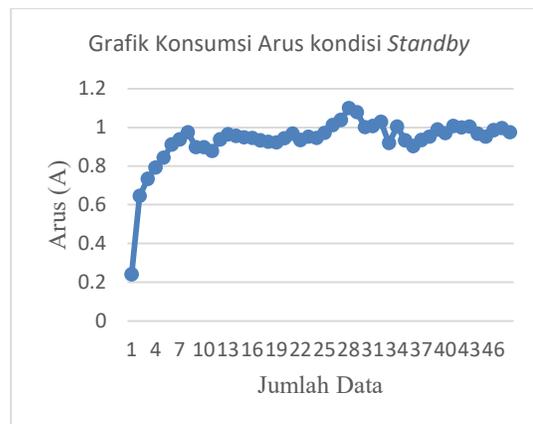
Tabel 3. Data pengujian sensor tegangan

No	Data Multimeter	Data Serial Monitor	Error(%)
1	4	3,98	0,005
2	4,5	4,5	0
3	5	4,99	0,002
4	5,5	5,47	0,005455
5	6	5,99	0,001667
6	6,5	6,48	0,003077
7	7	6,99	0,001429
8	7,5	7,48	0,002667
9	8	7,99	0,00125
10	8,5	8,48	0,002353
11	9	8,99	0,001111
12	9,5	9,51	0,001053
13	10	10	0
14	10,5	10,48	0,001905

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor tegangan kemampuan pembacaan yang baik sehingga nilai rata-rata eror pembacaan 0,002. Dari hasil pengujian sensor tegangan sudah sangat baik dan pengujian telah mendapatkan data yang sesuai yang diharapkan.

D. Pengujian Konsumsi Arus Sistem

Pengujian arus pada sistem menggunakan sensor arus untuk mendapatkan melihat grafik perubahan kondisi arus pada sistem. Grafik pengujian dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik konsumsi arus sistem

Hasil pengujian konsumsi arus sistem dapat dilihat pada gambar 12. Arus mula-mula memiliki nilai 0,2 A beranjak naik pada nilai arus tertinggi yaitu 1,009 A dengan nilai rata-rata arus yaitu 0,93A. maka dapat

dinyatakan nilai konsumsi daya sistem rata rata yaitu sebesar 4,65 W. Dari hasil pengujian konsumsi arus sistem sudah sangat baik dan pengujian telah mendapatkan data yang sesuai yang diharapkan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan serta menganalisis setiap sensor yang digunakan, maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data sensor *infrared* yang diperoleh dari pengujian perbandingan antara data serial monitor dengan ukur alat tachometer digital didapatkan nilai error rata-rata sebesar 0,011%.
2. Hasil pengujian potensiometer untuk mengukur akurasi sudut perbandingan antara data serial monitor dan data hasil pengujian menggunakan busur didapatkan nilai error rata-rata sebesar 0,047%.
3. Hasil pengujian sensor tegangan terhadap tegangan baterai pada sistem dilakukan perbandingan antara data serial monitor dengan hasil pengukuran multimeter digital didapatkan data error rata-rata sebesar 0,002%.
4. Hasil pengujian konsumsi arus sistem didapatkan nilai rata-rata arus sebesar 0,93 A, sehingga daya rata-rata sistem adalah sebesar 4,65 W.

REFERENSI

- [1] Arif Wicaksono. "AKTIVITAS FISIK YANG AMAN PADA MASA PANDEMI COVID-19." Jurnal Ilmu Keolahragaan Undiksha., vol. 8, no. 1, hal. 10, 2020.
- [2] Kunjung dkk. "Pola aktivitas olahraga sebelum dan selama masa pandemi covid-19 pada mahasiswa fakultas olahraga dan fakultas non-olahraga." Jurnal SPORTIF: Jurnal Penelitian Pembelajaran., vol. 6, no. 3, pp. 713-728, 2020.
- [3] Adam, Fat'hah dkk. "Sistem Sepeda Statis Menggunakan Beban Dinamis Berbasis Realitas Virtual Yang Tersinkronisasi Dengan Konten Vidio 360 Derajat." Jurnal Ilmu Terapan., vol. 5, no. 2, hal. 1-4, 2019.
- [4] Farnell, "Arduino Uno Manual," 2020. <https://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf> (diakses Januari 12, 2021).
- [5] M. Irsyam dkk, "PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI KELAYAKAN OLI PADA KENDARAAN SEPEDA MOTOR BERBASIS ARDUINO UNO ATMEGA328," Jurnal, Elektronika, Universitas Riau Kepulauan Batam, 2019.
- [6] Jameco, "Snap-in Insulated Shaft Potentiometer Product Line," 2020. <https://www.jameco.com/Jameco/Products/ProdDS/2272207.pdf> (diakses April 12, 2021).
- [7] Muhammad Rizal Fachri dkk. "Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time." Jurnal Rekayasa ElektriKa., vol. 11, no. 4, hal. 1234- 125, 2015.
- [8] Robu.in, "2S 20A 18650 Lithium Battery Protection Board," 2020. <https://robu.in/product/2s-20a-18650-lithium-battery-protection-board/> (diakses Januari 12, 2021).
- [9] Sony Corporation, "Lithium Ion Rechargeable Battery Technical Information Datasheet," *Sony Energy Devices Corporation Device Solutions Business Group*, 2015. https://www.kronium.cz/uploads/SONY_US18650VTC6.pdf (diakses Januari 12, 2021).
- [10] Nur Hidayati. "Penggunaan Metode Waterfall Dalam Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan." Generation Journal., vol. 3, no. 1, hal. 1-4, 2019.

Perancangan Sistem Pemantauan dan Pengendalian Debit Air Menggunakan Kontrol PID

Shovyana Wulan Tika¹, Syamsyarief Baqaruzi¹, Ali Muhtar¹
¹Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Sumatera

Email: shovyana.13117007@student.itera.ac.id, syamsyarief.baqaruzi@el.itera.ac.id, ali.muhtar@el.itera.ac.id

ABSTRACT

Water is an important component in life, but there are still many people who still do not care about the use of water in everyday life. Water use in the household is still very difficult to manage in the use of water effectively. To deal with these problems, of course, a control system is needed that can monitor and control the discharge of water that takes place in real time and programmatically in order to improve the effectiveness of water use. This study developed an Internet of Things (IoT) based Home Water Flow Monitoring (HEROIG) system. The hardware used as the microcontroller of this system is NodeMCU. Water flow sensors are used as sensing resulting from water discharge and servo motors as the main actuator controls on this system. The system is designed using PID control to produce water discharge output according to the user's wishes. Testing of pid control system is done using several experiments input parameter values K_p , K_i and K_d . From the test results that produce the best value when $K_p = 1$, $K_i = 1$ and $K_d = 0.5$. From the design results obtained, also conducted tests on each set point value to produce water discharge output according to user input. The results showed there was still an overshoot condition and had an error value of $<5\%$.

Keywords : Water, Discharge, Water Flow, Servo Motor, PID Control

INTISARI

Air merupakan komponen penting dalam kehidupan, namun masih banyak orang yang masih kurang peduli terhadap penggunaan air dalam keseharian. Penggunaan air di dalam rumah tangga selama ini masih sangat sulit untuk dilakukan pengelolaan dalam penggunaan air secara efektif. Untuk menangani masalah tersebut, tentunya diperlukan sistem kendali yang dapat memantau dan mengendalikan keluaran debit air yang berlangsung secara real time dan terprogram demi meningkatkan efektifitas penggunaan air. Penelitian ini mengembangkan sistem Home Water Flow Monitoring (HEROIG) berbasis Internet of Things (IoT). Perangkat keras yang digunakan sebagai mikrokontroler dari sistem ini adalah NodeMCU. Sensor water flow digunakan sebagai sensing hasil debit air dan motor servo sebagai kendali aktuator utama pada sistem ini. Sistem ini dirancang dengan menggunakan kontrol PID untuk menghasilkan keluaran debit air sesuai dengan keinginan pengguna. Pengujian sistem kontrol PID ini dilakukan dengan menggunakan beberapa percobaan masukan nilai parameter K_p , K_i dan K_d . Dari hasil percobaan yang menghasilkan nilai paling baik ketika $K_p = 1$, $K_i = 1$ dan $K_d = 0,5$. Dari hasil perancangan yang diperoleh, dilakukan juga pengujian terhadap masing-masing nilai set point untuk menghasilkan keluaran debit air sesuai inputan pengguna. Hasil tersebut menunjukkan masih terdapat kondisi overshoot dan memiliki nilai eror $<14\%$.

Kata kunci: Air, Debit, Water Flow, Motor Servo, Kontrol PID

I. PENDAHULUAN

Air mempunyai peranan penting dalam kelangsungan makhluk hidup yang sangat bermanfaat bagi kehidupan di bumi dalam jumlah yang proporsional. Ketersediaan air bersih di muka bumi ini hanya sekitar 2.5% dari total volume air yang ada [1]. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 14/PRT/M/2010 tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan

Umum dan Penataan Ruang menyebutkan bahwa kebutuhan air rata-rata secara wajar adalah 60L/jiwa/hari untuk segala keperluannya[2] dan diperkirakan kebutuhan akan air bersih dari tahun ke tahun diperkirakan terus meningkat sebanding dengan kebutuhan dan jumlah pengguna yang semakin meningkat.

Saat ini, masih banyak masyarakat yang menggunakan air secara sembarangan di kalangan rumah tangga. Kebanyakan dari mereka menggunakan air tidak sewajarnya bahkan diantaranya sampai lupa mematikan keran sehingga air terbuang secara sia-sia. Selain itu, masyarakat juga kurang memperhatikan keluaran air yang digunakan perharinya sehingga kurang rasa peduli terhadap konsumsi air yang mereka gunakan[3].

Pengendali menggunakan kontrol PID umumnya sudah banyak digunakan pada industri, transportasi, alat bantu dan sebagainya. Alat bantu seperti lift sudah banyak digunakan untuk memindahkan barang. Lift umumnya menggunakan sistem otomasi dengan menggunakan kontrol PID sederhana[4]. Pada bidang industri, juga banyak digunakan pada mesin-mesin industri. Sistem kontrol PID biasanya digunakan untuk mengoptimalkan kondisi sesuai keinginan.

Untuk menangani masalah seperti diatas, tentunya kita membutuhkan sistem kendali yang dapat memantau dan mengendalikan keluaran debit air yang berlangsung secara *real time* dan terprogram demi meningkatkan penggunaan air secara efisien. Sistem tersebut juga diupayakan dapat dikendalikan secara jarak jauh dapat mematikan penggunaan air secara otomatis dan sesuai dengan kebutuhan. Selain itu juga, sistem ini dapat menggunakan kontrol PID untuk mengupayakan keluaran air yang dibutuhkan sesuai keinginan pengguna.

Berdasarkan kebutuhan diatas maka dilakukan penelitian dengan judul “Perancangan Sistem Pemantauan dan Pengendalian Debit Air Menggunakan Kontrol PID”. Harapannya, pengguna dapat lebih menghemat persediaan air dengan mengendalikan keluaran air pada produk tersebut.

II. LANDASAN TEORI

A. NodeMCU ESP8266

Dalam sebuah produk dengan sistem yang terprogram maka dibutuhkan komponen paling utama yaitu mikrokontroler yang berfungsi sebagai otak dari keseluruhan sistem. Mikrokontroler yang akan dipilih NodeMCU ESP8266 yang dapat dilihat pada Gambar

2.1. NodeMCU ESP8266 merupakan mikrokontroler yang didalamnya sudah tertanam modul wifi yang memudahkan penggunaannya untuk menghubungkan pada jaringan internet. Selain itu ukuran *board* modulnya relatif lebih kecil dibanding dengan arduino sehingga kompatibel digunakan membuat *prototype* proyek. Pada NodeMCU yang digunakan ini dapat diprogram menggunakan bahasa C menggunakan Arduino IDE [7].

B. Motor Servo MG995

Motor servo yang digunakan pada perancangan sistem ini memiliki fungsi sebagai aktuator yang mengendalikan sistem keluaran air berdasarkan inputannya. Motor servo akan diatur berdasarkan derajat sudut yang nantinya akan memiliki debit tertentu saat derajat tersebut. Motor servo dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup, berguna untuk menentukan posisi sudut dari poros output motor yang di inginkan. Motor servo terdiri atas motor direct current (DC), serangkaian gear, rangkaian kontrol, dan sebuah potensiometer. Manfaat dari serangkaian gear pada poros motor DC ialah memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi pada motor servo [8].

Motor servo MG995 ini memiliki torsi tinggi dan fitur roda gigi logam yang menghasilkan 10kg ekstra tinggi menghentikan torsi dalam paket kecil. MG995 pada dasarnya adalah versi yang ditingkatkan dari servo MG995 yang terkenal, dan memiliki fitur anti guncangan yang ditingkatkan serta PCB dan IC yang didesain ulang sistem kontrol yang membuatnya jauh lebih akurat dari pendahulunya[8].

C. Sensor Water Flow YF-S201

Sensor *water flow* ini digunakan sebagai sensor yang dapat menghitung aliran debit air. Sensor yang dipilih berukuran ½ inci menyesuaikan keran rumah pada umumnya. Sensor debit air ini umumnya biasa digunakan sebagai pemantauan penggunaan air secara *real time*. Sensor ini salah satu bagian terpenting dalam proses akuisisi data HEROIG juga akan memerlukan sebagai pemantauan keluaran debit air yang akan keluar pada keran. Sensor debit yang dipilih ini adalah sensor *water flow* YF-S201 seperti pada Gambar 2.3. Sensor ini bekerja dengan cara menghitung jumlah air

yang akan keluar pada keran yang sebelumnya akan dikendalikan oleh motor servo yang akan memutar *ball valve* pada pipa. Air yang melewati katup akan membuat rotor magnet dengan kecepatan tertentu sesuai dengan air yang mengalir, selanjutnya medan magnet pada rotor akan memberikan efek pada sensor dan menghasilkan sinyal pulsa atau yang biasa dikenal dengan PWM (*Pulse Width Modulation*). Keluaran dari sinyal pulsa ini akan diolah oleh mikrokontroler menjadi data digital agar dapat dibaca oleh pengguna[1].

D. Pengendalian PID

Sistem HEROIG difungsikan agar dapat memantau bagaimana kondisi debit air terkini, hal ini berguna untuk memantau keluaran air yang diberikan sesuai kebutuhannya saja. Selain itu, sistem HEROIG ini juga dilengkapi dengan pengendalian debit air dengan menggunakan kontrol PID. Pada pengendalian aktuatur sistem HEROIG ini memungkinkan sistem dapat stabil sesuai inputan yang diinginkan.

Sistem yang stabil dapat diperoleh dengan menggunakan beberapa metode pengendalian untuk mencapai *set point* yang diinginkan. Salah satunya dengan menggunakan metode pengendalian PID. Sistem ini akan berjalan otomatis menyesuaikan set point yang diinginkan. Suatu pengendalian otomatis membutuhkan beberapa parameter pengendalian. Di antaranya adalah parameter proporsional (P), parameter Integral (I), dan parameter derivatif (D). Kontrol proporsional berfungsi untuk yang berfungsi memberikan gain atau penguatan, sehingga akan mempercepat keluaran sistem mencapai titik referensi. Sedangkan kontrol integral berfungsi untuk menghilangkan kesalahan keadaan tunak (*offset*). Dan kontrol derivatif berfungsi untuk memberi redaman sehingga mengurangi lonjakan yang terdapat pada kontrol proporsional dan integral[8]. Dalam perancangan sistem kontrol PID yang perlu dilakukan adalah mengatur parameter K_p , K_i dan K_d agar respon sistem sesuai dengan setpoint yang diinginkan[10].

Kontrol proportional akan mengalikan nilai proporsional dengan error yang dihasilkan, sehingga semakin besar nilai proportional maka *rise time* semakin cepat, namun nilai proportional yang terlalu tinggi dapat membuat sistem menjadi tidak stabil.

Kontrol integral berfungsi untuk mempercepat *setting time*. Keluaran dari kontrol integral yaitu penjumlahan yang terus menerus dari error yang dihasilkan. Saat nilai error telah mencapai nilai 0 maka keluaran akan menjaga keadaan tersebut [11]. Keluaran sinyal PID dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$u(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \cdot \int e(t) dt + K_d \cdot \frac{de(t)}{dt} \quad (2.1)$$

$u(t)$ = Sinyal Keluaran
 K_p = Konstanta proporsional
 K_i = Konstanta integral
 K_d = Konstanta derivative
 $e(t)$ = error
 dt/ts = waktu sampling

Selisih atau deviasi antara variabel proses (PV) dengan nilai acuan atau *set point* (SP) disebut dengan error sehingga dapat dirumuskan pada Persamaan 2.2 [12]. Nilai error dari pembacaan sensor suhu akan dijadikan perhitungan dari kendali PID.

$$error = SP - VP \quad (2.2)$$

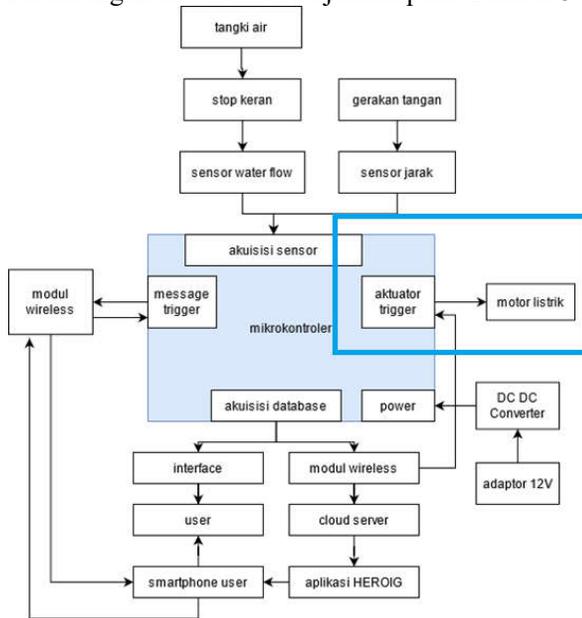
Berikut ini penjelasan dari beberapa komponen kriteria performansi yang nantinya digunakan[13].

1. *Error steady state* ialah nilai selisih antara nilai set point dengan nilai aktual plant pada kondisi steady state.
2. *Rise time* ialah waktu untuk respon naik dari 0% sampai 100% (untuk sistem underdamped).
3. *Maximum overshoot* adalah puncak lewatan maksimum respon transient, biasanya dinyatakan dalam bentuk prosentase selisih nilai set point dengan nilai aktual puncak terhadap nilai set point itu sendiri. Besarnya prosentase ini menunjukkan kestabilan relatif sistem.
4. *Settling time* ialah waktu untuk respon mencapai suatu nilai dan menetap pada fraksi harga akhir sebesar 2% atau 5% (pita kestabilan).

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem HEROIG

Perancangan sistem ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem Hardware HEROIG

Blok diagram pada Gambar 3.2 digunakan untuk membangun sistem *Home Water Flow Monitoring*. Sistem menggunakan papan PCB layout yang telah terintegrasi dan kompatibel dengan mikrokontroler berupa NodeMCU sekaligus terdapat modul wifi untuk menunjang sistem perangkat *software*. Tampilan pada *hardware* menggunakan LCD 16X2 menggunakan modul I2C. Sensor yang digunakan terdapat dua buah sensor yaitu sensor *water flow* untuk membaca aliran debit air yang mengalir, sensor jarak yang digunakan untuk menangkap respon gerakan dari *user* untuk menghidupkan aktuator ketika sistem dalam kondisi *offline*. Indikator menggunakan lampu LED indicator untuk informasi sistem terhubung dengan *power* dan sistem aktuator dalam kondisi hidup atau mati.

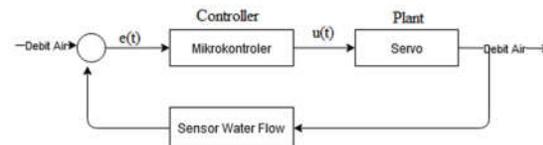
B. Pengujian Sensor Water Flow

Pengujian ini dilakukan kalibrasi terlebih dahulu untuk melakukan proses pengecekan alat ukur agar mendapatkan akurasi dengan membandingkan standar alat ukur. Pada pengujian aliran debit air ini dilakukan

kalibrasi dengan membandingkan hasil dari pengujian terhadap gelas ukur 2L.

C. Perancangan Sistem PID

Konsep blok diagram yang ada pada sistem ini diberikan pada Gambar 3.2



Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem Kendali PID HEROIG

Pada Gambar 2.28, dapat dilihat bahwa sistem kendali PID dibutuhkan pada sistem *close loop* dimana kestabilan air dibutuhkan sampai pada titik (*set point*) tertentu. Pengendali menggunakan mikrokontroler dan motor servo berlaku sebagai *plant* pada sistem kendali HEROIG, pada alat ini diharapkan dapat mengeluarkan keluaran debit air sesuai input yang diinginkan oleh karena itu diperlukan sensor *water flow* yang berlaku sebagai penghitung aliran debit air. Dalam aplikasi produk HEROIG menggunakan pengendali PID sebagai pengendali keluaran air keran sesuai dengan inputan

D. Perancangan Pengujian

Pengujian kinerja sistem ini terfokus pada sistem kontrol PID yang ada pada HEROIG. Selain itu juga, pengujian yang dilakukan bagian akuisisi data sensor *water flow*.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Water Flow

Dari pengujian tersebut diperoleh hasil terbaik yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Water Flow

Pengujian Ke-	Pengukuran	Pembacaan Sensor	Selisih	Galat (%)
1	19,60	18,69	0,91	4,64
2	18,67	19,49	0,81	4,39
3	18,34	16,91	1,43	7,80
4	18,21	19,05	0,83	4,61
5	18,24	18,96	0,71	3,95
6	17,91	17,71	0,20	1,12
7	17,66	18,42	0,75	4,30
8	17,71	18,33	0,61	3,50
9	17,62	19,14	1,51	8,63
10	18,46	18,25	0,21	1,14
rata-rata	18,24	18,49	0,80	4,40

$$\text{Rumus Galat} = \left| \frac{\text{Hasil Pengukuran} - \text{Hasil Sensor}}{\text{Hasil Pengukuran}} \right| \times 100\% \quad (4.1)$$

$$\text{Rata - rata} = \sum \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \quad (4.2)$$

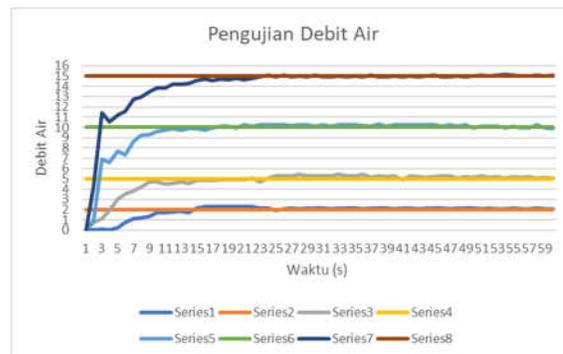
Dari hasil pengujian sensor *water flow* menunjukkan bahwa galat yang didapatkan sebesar 4,40 %, yang artinya masih dalam batas toleransi karena dalam pengukuran sensor *water flow* tidak selamanya akurat mengingat dari prinsip kerja dari karakteristik sensor itu sendiri. Galat merupakan sebuah nilai kesalahan yang didapatkan dari selisih hasil pengukuran dengan hasil pembacaan sensor itu sendiri. Galat didapatkan dengan menggunakan Persamaan 4.1 dan hasilnya dijabarkan pada Tabel 4.1. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi kesalahan dalam pengujian ini yaitu bisa saja disebabkan oleh pergerakan rotor yang ada pada sensor melakukan pembacaan akibat kondisi udara didalam pipa itu sendiri.

B. Pengujian Sistem Kontrol PID

1. Pengujian Sistem Kendali PID dalam Mencapai Kondisi Setpoint

Pengujian sistem ini dilakukan menggunakan *setpoint* sebesar 2L, 5L, 10L dan 15L dengan masing-masing

selama 60 menit. Hasil dari respon sistem kendali PID dari setiap nilai *setpoint* dibandingkan disetiap pengujian. Tabel 4.2 menunjukkan adanya hasil repon sistem yang diberikan pada masing-masing *setpoint*.



Gambar 4. 1 Hasil Pengujian Kontrol PID

Dari data pengujian kontrol PID dalam mencapai *setpoint* dapat dilihat pada Gambar 4.1 yang menunjukkan adanya nilai *error* yang ada pada sistem. Nilai *error* ini bisa dicari menggunakan Persamaan 2.2. Dengan melihat respon grafik yang diberikan pada pengujian saat *setpoint* 2L didapatkan nilai overshoot *error* <14%. pengujian saat *setpoint* 5L didapatkan nilai overshoot *error* <8,2%. pengujian saat *setpoint* 2L didapatkan nilai overshoot *error* <3,4%. pengujian saat *setpoint* 2L didapatkan nilai overshoot *error* <1%. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai *setpoint* yang diberikan maka nilai *error* yang didapatkan semakin kecil.

2. Pengujian Sistem Kendali terhadap Perubahan Nilai Kp, Ki dan Kd

Pengujian ini dilakukan dengan memberi perubahan pada nilai parameter Kp, Ki dan Kd untuk mengetahui perbedaan respon sistem yang terjadi. Dengan mengambil salah satu sampel *setpoint* dengan 2L/menit diperoleh hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Perubahan Konstanta PID

Parameter PID	Rising Time(s)	Error sistem	Error overshoot	Overshoot(%)
Kp	0,5	17	0,19	0,17
	1	14	0,15	0,29
	1,5	13	0,1	0,77
Ki	0,5	31	0,46	0,05
	1	14	0,15	0,29
	1,5	12	0,13	0,65
Kd	0,5	14	0,18	0,29
	1	14	0,15	0,29
	1,5	14	0,22	0,53

Dari data pengujian kontrol PID terhadap pengaruh nilai Kp, Ki dan Kd dapat dilihat pada Tabel 4.2 yang menunjukkan adanya perubahan *rise time*, *steady state error*, dan *overshoot* pada sistem. Pada perubahan nilai parameter Kp menunjukkan bahwa semakin besar nilai Kp yang diberikan maka semakin cepat rise time atau waktu untuk mencapai setpoint. Akan tetapi, semakin besar konstanta proporsional yang diberikan maka tingkat *overshoot* juga semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang diberikan sudah sesuai dengan teori yang sudah dijelaskan pada Bab II. Pada perubahan nilai parameter Ki menunjukkan bahwa semakin besar nilai konstanta integral maka akan semakin cepat *rise time* dan kondisi *overshoot* juga semakin tinggi. Pada Tabel 4.2 juga menunjukkan bahwa kondisi ketika $K_i < 1$ respon untuk mencapai *setpoint* ini membutuhkan waktu yang lama yaitu sekitar 31 detik. Sehingga disarankan untuk memberikan nilai parameter Ki pada sistem ini yaitu kurang lebih sama dengan 1. Pada perubahan nilai parameter Kd menunjukkan bahwa semakin besar nilai konstanta derivatif yang diberikan maka tidak terlalu berpengaruh terhadap perubahan *rise time* dan juga tidak terlalu berpengaruh terhadap *overshoot* pada sistem ini. Akan tetapi, saat diberikan $K_d > 1$ maka ada tingkat *overshoot* akan semakin tinggi.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian terkait sistem ini dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Sistem pemantauan dan pengendalian debit air telah berhasil dikembangkan pada sistem *Home Water Flow Monitoring*. Hasil pengujian kontrol PID didapatkan hasil *maximum overshoot* dengan eror <14%.
2. Pengendalian debit air dapat dikendalikan menggunakan kontrol PID dan didapatkan nilai

parameter terbaik pada $K_p = 1$, $K_i = 1$, dan $K_d = 0,5$.

REFERENSI

- [1] Romadhan, M. R., Jefiza, A., Arifin, M., & Suciningtyas, I. K. L. N. (2020). Keran Air Plug-in Otomatis. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 4(2), 30-33.
- [2] Sasongko, E. B., Widyastuti, E., & Priyono, R. E. (2014). Kajian kualitas air dan penggunaan sumur gali oleh masyarakat di sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 12(2), 72-82.
- [3] Hidayatullah, M. (2016). Sistem Kendali Keran Wudhu Otomatis Menggunakan Sensor Passive Infra Red (Pir) Berbasis Mikrokontroler Atmega8535 Untuk Menghemat Penggunaan Air. *Jurnal Tambora*, 1(2), 40-47
- [4] Nizar, L. F. (2015). Sistem Pengendali Kecepatan Motor DC Pada Lift Barang Menggunakan Kontroler PID Berbasis Atmega 2560. *Jurnal Mahasiswa TEUB*, 2(7)
- [5] SAMBUDI, E. A. (2014). *PURWARUPA PEMANTAUAN DEBIT AIR PDAM MENGGUNAKAN SENSOR ALIRAN AIR G1/2 BERBASIS ARDUINO UNO* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada)
- [6] Khuzzai, R. (2018). PROTOTIPE SISTEM KENDALI KERAN ELEKTRIK PADA METERAN AIR PDAM BERBASIS APLIKASI ANDROID
- [7] M. Fajar Wicaksono, "Implementasi Modul Wifi Nodemcu Esp8266 Untuk Smart Home," *J. Tek. Komput. Unikom-Komputika*, vol. 6, no. 1, pp. 9–14, 2017.
- [8] Z. Jamal, J. Informatika, Z. Jamal, and F. I. Komputer, "Implementasi Kendali PID Penalaan Ziegler-Nichols," vol. 15, no. 1, pp. 81–88, 2015.
- [9] Towe Pro, "Data Sheet MG995 High Torque Metal Gear Dual Ball Bearing Servo," *Electonic Caldas*, 201
- [10] Arindya, R. (2016, April). Penalaan kendali PID untuk pengendali proses. In *PROSIDING SEMINAR NASIONAL CENDEKIAWAN*

- [11] Ogata, Katsuhiko. 1997. "Teknik Kontrol Automatik". Terjemahaan Edi Laksono. Jakarta : Erlangga
- [12] Iwan Setiawan, *Kontrol PID untuk Proses Industri*. Surabaya, Jawa Timur, Indonesia: PT. Elex Media Komputindo, 2008.
- [13] Wicaksono, H. (2004). Analisa Performansi dan Robustness Beberapa Metode Tuning Kontroler PID pada Motor DC. *Jurnal Teknik Elektro*, 4(2).
- [14] Trisianto, C. (2018, July). Penggunaan metode waterfall untuk pengembangan sistem monitoring dan evaluasi pembangunan pedesaan. In *ESIT* (Vol. 12, No. 1, pp. 8-22).

Analisis Kelayakan Pemasangan *Load Break Switch* (LBS) Penyulang Rindik Pada Proses *Manuver* Antar Penyulang Di PLN ULP Toboali

Syarifah¹, Rudy Kurniawan^{1*}, Asmar¹
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung¹

*Email : rudy14k@gmail.com

ABSTRACT

The electric power distribution system is very important for the distribution of electricity to consumers, especially for the continuity of voltage and power services. Currently, due to the maintenance / maintenance of Circuit Breakers in the Rindik feeders, it is necessary to maneuver the load by installing an LBS Load Break Switch (LBS) between the two feeders. From that it is necessary to do an analysis of the power flow between the existing conditions and after the maneuver, obtained based on the Software Simulation in the first condition seen from the end voltage of the Bencah feeder, which is 19,423 kV, with power losses of 0.129 MW. The results of the second condition power flow can be seen at the tip voltage at the Bencah feeder, which is 18,153 kV with a power loss of 0.294 MW. And the simulation results. The third condition of the power flow can be seen from the tip of the Bencah feeder and the City turtle, the value of the end of the Bencah feeder is 18,969 kV and the tip voltage at the City feeder is 19,395 kV with a total power loss of 0.304 MW. Judging from the results of the 3 simulation simulation results, the maneuvering load that produces a good end voltage, and has the most small power losses, is in the first condition maneuver simulation so that it can be stated Load Brek Switch (LBS) Gang asem the first condition is feasible to install.

Keywords : *Rindik Feeder, Bencah Feeder and Kota Feeder, Load Maneuver, Distribution Network, Load Break Switch*

INTISARI

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan hal yang sangat penting terhadap penyaluran listrik ke konsumen, terutama pada kontinuitas pelayanan tegangan dan daya. saat ini karena adanya *maintenance circuit Breaker* pada penyulang Rindik, maka penyulang Rindik harus dilakukan *manuver* beban dengan pemasangan *Load Break Switch* diantara kedua penyulang. dari itu perlu dilakukan analisis mengenai aliran daya antara kondisi *eksisting* dan sesudah *manuver*, didapatkan berdasarkan Simulasi *Software* pada kondisi pertama dilihat dari tegangan ujung penyulang Bencah yaitu 19,423 kV, dengan Rugi-rugi daya sebesar 0,196 MW. Hasil aliran daya kondisi kedua dapat dilihat pada tegangan ujung pada penyulang Bencah yaitu sebesar 18,153 kV dengan rugi daya sebesar 0,294 MW dan Hasil Simulasi *Software* kondisi ketiga aliran daya dapat dilihat dari ujung penyulang Bencah dan penyulang Kota, nilai tegang ujung penyulang Bencah yaitu sebesar 18,769 kV dan tegangan ujung pada penyulang Kota yaitu sebesar 19,395 kV dengan rugi daya keseluruhan yaitu sebesar 0,304 MW. Dilihat dari hasil simulasi 3 kondisi simulasi *manuver* yang dilakukan, *manuver* beban yang menghasilkan tegangan ujung yang baik, serta memiliki rugi-rugi daya yang paling kecil, adalah pada simulasi *manuver* kondisi pertama sehingga dapat dinyatakan *Load Break Switch* Gang asem kondisi pertama layak untuk dipasang.

Kata kunci: Penyulang Rindik, Penyulang Kota, Penyulang Bencah, *Manuver* Beban, Jaringan Distribusi, *Load Break Switch*

I. PENDAHULUAN

Analisis aliran daya ialah analisis yang digunakan untuk menentukan dan menghitung tegangan, arus, daya, dan faktor daya atau daya reaktif yang terdapat pada berbagai titik dalam suatu jaringan listrik pada keadaan pengoperasian normal, baik yang sedang berjalan maupun yang diharapkan akan terjadi di masa

yang akan datang. Analisis aliran daya sangat penting dalam dalam perencanaan pengembangan suatu sistem tersebut banyak tergantung pada efek interkoneksi dengan sistem tenaga yang lain, beban yang baru, stasiun pembangkit baru, serta saluran transmisi baru, sebelum semuanya dipasang (*Stevenson, 1983*).

PLN adalah perusahaan BUMN yang bertugas untuk memenuhi kebutuhan listrik, di tuntut untuk

menyediakan energi listrik yang cukup, baik secara kuantitas maupun kualitas. PLN harus mampu menjawab tantangan ini dengan peningkatan pelayanan dan penyediaan energi listrik. Listrik yang di salurkan ke pelanggan harus secara kontinyu, aman, dan efisien dalam biaya pengoperasiannya, PLN harus menjaga penyaluran tenaga listrik kepada pelanggan sehingga tidak padam. Namun karena sistem kelistrikan yang sangat kompleks, mulai dari pusat pembangkit hingga sampai ke konsumen, maka tidak dipungkiri dalam penyaluran listrik ke pelanggan akan berjalan mulus 100% tanpa adanya gangguan yang bisa menyebabkan aliran daya ke konsumen terputus, pemutusan aliran listrik tersebut juga bisa di akibatkan karena adanya pemadaman yang sudah terjadwal oleh PLN untuk suatu pekerjaan pemeliharaan jaringan. Namun pada konsumen tentu yang termasuk dalam golongan VIP seperti pabrik, rumah sakit, industri menengah, sehingga aliran listrik tidak boleh terputus dalam waktu yang lama karena dapat menghambat proses kegiatan perusahaan, sehingga membutuhkan suplai cadangan untuk mengantisipasi ketika aliran daya dari jaringan listrik utama terputus. Diperlukan penanganan untuk mengurangi area pemadaman listrik karena adanya maintenance/ pemeliharaan circuit Breaker. Salah satu caranya dengan melakukan *manuver* beban pada jaringan distribusi. *Manuver* adalah teknik manipulasi jaringan dengan membuka atau menutup peralatan *Switching* pada jaringan untuk membatasi wilayah padam sesuai dengan kebutuhan.

Berdasarkan kondisi kelistrikan sistem saat ini dikarenakan adanya maintenance/ pemeliharaan circuit Breaker pada penyulang rindik, pihak PLN sedang berencana menabahkan Load Break Switch dengan cara melakukan *manuver* beban pada penyulang Rindik dari itu perlu dilakukan analisis mengenai aliran daya antara kondisi *eksisting* dan sesudah *manuver* pada penyulang Rindik di PLN ULP Toboali. penyulang distribusi yang menjadi objek penelitian adalah Penyulang Rindik. objek *manuver* yang akan dilakukan yaitu pada penyulang Bencah dan Penyulang Kota yang Di Pasok dari PLTD Toboali. yang dimana Penyulang Rindik akan di *manuver* ke penyulang Bencah dan penyulang Rindik *manuver* ke penyulang bencah dan Penyulang Kota, dengan menambahkan LBS diantara Kedua penyulang

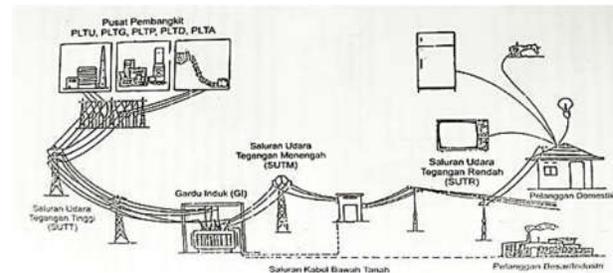
Harapan setelah penelitian ini adalah didapatkannya aliran daya tegangan ujung dan rugi-rugi yang baik sebelum dan setelah pemasangan *Load*

Break Switch, agar dapat disimpulkan layak atau tidaknya pemasangan *Load Break Switch* tentang “Analisis Kelayakan Pemasangan *Load Break Switch* Penyulang Rindik pada proses *Manuver* antar penyulang di PLN ULP Toboali”. Penelitian ini menggunakan *software simulasi* sistem tenaga listrik untuk mempermudah dan mempercepat dalam proses perhitungan aliran daya.

II. LANDASAN TEORI

A. Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik merupakan suatu kesatuan yang terintegrasi mulai dari pembangkit, transmisi, sampai distribusi dalam upaya menyalurkan listrik dari produsen kepada konsumen. Ada tiga bagian penting dalam proses penyaluran tenaga listrik, yaitu



pembangkitan, penyaluran (transmisi), dan distribusi. Sistem tenaga listrik dilihatkan pada Gambar 1.

Gambar 1. Sistem Tenaga Listrik

Tenaga listrik dibangkitkan dalam pusat-pusat listrik seperti PLTA, PLTU, PLTG, PLTP, dan PLTD. Nominal tegangan pada generator besar biasanya berkisar antara 13,8 kV sampai 24 kV. Tidak ada standar umum yang dibuat untuk tegangan generator. Kemudian disalurkan melalui saluran transmisi setelah terlebih dahulu dinaikkan tegangannya oleh transformator penaik tegangan (*step up transformer*) yang ada di pusat pembangkit. Menurut nominal tegangannya, saluran transmisi dibagi menjadi 3 yaitu saluran udara tegangan tinggi yang nominalnya 115, 138 dan 230 kV, saluran udara tegangan ekstra tinggi yang nominal tegangannya 345, 500 dan 765 kV serta saluran udara tegangan ultra tinggi yang nominal tegangannya berkisar antara 1000 – 1500 kV. Saluran transmisi tegangan tinggi di PLN kebanyakan mempunyai tegangan 66 kV, 150 kV, dan 500 kV. Saluran transmisi ada yang berupa saluran udara dan ada pula yang berupa kabel tanah.

B. Sistem Distribusi

Sistem distribusi adalah keseluruhan komponen dari sistem tenaga listrik yang menghubungkan secara langsung antara sumber daya yang besar (seperti gardu transmisi) dengan konsumen tenaga listrik. Secara umum yang termasuk ke dalam sistem distribusi antara lain:

1. Gardu Induk (GI)
2. Jaringan Subtransmisi
3. Gardu Distribusi Utama
4. Saluran Penyulang Utama
5. Transformator Distribusi
6. Rangkaian Sekunder

C. Load Break Switch (LBS)

Saklar pemutus beban (*Load Break Switch/LBS*) merupakan saklar atau pemutus arus tiga fasa untuk penempatan di luar ruas pada tiang panjang, yang di kendalikan secara manual maupun secara *elektronis*. *Load break switch* (LBS) mirip dengan alat pemutus tegangan (PMT) atau *Circuit Breaker* (CB) dan biasanya di pasang dalam saluran disribusi listrik.



Gambar 2. Load Break Switch (LBS)

D. Jenis Penghantar Tegangan Menengah

Bahan konduktor yang paling umum digunakan adalah tembaga dan aluminium serta aluminium campuran. Dilihat dari jenis isolasi yang digunakan, konduktor terdiri dari dua jenis yaitu konduktor atau kawat telanjang dan konduktor berisolasi (XLPE).

Khusus untuk transmisi umumnya digunakan beberapa jenis penghantar yaitu: *AAC* (*All Aluminium Conductor*), *AAAC* (*All Aluminium Alloy Conductor*), *ACSR* (*Alluminium Conductor Steel Reinforced*), dan *ACAR* (*Alluminium Conductor Alloy Reinforced*).

E. Metode Newton Raphson

Untuk menerapkan metoda *Newton-Raphson* pada penyelesaian persamaan aliran beban kita dapat memilih untuk menyatakan tegangan rel dan admitansi

saluran dalam bentuk polar atau bentuk siku-siku. Jika persamaan berikut:

$$P_k - jQ_k = V_k^* \sum_{n=1}^N Y_{kn} V_n \quad (1)$$

Dipilih bentuk polar dan kita uraikan persamaan (1) ke dalam unsur nyata dan khayalnya dengan

$$V_k = |V_k| \angle \delta_k \quad V_n = |V_n| \angle \delta_n \quad (2)$$

$$Y_{kn} = |Y_{kn}| \angle \theta_{kn} \quad (3)$$

selanjutnya,

$$P_k - jQ_k = \sum_{n=1}^N |V_k V_n Y_{kn}| \angle \theta_{kn} + \delta_n - \delta_k \quad (4)$$

maka,

$$P_k = \sum_{n=1}^N |V_k V_n Y_{kn}| \cos(\theta_{kn} + \delta_n - \delta_k) \quad (5)$$

$$Q_k = - \sum_{n=1}^N |V_k V_n Y_{kn}| \sin(\theta_{kn} + \delta_n - \delta_k) \quad (6)$$

Seperti pada metoda *Gauss-Seidel* rel berayun diabaikan dari penyelesaian iterasi untuk menentukan tegangan, karena baik besar tegangan maupun sudut tegangan pada rel tersebut telah ditentukan. Jika untuk sementara kita tunda pembahasan rel-rel dengan pengaturan-tegangan, kita dapat menentukan P dan Q pada semua rel kecuali rel berayun dan memperkirakan besar dan sudut tegangan pada setiap rel kecuali rel berayun di mana besar dan sudut tegangan sudah ditetapkan. Kita gunakan nilai perkiraan ini untuk menghitung nilai P_k dan Q_k dari Persamaan (5) dan (6) dan mendefinisikan :

$$\Delta P_k = P_{k,spec} - P_{k,calc} \quad (7)$$

$$\Delta Q_k = Q_{k,spec} - Q_{k,calc} \quad (8)$$

Subskrip "*spec*" berarti "yang ditetapkan" (*specified*) sedangkan "*calc*" berarti "yang dihitung" (*calculated*).

Jacobian terdiri dari turunan parsial P dan Q terhadap masing-masing variabel dalam Persamaan (5) dan (6). Unsur-unsur matriks kolom $\Delta \delta_k^{(0)}$ dan $\Delta |V_k|^{(0)}$ bersesuaian dengan $\Delta x_1^{(0)}$ dan $\Delta x_2^{(0)}$ dan merupakan koreksi yang harus ditambahkan pada perkiraan semula $\delta_k^{(0)}$ dan $|V_k|^{(0)}$ untuk mendapatkan nilai baru bagi perhitungan $\Delta P_k^{(1)}$ dan $\Delta Q_k^{(1)}$.

Untuk penyederhanaannya akan kita tuliskan persamaan matriks untuk suatu sistem yang terdiri hanya dari tiga buah rel. Jika rel berayun adalah nomor 1, perhitungan kita mulai pada rel 2 karena besar dan sudut tegangan sudah ditentukan pada rel berayun. Dalam bentuk matriks.

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial P_2^{(k)}}{\partial \delta_2} & \frac{\partial P_2^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial P_2^{(k)}}{\partial |V_2|} & \frac{\partial P_2^{(k)}}{\partial |V_n|} \\ \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial \delta_2} & \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial |V_2|} & \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial |V_n|} \\ \frac{\partial Q_2^{(k)}}{\partial \delta_2} & \frac{\partial Q_2^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial Q_2^{(k)}}{\partial |V_2|} & \frac{\partial Q_2^{(k)}}{\partial |V_n|} \\ \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial \delta_2} & \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial |V_2|} & \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial |V_n|} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta P_2 \\ \Delta P_3 \\ \Delta Q_2 \\ \Delta Q_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta \delta_2 \\ \Delta \delta_3 \\ \Delta V_2 \\ \Delta V_3 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Tanda yang biasanya menunjukkan nomor iterasi telah ditiadakan dalam persamaan (9) karna sudah tentu, nomor-nomor tersebut berubah pada setiap iterasi. Unsur *Jacobian* diperoleh dengan membuat turunan parsial dari rumus untuk P_k dan Q_k dan memasukkan ke dalamnya tegangan-tegangan yang diperkirakan untuk iterasi pertama atau yang diperhitungkan dalam iterasi yang terdahulu dan terakhir. *Jacobian* itu telah disekat untuk memperjelas adanya bermacam-macam jenis umum turunan parsial yang muncul pada masing-masing submatriks. Misalnya, dari persamaan (5) kita dapatkan:

$$\frac{\partial P_k}{\partial \delta_n} = -|V_k V_n Y_{kn}| \sin(\theta_{kn} + \delta_n - \delta_k) \quad (10)$$

dengan $n \neq k$ dan

$$\frac{\partial P_k}{\partial \delta_n} = \sum_{n \neq k}^N |V_k V_n Y_{kn}| \sin(\theta_{kn} + \delta_n - \delta_k) \quad (11)$$

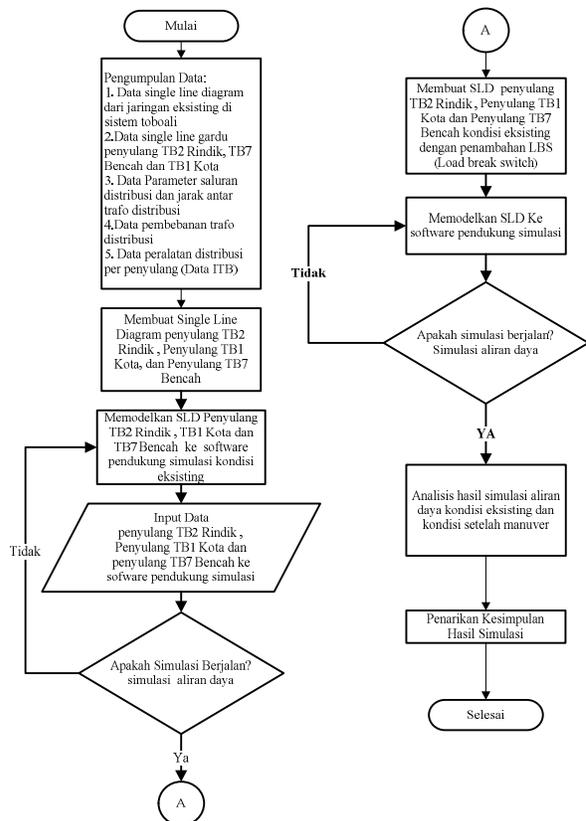
Dalam penjumlahan di atas, jelas bahwa $n \neq k$ karna δ_k akan hilang dari persamaan (9) jika $n=k$. Bentuk umum yang serupa dari turunan parsial dapat diperoleh dari persamaan (10) dan (11) untuk menghitung unsur-unsur pada submatriks yang lain.

Persamaan (9) dan persamaan serupa yang menyangkut rel-rel yang lebih banyak diselesaikan dengan membalikkan *Jacobian*. Nilai yang didapatkan untuk $\Delta \delta_k$ dan $\Delta |V_k|$ ditambah pada nilai terdahulu daro besar dan sudut tegangan untuk mendapatkan nilai baru untuk $P_{k,calc}^{(1)}$ dan $Q_{k,calc}^{(1)}$, untuk memulai iterasi berikutnya. Proses ini diulangi hingga indeks ketepatan yang diterapkan pada kuantitas di kedua matrikas kolom telah terpenuhi. Tetapi untuk mencapai kovergensi perkiraan pertama tentang tegangan harus cukup mendekati kenyataan.

Rel-rel dengan tegangan yang diatur dapat diperhitungkan dengan mudah. Karna pada rel semacam itu besarnya tegangan konstan, kolom diferensial parsial terhadap besar tegangan real itu dihilangkan dalam *Jacobian*. Pada tahap ini kita tidak berminat pada nilai Q dari rel itu, jadi kita hilangkan pula baris diferensial parsial dari Q untuk rel dengan pengaturan tegangan itu. Nilai Q pada rel itu dapat ditentukan setelah konvergensi dari persamaan (6).

III. METODE PENELITIAN

Untuk memudahkan penelitian maka dibuatlah diagram alir langkah penelitian. Adapun diagram alir langkah penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Langkah Penelitian

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perhitungan dan Simulasi

Penyelesaian aliran daya dengan metode *Newton-Raphson*.

$$\begin{bmatrix} \Delta P_2 \\ \Delta P_3 \\ \Delta Q_2 \\ \Delta Q_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_2^{(k)}}{\partial \delta_2} & \frac{\partial P_2^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial P_2^{(k)}}{\partial |V_2|} & \frac{\partial P_2^{(k)}}{\partial |V_n|} \\ \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial \delta_2} & \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial |V_2|} & \frac{\partial P_n^{(k)}}{\partial |V_n|} \\ \frac{\partial Q_2^{(k)}}{\partial \delta_2} & \frac{\partial Q_2^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial Q_2^{(k)}}{\partial |V_2|} & \frac{\partial Q_2^{(k)}}{\partial |V_n|} \\ \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial \delta_2} & \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial \delta_n} & \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial |V_2|} & \frac{\partial Q_n^{(k)}}{\partial |V_n|} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta_2 \\ \Delta \delta_3 \\ \Delta V_2 \\ \Delta V_3 \end{bmatrix}$$

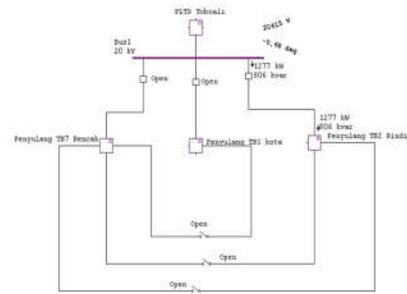
Hasil simulasi *software* kondisi *eksisting* penyulang Rindik *single line diagram* pada *software* dibuat lebih sederhana. Nilai rugi daya kondisi *eksisting* dapat dilihat pada Gambar 4.

	MW	Mvar	MVA	%PF
Source(Strong Bus):	1.279	0.829	1.524	83.93 Lagging
Source(Weak/Reg Bus):	0.000	0.000	0.000	
Total Demand:	1.279	0.829	1.524	83.93 Lagging
Total Motor Load:	1.349	0.774	1.469	85.00 Lagging
Total Static Load:	0.000	0.000	0.000	
Total Constant Load:	0.000	0.000	0.000	
Total Onload Load:	0.000	0.000	0.000	
Apparent Losses	0.031	0.357		
System Minimum:	0.000	0.000		

Gambar 4. *Summary report* kondisi *eksisting* penyulang Rindik

Dari Gambar 4 dapat diketahui dari *simulasi summary report* pada *software* penyulang rindik diperoleh rugi-rugi daya aktif 31 kW dan rugi daya reaktif 55 kvAr. Rugi-rugi daya tersebut dipengaruhi oleh panjang saluran dan luas panjang kawat penghantar. Nilai rugi-rugi ini relatif tinggi untuk daya yang hilang. Namun PLN sendiri tidak memiliki standar untuk nilai rugi-rugi daya maksimal yang diizinkan dalam suatu jaringan. hanya meminimalisir sekecil mungkin agar memperkecil kerugian pada perusahaan.

B. Kondisi Eksiting Penyulang Rindik



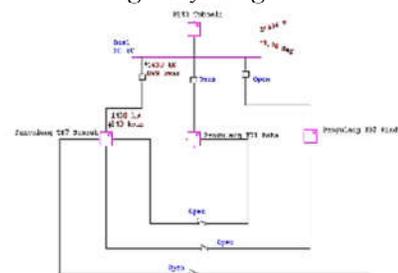
Gambar 5. Hasil Simulasi *software* kondisi *eksisting* penyulang Rindik

	MW	Mvar	MVA	%PF
Source(Strong Bus):	1.279	0.829	1.524	83.93 Lagging
Source(Weak/Reg Bus):	0.000	0.000	0.000	
Total Demand:	1.279	0.829	1.524	83.93 Lagging
Total Motor Load:	1.349	0.774	1.469	85.00 Lagging
Total Static Load:	0.000	0.000	0.000	
Total Constant Load:	0.000	0.000	0.000	
Total Onload Load:	0.000	0.000	0.000	
Apparent Losses	0.031	0.357		
System Minimum:	0.000	0.000		

Gambar 6. *Summary report* kondisi *eksisting* penyulang Rindik

Dari Gambar 4 dan 5 dapat diketahui dari *simulasi summary report* pada *software* penyulang rindik diperoleh rugi-rugi daya aktif 31 kW dan rugi daya reaktif 55 kvAr. Rugi-rugi daya tersebut dipengaruhi oleh panjang saluran dan luas panjang kawat penghantar. Nilai rugi-rugi ini relatif tinggi untuk daya yang hilang. Namun PLN sendiri tidak memiliki standar untuk nilai rugi-rugi daya maksimal yang diizinkan dalam suatu jaringan. hanya meminimalisir sekecil mungkin agar memperkecil kerugian pada perusahaan.

C. Kondisi Eksiting Penyulang Bencah



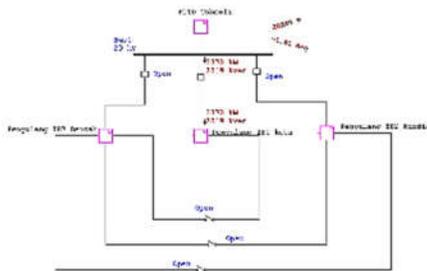
Gambar 7. Hasil Simulasi *software* kondisi *eksisting* penyulang Bencah

	MW	Mvar	MVA	%PF
Source(Using Busbar)	1.428	0.270	1.674	85.62 Lagging
Source(Using String Busbar)	0.000	0.000	0.000	
Total Demand	1.428	0.270	1.674	85.62 Lagging
Total Actual Load	1.367	0.247	1.609	85.60 Lagging
Total Busbar Load	0.000	0.000	0.000	
Total Demand Load	0.000	0.000	0.000	
Total Demand Load	0.000	0.000	0.000	
Applied Losses	0.061	0.023		
System Maximum	0.000	0.000		

Gambar 8. Summary report kondisi eksisting penyulang Bencah

Dari Gambar 7 dan 8. dapat diketahui dari simulasi summary report pada software penyulang rindik diperoleh rugi-rugi daya aktif 63 kW dan rugi daya reaktif 23 kvAr. Rugi-rugi daya tersebut dipengaruhi oleh panjang saluran dan luas panjang kawat penghantar. Nilai rugi-rugi ini relatif tinggi untuk daya yang hilang. Namun PLN sendiri tidak memiliki standar untuk nilai rugi-rugi daya maksimal yang diizinkan dalam suatu jaringan. hanya meminimalisir sekecil mungkin agar memperkecil kerugian pada perusahaan.

D. Kondisi Eksiting Penyulang Kota



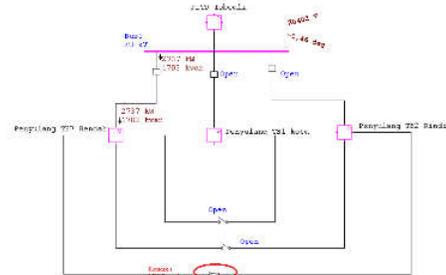
Gambar 9. Hasil Simulasi software kondisi eksisting penyulang Kota

	MW	Mvar	MVA	%PF
Source(Using Busbar)	3.386	3.384	4.741	81.76 Lagging
Source(Using String Busbar)	0.000	0.000	0.000	
Total Demand	3.386	3.384	4.741	81.76 Lagging
Total Actual Load	2.231	2.002	2.951	82.09 Lagging
Total Busbar Load	0.007	0.011	0.009	82.09 Lagging
Total Demand Load	0.000	0.000	0.000	
Total Demand Load	0.000	0.000	0.000	
Applied Losses	1.138	0.271		
System Maximum	0.000	0.000		

Gambar 10. Summary report kondisi eksisting penyulang Kota

Dari Gambar 9 dan 10 dapat diketahui dari simulasi summary report pada software penyulang rindik diperoleh rugi-rugi daya aktif 138 kW dan rugi daya reaktif 371 kvAr. Rugi-rugi daya tersebut dipengaruhi oleh panjang saluran dan luas panjang kawat penghantar. Nilai rugi-rugi ini relatif tinggi untuk daya yang hilang. Namun PLN sendiri tidak memiliki standar untuk nilai rugi-rugi daya maksimal yang diizinkan dalam suatu jaringan. hanya meminimalisir sekecil mungkin agar memperkecil kerugian pada perusahaan.

E. Kondisi Pertama, Kondisi Kedua, dan Kondisi Ketiga Penyulang Penyulang Rindik Manuver Ke Penyulang Bencah Serta Rugi-Rugi Daya



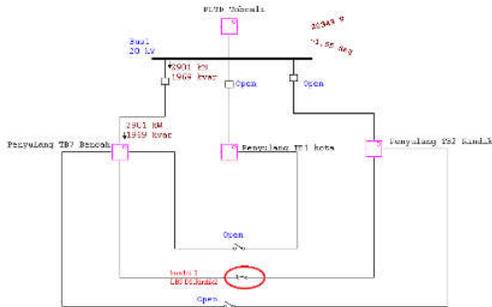
Gambar 11. Hasil simulasi software kondisi pertama penyulang rindik manuver ke penyulang bencah dengan penambahan load break switch (LBS) Gang asem

	MW	Mvar	MVA	%PF
Source(Using Busbar)	2.745	1.927	3.226	83.52 Lagging
Source(Using String Busbar)	0.000	0.000	0.000	
Total Demand	2.745	1.927	3.226	83.52 Lagging
Total Actual Load	2.616	1.621	3.078	85.69 Lagging
Total Busbar Load	0.000	0.000	0.000	
Total Demand Load	0.000	0.000	0.000	
Total Demand Load	0.000	0.000	0.000	
Applied Losses	0.129	0.306		
System Maximum	0.000	0.000		

Gambar 12. Summary report kondisi Pertama Penyulang Rindik manuver Penyulang Bencah

Dari Gambar 11 dan 12. dapat diketahui dari simulasi summary report pada software penyulang Rindik manuver ke penyulang Bencah diperoleh rugi-rugi keseluruhan daya aktif 129 kW dan rugi daya reaktif 186 kvAr. Rugi-rugi daya tersebut dipengaruhi oleh panjang saluran dan luas panjang kawat

penghantar. Nilai rugi-rugi ini relatif tinggi untuk daya yang hilang. Namun PLN sendiri tidak memiliki standar untuk nilai rugi-rugi daya maksimal yang di



izinkan dalam suatu jaringan . hanya meminimalisir sekecil mungkin agar memperkecil kerugian pada perusahaan.

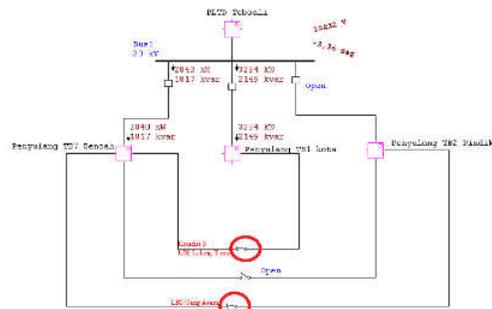
Gambar 13. Hasil simulasi software kondisi kedua penyulang rindik manuver ke penyulang benchah dengan penambahan load break switch DS. Rindik2

Simulasi Kondisi kedua *circuit breaker* pada penyulang Rindik dalam kondisi *open*, sedangkan *Load Break Switch* DS.Rindik2 dalam kondisi *close*. sehingga beban pada penyulang Rindik dialihkan ke penyulang Benchah lewat jalur interterkoneksi antara kedua penyulang. Sehingga penyulang Rindik di pasok dari penyulang Benchah. Nilai rugi-rugi daya dapat dilihat pada Gambar 14.

SUMMARY OF TOTAL GENERATION, LOADING & DEMAND				
	MW	Mvar	MVA	% PF
Source (String Breaker)	3.510	2.693	3.583	81.19 Lagging
Source (New String Breaker)	0.000	0.000	0.000	
Total Demand	2.010	2.693	3.355	81.18 Lagging
Total Motor Load	2.016	3.621	3.978	83.08 Lagging
Total Static Load	0.000	0.000	0.000	
Total Capacitor Load	0.000	0.000	0.000	
Total Other Load	0.000	0.000	0.000	
Apparatus Losses	0.254	0.471		
System Minimum	0.000	0.000		

Gambar 14. Summary report kondisi kedua Penyulang Rindik manuver Penyulang Benchah

Dari Gambar 13 dan 14. dapat diketahui dari simulasi summary report pada software kondisi kedua penyulang Rindik manuver ke penyulang Benchah diperoleh rugi-rugi keseluruhan daya aktif 286 kW dan rugi daya reaktif 453 kVAr. Rugi-rugi daya tersebut dipengaruhi oleh panjang saluran dan luas panjang kawat penghantar. Nilai rugi-rugi ini relatif tinggi untuk daya yang hilang. Namun PLN sendiri tidak memiliki standar untuk nilai rugi-rugi



daya maksimal yang di izinkan dalam suatu jaringan. hanya meminimalisir sekecil mungkin agar memperkecil kerugian pada perusahaan.

Gambar 15. Hasil simulasi software kondisi ketiga penyulang rindik manuver ke penyulang benchah dan penyulang Kota dengan penambahan load break switch Lalang tunu dan Gang

Circuit breaker pada penyulang Rindik dalam kondisi *open*, sedangkan *Load Break Switch* lalang tunu dan *load brek switch* pada Gang Asem dalam kondisi *close*. sehingga beban pada penyulang Rindik dialihkan ke penyulang Benchah dan penyulang kota lewat jalur interterkoneksi antara kedua penyulang. Sehingga penyulang Rindik di pasok dari penyulang

SUMMARY OF TOTAL GENERATION, LOADING & DEMAND				
	MW	Mvar	MVA	% PF
Source (String Breaker)	6.168	4.537	7.612	80.00 Lagging
Source (New String Breaker)	0.000	0.000	0.000	
Total Demand	6.168	4.537	7.612	80.00 Lagging
Total Motor Load	5.244	3.624	6.275	83.08 Lagging
Total Static Load	0.017	0.010	0.015	85.00 Lagging
Total Capacitor Load	0.000	0.000	0.000	
Total Other Load	0.000	0.000	0.000	
Apparatus Losses	0.364	0.676		
System Minimum	0.000	0.000		

Benchah dan penyulsng Kota. Nilai rugi daya dapat dilihat pada Gambar 16.

Gambar 16. Summary report Penyulang Rindik manuver ke penyulang benchah dan Penyulang Kota

Dari gambar 15 dan 16. dapat diketahui dari simulasi summary report pada software kondisi ketiga penyulang Rindik manuver ke penyulang Benchah dan penyulang Kota diperoleh rugi-rugi keseluruhan daya aktif 304 kW dan rugi daya reaktif 896 kVAr. Rugi-rugi daya tersebut dipengaruhi oleh panjang saluran dan luas panjang kawat penghantar. Nilai rugi-rugi ini

relatif tinggi untuk daya yang hilang. Namun PLN sendiri tidak memiliki standar untuk nilai rugi-rugi daya maksimal yang di izinkan dalam suatu jaringan. hanya meminimalisir sekecil mungkin agar memperkecil kerugian pada perusahaan.

F. Hasil Analisis Perbandingan aliran daya kondisi eksisting

Tabel 1. Perbandingan aliran daya kondisi eksisting dan analisis perbandingan Setelah *maneuver*

Aliran daya				
Kondisi	Keterangan	Rugi daya		Tegangan Terendah
		Daya aktif (mw)	Daya reaktif (mvar)	Kv
Eksisting	Rindik	0,031	0,055	20,431 Bus r234
	Bencah	0,063	0,023	19,720 Bus b72
	Kota	0,138	0,371	19,848 Bus k14b
Kondisi 1 Rindik <i>maneuver</i> ke bencah	Rindik (open)	0,129	0,186	19,423 Bus b72
	Bencah (close)			
Kondisi 2 Rindik <i>maneuver</i> ke bencah	Rindik (open)	0,294	0,471	18,153 bus b72
	Bencah (close)			
kondisi 3 Rindik <i>maneuver</i> ke bencah dan kota	Rindik (open)	0,142	0,570	18,769 bus b72
	Bencah (close)			
	Kota (close)	0,137	0,254	19,395 Bus k14b

Hasil penelitian dan pembahasan adalah penyajian hasil utama secara objektif, tanpa interpretasi, dalam suatu susunan logis dan teratur menggunakan bahasa ilustratif (gambar dan tabel) dan teks. Hasil dan pembahasan seharusnya diorganisasikan dalam suatu seri tabel atau gambar secara berurutan untuk menyajikan temuan utama bertahap dalam tiga bagian: uraian temuan data dan informasi yang terkumpul, analisis serta penjelasan sintesisnya. Sertakan data pendukung yang berupa tabel, grafik, gambar, atau alat bantu lain

seperlunya untuk memperjelas dan mempersingkat uraian yang harus diberikan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa aliran daya Penyulang Rindik antara kondisi *eksisting* dan kondisi sesudah *manuver* maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tegangan ujung pada Penyulang Rindik yaitu sebesar 20,431 kV , rugi-rugi daya pada penyulang Rindik 0,031 MW; kondi *eksisting* tegangan ujung pada Penyulang Bencah yaitu 19,720 kV , rugi-rugi daya pada penyulang Bencah 0,063 MW dan sedangkan kondi *eksisting* tegangan ujung pada Penyulang Kota yaitu sebesar 19,848 kV. rugi-rugi daya pada penyulang Kota 0,138 MW.
2. Tegangan ujung penyulang Bencah yaitu sebesar 19,423 kV dengan rugi-rugi daya yaitu 0,0129 MW dan hasil kondisi *manuver* kondisi kedua dapat dilihat pada ujung penyulang Bencah yaitu sebesar 18,153 kV dengan rugi-rugi daya yaitu 0,294 MW, dan sedangkan hasil kondisi ketiga dapat dilihat pada ujung penyulang Bencah dan ujung penyulang kota , dilihat dari ujung penyulang Bencah yaitu sebesar 18,769 kV dan tegangan ujung penyulang Kota yaitu sebesar 19,395 Kv dengan rugi-rugi daya keseluruhan yaitu sebesar 0,304 MW.
3. Hasil perbandingan simulasi dari 3 kondisi simulasi *manuver* yang dilakukan, *manuver* beban yang menghasilkan tegangan ujung yang baik, serta memiliki rugi-rugi daya yang peling kecil, adalah pada simulasi *manuver* kondisi pertama yang dimana penyulang Rindik *manuver* ke penyulang Bencah dengan penambahan *Load Brek Switch* Gang asem , tegangan dapat dilihat pada ujung pada penyulang Bencah Bus K72 yaitu sebesar 19,423 kV, Serta memiliki rugi-rugi daya sebesar 0,129 MW, yang merupakan rugi daya terkecil dari ketiga simulasi *manuver* beban yang dilakukan. Sehingga kondisi pemasangan *Load break switch* yang layak dipasang adalah kondisi *manuver* beban yang pertama.

REFERENSI

[1]. H. Y. Abriyanto, F. Arkan, dan R. Kurniawan, "Analisis Rekonfigurasi Jaringan Sistem 20 kV Bangka Untuk Meningkatkan Kualitas Pelayanan

- Pelanggan*”, Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat FT UBB Vol.1, 2017.
- [2]. D. R. Adikasi, “*Analisis Drop Tegangan dan Manuver Jaringan pada Penyulang Bawen 2 dengan ETAB Power Station 12.6*”, Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2018.
- [3]. K. Fahri, “*Analisis Aliran Daya pada Sistem Tenaga Listrik PLN Area Bangka*”, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung, 2016.
- [4]. D. Mujiono, R. Kurniawan, dan F. Arkan, “*Analisis Pemecahan Beban Penyulang Anoa Di Muntok Dengan Menggunakan Simulasi ETAB 12.6.0*”, Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat FT UBB Vol.1, 2017.
- [5]. A. G. Nigara, Y. Primadiyo, “*Aliran Daya Sistem Tenaga Listrik Pada Bagian Texturizing di PT.Asia Pasific Fiber Tbk Kandal Menggunakan Software ETAP Power Station 4.0*”, Jurnal Teknik Elektro, Vol.7 No.1 pp.7-10, 2015.
- [6]. Patmawati, “*Analisis Aliran Daya Dan Keandalan Sistem Distribusi Pada Penyulang Kampung Jeruk Garudu Induk Pangkalpinang*”, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung, 2018.
- [7]. I. Y. Pratama, dan S. T. A. Budiman, “*Analisis rugi daya saat manuver jaringan dengan etap power station 12.6*. Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.
- [8]. Suhadi, dkk., “*Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*”, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- [9]. W. D. Stevenson, “*Analisis Sistem Tenaga Listrik Ed. Keempat*”, Bandung: Erlangga, 1983.
- [10]. Y. A. Widyantoro, “*Analisis profil tegangan saat manuver jaringan di penyulang BWN-2 dengan ETAP power station 12.6*”, Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.

Alamat Redaksi & Tata Usaha

Gedung Dharma Penelitian
Jurusan Teknik Elektro - Fakultas Teknik
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung
Balunijuk, Kab. Bangka, Prov. Kep. Bangka Belitung
Laman : <http://journal.ubb.ac.id/index.php/electron>
e-mail : jurnalelectron@gmail.com

