

IMPLEMENTASI ALAT *MONITORING* SAIDI DAN SAIFI VIA SMS DAN IOT

Fitra Zahendra¹, Hikmatul Amri², Johny Custer³

^{1,2,3} Politeknik Negeri Bengkalis, Jl. Bathin Alam, Bengkalis, Riau, Indonesia

email: fitrazahendra5@gmail.com¹, hikmatul_amri@polbeng.ac.id², johnycaster@polbeng.ac.id³

Abstrak - Keandalan adalah kemampuan sistem untuk menyalurkan listrik ke pelanggan dalam standar dan jumlah yang sesuai atau sewajarnya. Dalam hal ini penulis membuat sebuah alat implementasi alat *monitoring* SAIDI dan SAIFI ia SMS dan IoT untuk membantu meningkatkan keandalan listrik, jika ada kerusakan ataupun masalah pada sistem penyaluran listrik pada pelanggan di panel listrik tegangan rendah 380 V/220 V, dapat ditangani lebih cepat oleh petugas lapangan PLN dengan sistem pesan SMS dan mempermudah mengambil data indeks bulanan/tahunan SAIDI dan SAIFI dengan menggunakan sistem penyimpanan rekap data SD *card* dan pada aplikasi Blynk sehingga memudahkan dalam melakukan evaluasi, analisa dan peningkatan keandalan jaringan sistem tenaga listrik kedepannya di Kota Bengkalis. Pada pengambilan data selama 2 minggu dari tanggal 15 hingga 29 Juli pada PHBTR di sebelah GH Hangtuah Jl. Rumbia, didapatkan 4 kali gangguan dengan rata-rata waktu gangguan 72,865 menit dan laju perbaikan 0,0137240102, selisih waktu dari pengiriman waktu pesan SMS dengan waktu data SD *card* selama 4 kali gangguan dengan rata-rata waktu 151,175 menit.

Kata Kunci – Keandalan, IoT, SAIDI dan SAIFI, Monitoring listrik

Abstract - *Reliability is the ability of the system to deliver electricity to customers in appropriate or reasonable standards and quantities. In this case, the author makes a tool for implementing SAIDI and SAIFI monitoring tools via SMS and IoT to help improve electrical reliability, if there is damage or problems in the electricity distribution system to customers in low-voltage electrical panels 380 V/220 V, it can be handled faster by PLN field officers with an SMS notification system and make it easier to retrieve SAIDI and SAIFI monthly/annual index data by using the SD card data recap storage system and on the Blynk application making it easier to evaluate, analyze and improve the reliability of the electric power system network in the future, especially at PT. Adra Brilliant Rayon of Bengkalis City. In data collection for 2 weeks from July 15 to 29 at PHBTR next to GH Hangtuah Rumbia st, found 4 interruptions with an average interruption time of 72,865 minutes and a repair rate of 0.0137240102, the time difference between sending SMS messages and SD card data for 4 interruptions with an average time of 151,175 minutes.*

Keywords – *Reliability, IoT, SAIDI and SAIFI, electricity monitoring.*

I. PENDAHULUAN

Faktor fundamental dalam menopang semua kegiatan ekonomi, sosial dan pembangunan adalah kontinuitas distribusi energi listrik. Dalam penyaluran energi listrik ke konsumen. Gangguan pada jaringan distribusi berdampak pada keandalan jaringan dan mengakibatkan pemadaman listrik bagi konsumen. Konfigurasi sistem, perangkat keselamatan yang diterapkan dan sistem pelindung semuanya memiliki dampak signifikan pada keandalan sistem. Perangkat keselamatan yang diterapkan dan sistem pelindung semuanya memiliki dampak signifikan pada keandalan sistem. PT. PLN (Persero) Lubuk Alung Rayon menetapkan target indeks kumulatif sebesar 531,510 untuk SAIDI dan 10,1 untuk SAIFI dalam menentukan keandalan atau ketidakhandalan sistem distribusi. Jika nilai SAIDI dan SAIFI terealisasi di bawah target yang ditetapkan, maka sistem distribusi dikatakan

terpercaya [4]. Meningkatnya kebutuhan energi listrik menuntut pengembangan sistem energi listrik yang handal yang mampu memasok dan mendistribusikan energi dalam suatu jaringan distribusi. Menurut SPLN No. 68-2 1986, nilai SAIFI tergolong handal dengan standar 3,2 kali/pelanggan/tahun. Namun 3,3 kali per pelanggan per tahun untuk Kota Rayon Yogya dianggap tidak dapat diandalkan karena melebihi standar yang ditentukan. Nilai SAIDI untuk penyulang Gardu Induk Kentungan di Rayon Sleman adalah 2,91 jam/pelanggan/tahun, Rayon Yogya Kota adalah 4,62 jam/pelanggan/tahun dan Rayon Kalasan adalah 1,51 jam/pelanggan/tahun. Nilai tersebut dikategorikan sangat handal karna nilainya lebih kecil dari nilai standar SPLN No 68-2 1986 yaitu sebesar SAIDI 21,09 jam/pelanggan/tahun [7]. Sebagian besar negara berkembang seperti sistem distribusi Ethiopia, kurang memperhatikan pemodelan dan penilaian dibandingkan sistem pembangkit dan transmisi. Sistem distribusi Debre Berhan sudah sangat ditingkatkan dengan menerapkan solusi komersial untuk meningkatkan. Selain itu, dengan mengurangi ketidakpastian pemasukan data, SAIFI mengalami peningkatan pendapatan sebesar 77,33 % dibandingkan dengan rata-rata nilai indeks sistem pada tahun sebelumnya. Dengan cara yang sama, SAIDI dan EENS berkurang masing-masing sebesar 80 % dan 77,77 % [1]. Indeks keandalan bisa digunakan sebagai satuan keandalan catu daya listrik. Indeks keandalan yang dipakai adalah *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI), *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) dan *Customer Average Interruption Duration Index* (CAIDI), yang menunjukkan frekuensi gangguan, durasi kerusakan dan durasi gangguan. Metode FMEA yang menganalisis dampak kegagalan perangkat pada sistem. Berdasarkan perhitungan, keandalan penyulang Kelingi meningkat sebesar ini sedangkan keandalan SAIFI tumbuh sebesar 51,94 persen pada seksi C1, 35,81 persen pada seksi C2 dan 23,96 persen pada seksi C3. Nilai reliabilitas SAIDI naik sebesar 37,59 persen pada seksi C1, 25,47 persen pada seksi C2 dan 16,8 persen pada seksi C3 [2]. Pada jaringan distribusi 20 kV dari PT. PLN (Persero) penyulang UP3 Balikpapan J6 untuk mengetahui nilai indeks keandalan dan aspek keekonomiannya. Setelah alat pemutus dipasang, indeks reliabilitas SAIDI periode 2017 adalah 111,66, SAIFI 108,90 dan CAIDI 1,03. Untuk SAIDI periode 2018, indeks reliabilitas 96,24, SAIFI 52,05 dan CAIDI 1,85. Tetapi indeks reliabilitas yang diperoleh dapat dikatakan tidak reliabel karena nilai indeks yang diperoleh tidak sesuai dengan standar/target indeks reliabilitas yang ditetapkan oleh SPLN 682: 1986, IEEE std 1366-2003 [3].

II. METODE

Sistem kerja alat ini digunakan pada panel PHBTR sebagai alat monitoring listrik dengan sensor tegangan Phase Failure Detector dengan tegangan 220V, alat ini menggunakan ESP8226 sebagai otak menjalankan program alat untuk mengatur setiap komponen yang dipakai. Komponen yang digunakan yaitu SIM 900A sebagai pemberitahu adanya gangguan berupa SMS, data logger sebagai backup penyimpan data gangguan berupa tanggal, jam, SAIDI dan SAIFI, ESP8226 sebagai memonitor dan backup data secara online dengan menggunakan aplikasi blynk. Alat ini menggunakan backup suplay menggunakan baterai 18650 dengan modul mini UPS sebagai cas baterai, penaik tegangan dan proteksi baterai dari over charge.

Untuk mengetahui keandalan dari alat monitoring SAIDI dan SAIFI yang dibuat, dapat diketahui dengan menggunakan rumus Mean time to repair (MTTR) dan laju perbaikan. MTTR adalah adalah waktu rata-rata yang diperlukan untuk melakukan perbaikan terhadap terjadinya kegagalan suatu sistem, nilai MTTR dapat dihitung menggunakan Persamaan 1 [10]:

$$MTTR = \frac{L1 + L2 + L3 + \dots + Ln}{n} \quad (1)$$

Dari hasil yang didapat bisa terlihat apakah kerusakan atau gangguan-gangguan pada penyulang tersebut bisa ditangani dengan cepat atau tidak.

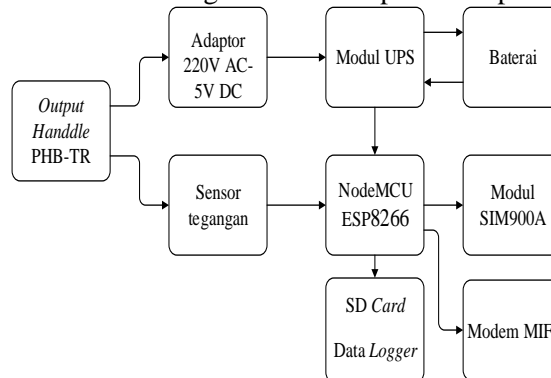
Laju perbaikan atau down time rate adalah frekuensi lamanya suatu sistem atau komponen dalam masa perbaikan (kondisi off), nilai laju perbaikan dapat dihitung menggunakan Persamaan 2 [10]:

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \quad (2)$$

Jadi semakin besar nilai μ maka semakin cepat pula waktu perbaikannya yang berarti semakin

bagus nilai keandalan suatu sistem tersebut.

Dalam pembuatan rancangan sistem keamanan pada komponen alat *monitoring* menggunakan SMS dan IoT, ada beberapa tahap yang harus dilakukan agar perangkat dapat bekerja dengan maksimal sesuai prosedur yang diharapkan dan sampai sukses mengirimkan pesan gangguan. Oleh karena itu, dalam perancangan alat *monitoring* SAIDI dan SAIFI via SMS dan IoT dibuat dalam bentuk blok diagram dan flowchart. Blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 1.

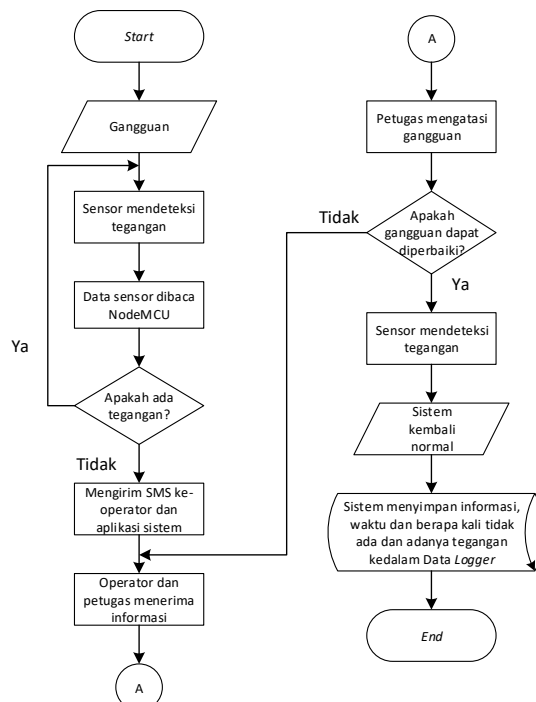


Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa sistem *monitoring* SAIDI dan SAIFI via SMS dan IoT menggunakan sensor tegangan sebagai penanda ada dan tidak adanya tegangan listrik dari jaringan listrik yang *dimonitoring*. Sensor tegangan di kontrol oleh NodeMCU ESP8266 yang kemudian diproses menjadi informasi adanya gangguan listrik pada sistem yang *dimonitoring*.

Sistem pengiriman informasi pada alat *monitoring* menggunakan SMS dan aplikasi Blynk sebagai penanda adanya gangguan listrik pada jaringan listrik dan juga memakai SD card sebagai pengumpulan data *backup* alat *monitoring* berupa lama waktu gangguan dan banyaknya gangguan yang terjadi selama alat dipasang, alat *monitoring* menggunakan 2 sumber listrik sebagai sumber listrik menghidupkan alat *monitoring*, alat *monitoring* menggunakan sumber listrik dari jaringan listrik yang *dimonitoring* dan juga menggunakan baterai sebagai sumber listrik jika jaringan listrik mati, alat *monitoring* tetap hidup walau listrik mati dengan menggunakan modul UPS sebagai pengaman pada baterai dan sebagai penyuplai komponen alat *monitoring*.

Agar alur kerja sistem mudah dipahami maka dibuat dalam bentuk diagram alir. *Flowchart* kerja sistem *monitoring* SAIDI dan SAIFI via SMS dan IoT, ditunjukkan pada Gambar 2.

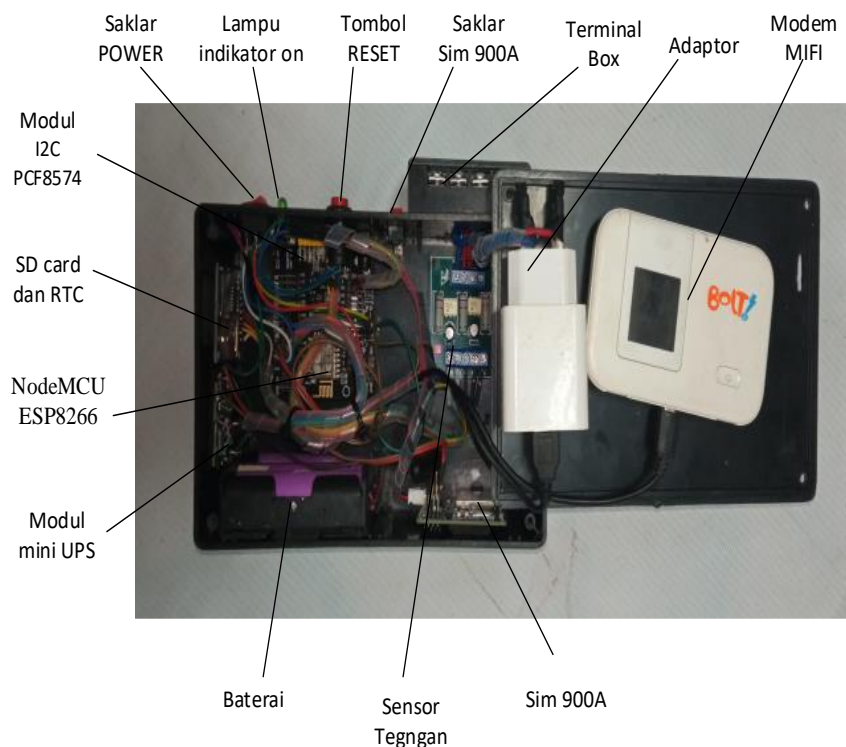


Gambar 2. Flowchart Sistem Kerja

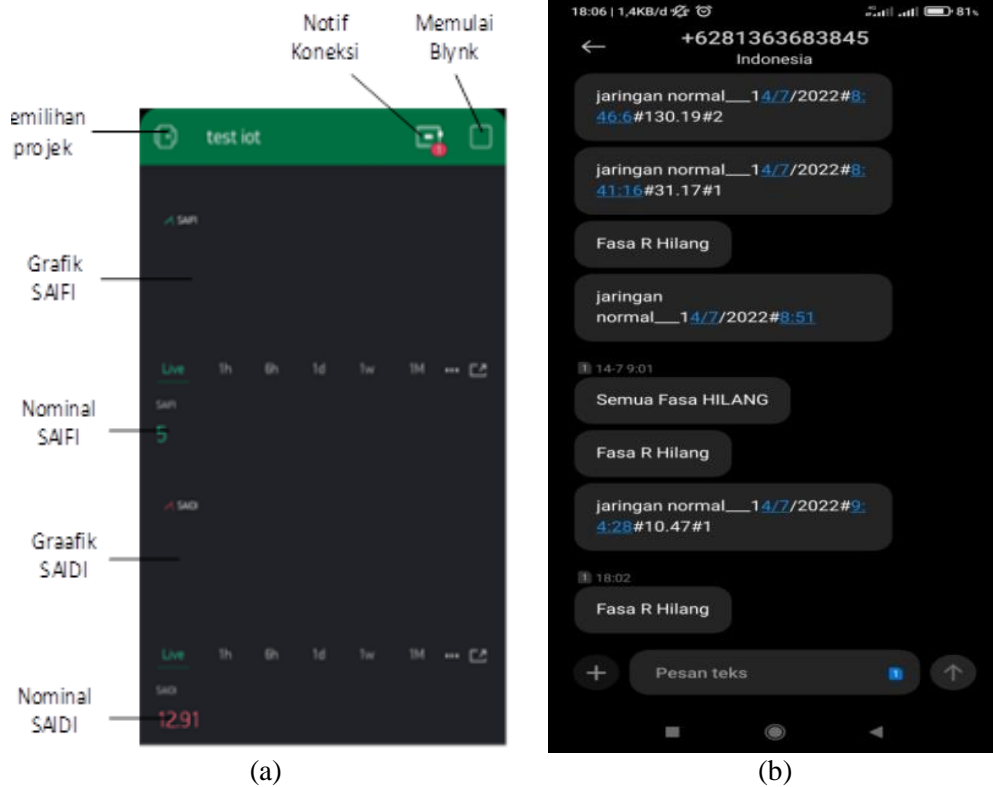
Start merupakan tahap awal permulaan dari sistem kerja alat sebagai pemicu sistem bekerja, pada tahapan ini alat sudah dipasang pada objek yang ingin dipantau. Gangguan merupakan pemicu alat untuk bekerja, yaitu ada dan tidaknya gangguan pada sistem menggunakan sensor tegangan yang terdeteksi ada atau tidak adanya tegangan yang kemudian mengirim informasi ke NodeMCU ESP8266 otak sistem monitoring. Selanjutnya NodeMCU ESP8266 membaca data yang dikirim sensor tegangan sebelum meneruskan sistem informasi. Jika tidak ada tegangan maka NodeMCU ESP8266 meneruskan informasi ke SIM 900A dan aplikasi sistem. Modul 900A sebagai alat pengirim SMS berupa informasi yang dikirim kepada operator monitoring. Aplikasi adalah sarana IoT tempat untuk melihat data melalui internet untuk memudahkan melihat data keandalan sistem secara real time. Operator dan petugas menerima informasi dari alat monitoring yang kemudian mengatasi gangguan. Selanjutnya petugas lapangan memperbaiki sumber masalah terjadinya gangguan. Jika gangguan tidak dapat diperbaiki maka petugas lapangan menginformasikan kepada operator untuk meminta bantuan untuk mengatasi gangguan dan jika gangguan dapat diperbaiki maka sensor tegangan mendeteksi adanya tegangan. Sensor tegangan kembali mendeteksi adanya tegangan dan mengirim informasi ke mikrokontroler NodeMCU ESP8266 atau otak sistem monitoring yang kemudian data disimpan pada data logger, diteruskan ke SIM 900A dan aplikasi untuk menginformasikan operator bahwa jaringan kembali normal. Setelah diatasinya gangguan, jaringan kembali normal dan dapat kembali beroperasi kembali. Data logger digunakan sebagai penyimpanan data yang menyimpan informasi pada data monitoring berupa durasi gangguan. End merupakan tahap akhir yaitu pengumpulan atau pengambilan data dari alat monitoring sebagai data akhir dari data monitoring yang kemudian menentukan handalnya suatu sistem jaringan listrik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancangan adalah alat jadi berdasarkan dari bentuk *prototype* rancangan alat, membuat alat *monitoring* listrik SAIDI dan SAIFI via SMS dan IoT. Perancangan alat yang sudah dijelaskan dalam bab sebelumnya, maka penulis memperjelas setiap tahapan proses pembuatan alat ini. Tahapan ini pun penulis harus memastikan fungsi-fungsi setiap komponen berkerja sesuai rancangan yang diinginkan. Adapun hasil rancangan dapat di lihat pada Gambar 3, hasil perancangan aplikasi Blynk dan hasil pesan SMS yang masuk pada Gambar 4 dan tempat peletakan pengambilan data alat di lapangan pada Gambar 5.



Gambar 3. Hasil Rancangan



Gambar 4. (a) Monitor Layar Aplikasi Blynk (b) Pesan SMS Gangguan



Gambar 6. Tempat Pengambilan Data Lapangan

Pada pengujian sensor tegangan dilakukan pengambilan data berupa pengukuran tegangan masukan (AC) ketiga fasa R, S dan T dengan tegangan keluaran (DC) L1, L2, dan L3 pada sensor tegangan. Tegangan DC dan AC yang memperlihatkan batas tegangan sensor DC hingga 5 V dan batas tegangan AC hingga 230 V, pada pengujian ini terjadi *drop* tegangan DC seiring bertambahnya tegangan AC, titik terendah *drop* tegangan berada pada tegangan 150 V AC dengan tegangan *drop* mencapai 0,2 V.

Pada pengujian dilakukan pengambilan data berupa selisih waktu pada *smart phone* dengan waktu yang ada di serial monitor Arduino

Tabel 1 Data Pengujian Waktu RTC

No.	Hasil Waktu <i>Smart Phone</i> (jam : menit : detik)	Hasil Waktu RTC Serial monitor (jam : menit : detik)	Selish (jam : menit : detik)
1	(19:46:13)	(19:46:13)	0:01:03
2	(20:06:28)	(20:06:28)	0:01:03
3	(20:24:43)	(20:24:43)	0:01:03
4	(20:51:21)	(20:51:21)	0:01:03
5	(21:15:53)	(21:15:53)	0:01:03
6	(21:36:06)	(21:36:06)	0:01:03
7	(21:58:16)	(21:58:16)	0:01:03
8	(22:59:42)	(22:59:42)	0:01:03
9	(23:28:04)	(23:28:04)	0:01:03
10	(23:59:51)	(23:59:51)	0:01:03
Rata-rata selisih waktu			63 detik

Pada Tabel 1 dapat dilihat pada selisih dari tanggal dan waktu dari *smart phone* dengan waktu yang ada di serial monitor *smart phone* memiliki selisih waktu yang sama yaitu 1 menit 3 detik atau 63 detik dari 10 kali pengujian pada waktu yang berbeda, dari Tabel dapat disimpulkan bahwa waktu tertera pada Arduino dapat disamakan dengan waktu pada *smart phone* dengan cara waktu pada RTC Arduino dikurangi 1 menit 3 detik atau 63 detik pada setiap pembacaan waktunya.

Pada pengujian dilakukan pengambilan data berupa selisih waktu dan data yang terbaca pada *smart phone* dengan waktu yang ada di serial monitor Arduino.

Tabel 2 Data Pengujian SD Card

No.	Data Serial Monitor		Data SD Card	
	SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI
1	24,63	1	24,63	1
2	1163	2	1163	2
3	417,72	3	417,72	3
4	59,68	4	59,68	4
5	34,24	5	34,24	5
6	478,2	6	478,2	6
7	138,08	7	138,08	7
8	37,54	8	37,54	8
9	51,44	9	51,44	9
10	46,65	10	46,65	10
Rata-rata	245,118	10	245,118	10

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa data pengujian dari serial monitor dan data yang ada di SD card sama dengan satuan dari SAIDI yaitu “detik”, dari data pada Tabel 2 dapat disimpulkan pada rata-rata SADI yaitu 245,118 detik dari 20 pengujian yang dilakukan.

Pada pengujian dilakukan pengambilan data berupa lama waktu masuk pesan dan data yang terbaca pada *handphone* dengan yang tertera di serial monitor Arduino.

Tabel 3 Data Pengujian SMS

No.	Isi SMS	SMS Penerima	Durasi (detik)
1	Fasa R Hilang	Fasa R Hilang	6,84
2	Jaringan Normal	Jaringan Normal	6,78
3	Fasa S Hilang	Fasa S Hilang	6,88
4	Jaringan Normal	Jaringan Normal	11,12
5	Fasa T Hilang	Fasa T Hilang	6,3
6	Jaringan Normal	Jaringan Normal	6,52
7	Semua Fasa Hilang	Fasa R Hilang	6,84
8	Jaringan Normal	Jaringan Normal	6,77
Rata-rata durasi pengiriman:			7,25625

Dari data Tabel 3 dapat diketahui bahwa rata-rata per-SMS memakan waktu 7,25 detik untuk dapat diterima penerima SMS, pada nomor 7 dapat dilihat isi SMS yang dikirim “Semua Fasa Hilang” tidak sesuai dengan isi SMS penerima “Fasa R Hilang”, hal ini bisa terjadi dikarenakan ada *error* pada komponen PCF8574 yang dipakai sehingga pesan yang dikirim menjadi “Fasa R Hilang”.

Pada pengujian dilakukan pengambilan data berupa lama waktu masuk data dan data yang

terbaca pada aplikasi Blynk dengan yang tertera pada serial monitor Arduino.

Tabel 4 Data Pengujian Blynk

No.	Data Serial Monitor		Data Blynk		Durasi Pengiriman (detik)
	SAIDI	SAIFI	SAIDI	SAIFI	
1	4,91	1	4,91	1	1,4
2	4,58	2	4,58	2	1,37
3	5,95	3	5,95	3	1,56
4	6,32	4	6,32	4	1,83
5	4,73	5	4,73	5	1,37
6	4,33	6	4,33	6	1,78
7	5,07	7	5,07	7	1,64
8	5,33	8	5,33	8	1,44
9	4,41	9	4,41	9	1,5
10	4,53	10	4,53	10	1,64
Rata-rata durasi pengiriman:					1,553

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa data pengujian dari serial monitor dan data Blynk sama, pada data serial monitor dan Blynk sesuai tanpa *error* dengan rata-rata durasi pengiriman 1,553 detik.

Pengujian alat di lapangan dilakukan untuk mengetahui apakah alat sesuai dengan data pengujian alat sebelum di lapangan. Pengujian dilakukan di ruang lingkup kerja PT. Adra Gemilang dengan meminta perizinan pemasangan alat Skripsi menggunakan surat izin dari kampus. Data pengujian alat di lapangan dapat di lihat pada tabel 5.

Tabel 5. Data Pengujian Alat di Lapangan

No.	Data SD Card		Data Blynk	
	SAIFI	SAIDI	SAIFI	SAIDI
1	1	6865,33	1	6865,33
2	2	227,87	2	227,87
3	4	9840,65	4	9840,65
4	5	556,87	6	556,87

Pengambilan data alat dilakukan selama 2 minggu, pengambilan data berupa lama waktu padam listrik hingga hidup kembali listrik dengan membandingkan presisi waktu data SMS masuk dengan data penyimpanan dari SD *card* dan aplikasi Blynk, untuk mengetahui berapa lama waktu padamnya listrik hingga hidup kembali dapat diketahui dengan melihat data SAIDI yang menghitung waktu mati dengan satuan “detik” dan berapa kali adanya gangguan padam listrik dengan melihat data SAIFI yang menghitung banyaknya padam dalam 2 minggu pemasangan alat *monitoring*: mencari rata-rata dan laju perbaikan gangguan dengan menggunakan data SAIDI.

$$\text{Rata-rata waktu gangguan MTTR} = \frac{114,42+3,79+164+9,28}{4} = 72,865 \text{ menit}$$

Dari data rata-rata waktu gangguan selama 4 minggu didapati bahwa lamanya penanganan gangguan hingga 72,865 menit, lama penanganan gangguan mempengaruhi keandalan penyaluran listrik, target yang ditetapkan pada penanganan gangguan dengan waktu respon gangguan di PT. Adra Gemilang yaitu selama 19 menit dari penerimaan pengaduan hingga sampai pada tempat gangguan dan waktu perbaikan selama 39 menit hingga gangguan dapat diatasi, didapati total waktu yang dibutuhkan dari penerimaan laporan hingga gangguan diatasi selama 58 menit dari target yang ditetapkan, lama perbaikan terhantuung pada jenis gangguan yang ditangani dan dari target waktu yang ditetapkan diterapkan pada jenis gangguan normal.

$$\text{Laju perbaikan } \mu = \frac{1}{72,865} = 0,0137240102$$

Dari pernyataan pada Persamaan 1 bahwa semakin besar hasil laju perbaikan semakin cepat dalam penanganan gangguan listrik.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian alat yang dilakukan di lapangan dan analisa yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa data waktu komponen dan *smart phone* didapati selisih waktu komponen RTC mempunyai selisih waktu sebesar 63 detik dari waktu *smart phone*, data yang diambil dari SD *card* mempunyai rata-rata SAIDI sebesar 245,118 detik dari 10 pengujian yang dilakukan, pada data Blynk didapati durasi rata-rata pengiriman 1,553 detik, dan pada data SMS di dapati rata-rata waktu

pengiriman per-SMS selama 7,25 detik untuk dapat diterima penerima SMS, dan mengaplikasikan alat *monitoring* di lapangan didapati empat kali gangguan, dengan rata-rata gangguan 72,865 menit dan laju perbaikan didapati 0,0137240102.

REFERENSI

- [1] Anteneh, D., & Khan, B. (2019). Reliability Enhancement of Distribution Substation by Using Network Reconfiguration a Case Study at Debre Berhan Distribution Substation. *International Journal of Economy, Energy and Environment*, 4(2): 33-40.
- [2] Azzahraninna, T., Rudyanto, T., & Antonius, H. (2015). Studi Penempatan Sectionalizer Pada Jaringan Distribusi 20 KV di Penyulang Kelingi untuk meningkatkan keandalan. *Mikrotiga*, 2(1): 5-10.
- [3] Danu, S., Muslimin, & Arif, H. (2020). *Analisis Indeks Keandalan dan Aspek Ekonomi Sistem distribusi 20 kV Penyulang J6 PT.PLN (Persero) UP3 Balikpapan (Skripsi)*. Samarinda: Universitas Mulawarman.
- [4] Dasman, & Huria, H. (2017). Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi 20 KV Menggunakan Metode SAIDI dan SAIFI di PT. PLN (Persero) Rayon Lubuk Alung Tahun 2015. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 6(2): 170-171.
- [5] Edila, Akhyan, A., & Panjahitan, A. (2019). Miniatur Smart Home Berbasis SMS dan Arduino. *Jurnal ELEMENTER*, 5(2), 28-39.
- [6] Hartono, Sarwanto, & Sunarno, W. (2017). Performance Analysis of Power Bank. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2), 285-291.
- [7] Rizki, D., Slamet, H., & Mujiman. (2019). Analisis Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik di PT. PLN (Persero) Gardu Induk 150 kV Kentungan. *Jurnal Elektrikal*, 5(2): 26–33.
- [8] Slamet, P.S., Nasution, P. (2021). Rancang Bangun Dan Analisis Kinerja Band Pass Filter Untuk Perangkat Radio Komunikasi 420 – 430 MHz. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 9(3): 11-26.
- [9] Supriadi, A. (2006). *Sistem Pengaman Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Adicita karya Nusa.
- [10] Auliq, M.A., Zamroni, F.R. (2021). Prototype Alat Pendeteksi Dini Gangguan Fuse Cut Out (FCO) Sistem Kelistrikan PLN Berbasis IoT. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, 3(2): 95-103.