

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era modern ini, penting mengimplementasikan teknologi dalam sebuah perusahaan untuk memudahkan sebuah pekerjaan. Banyak bidang yang menerapkan teknologi, baik itu perusahaan teknologi itu sendiri maupun diluar itu. Salah satu perusahaan yang menerapkan penggunaan teknologi yaitu PT PLN (Persero), tepatnya di PT PLN (Persero) UP3B (Unit Pelaksana Penyaluran dan Pengatur Beban) Sistem Kalimantan Barat.

PT PLN (Persero) UP3B Sistem Kalimantan Barat merupakan salah satu unit dibawah UIKL (Unit Induk Pembangkitan dan Penyaluran) Kalimantan yang berfungsi untuk menyalurkan dan mengatur beban system tegangan ekstra tinggi (275kV) dan tegangan tinggi (150kV) di wilayah Kalimantan Barat yang biasa disebut Sistem Khatulistiwa. Pada UP3B Sistem Kalimantan Barat terdapat bagian SCADA, yang memiliki tugas agar sistem berjalan baik baik dalam pengoperasian maupun monitoring juga metering (pengukuran) peralatan yang ada dilapangan melalui peralatan – peralatan yang sudah terintegrasi sedemikian rupa. Dalam monitoring metering dan peralatan dilapangan yaitu di GI (Gardu Induk) dan GITET (Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi) yang terpisah jarak cukup jauh, sangat perlu digunakan teknologi yang dapat memonitoring itu semua, khususnya pada GI yang memiliki sinyal yang terbatas. Monitoring yang paling penting salah satunya ialah monitoring untuk frekuensi meter pada Sistem Khatulistiwa. Frekuensi sendiri di PLN memiliki standar sebesar 50Hz dan perlu di monitoring karena menjadi indikasi keseimbangan antara pembangkit dan beban (konsumen), tidak boleh frekuensi terlalu rendah atau terlalu tinggi karena bisa menyebabkan gangguan pada sistem.

Frekuensi pada Sistem Khatulistiwa merupakan salah satu indikasi sistem kelistrikan yang beroperasi secara normal jika frekuensi berada di sekitar 49,50 Hz – 50,50 Hz atau menyesuaikan dengan kondisi sistem, hal ini sesuai dengan aturan jaringan sistem listrik (*grid code*) Kalimantan pada Peraturan Menteri ESDM No. 20 Tahun 2020. Frekuensi yang tinggi mengindikasikan banyak pembangkit yang beroperasi namun kebutuhan pelanggan sebetulnya sudah

tercukupi, atau bisa saja karena gangguan sistem yang menyebabkan suplai ke pelanggan menjadi terganggu dan terhenti. Hal ini dapat menyebabkan pemborosan di sisi pembangkit, misalnya saja PLTU yang menggunakan batu bara atau mungkin minyak sebagai bahan bakarnya, maka batu bara atau minyak itu akan sia-sia karena energi listrik yang dihasilkan sebenarnya tidak terserap. Maka dari itu efisiensi operasi bisa diperhatikan dari frekuensi ini. Kemudian jika frekuensi rendah (di bawah 50Hz), bisa disebabkan juga karena pembangkit yang tiba-tiba mengalami gangguan baik dari sisi pembangkit langsung maupun karena gangguan Sistem Khatulistiwa. Maka dari itu perlu memaksimalkan pembangkit yang sudah beroperasi atau mengoperasikan pembangkit lain yang belum beroperasi untuk mengamankan frekuensi dan tercukupi juga kebutuhan konsumen. Jika pada akhirnya frekuensi tetap rendah kemudian turun terus menerus dan pembangkit tidak mampu melayani kebutuhan pelanggan, maka akan dilakukan pemadaman bergilir. Hal ini dilakukan agar frekuensi tetap berada di sekitar 50Hz sehingga tidak menyebabkan padam meluas yang bisa terjadi karena pembangkit tidak mampu melayani beban yang ada dan langsung berhenti beroperasi hingga menyebabkan lebih banyak pemadaman kepada pelanggan.

PT PLN (Persero) sendiri mempunyai beberapa jenis pembangkit dengan bahan bakar atau sumber energi untuk membangkitkan energi listrik. Untuk di PT PLN (Persero) UP3B Sistem Kalbar sendiri ada 4 macam jenis yaitu PLTU, PLTD, PLTA dan PLTBM. Masing – masing dari tiap pembangkit tersebut mempunyai kapasitas, harga, dan juga perhitungan *loses* yang berbeda – beda. Sehingga dalam pengoperasiannya juga harus dipilih sesuai prioritas urutan yang sudah diperhitungkan sebelumnya. Oleh karenanya dalam penelitian ini nantinya juga akan di gunakan sebuah metode pengambilan keputusan yaitu metode *Analytical Hierarchy Proses* (AHP), untuk menentukan urutan operasi pembangkit baik saat mengoperasikan (menaikan) ataupun menurunkan (mematikan) pembangkit.

Selaras dengan uraian diatas yang menjabarkan betapa pentingnya frekuensi dan operasi pembangkit, maka kiranya diperlukan media untuk memonitor frekuensi dan juga membantu dalam membuat pengambilan keputusan secara otomatis terhadap hal-hal yang mempengaruhi Sistem Khatulistiwa. Salah satunya ialah dengan menggunakan Telegram sebagai akses cepat untuk menerima

notifikasi jika ada sesuatu yang terjadi pada sistem dengan didukung juga dengan monitoring lain (misal website) yang lebih bisa secara luas melihat kondisi sistem.

Untuk itu diperlukan suatu sistem yang dapat melakukan monitoring frekuensi meter tersebut dengan memanfaatkan telegram untuk notifikasi monitoring frekuensi meter secara real-time.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana merancang sebuah sistem yang dapat melakukan monitoring Frekuensi Meter Sistem Khatulistiwa Berbasis Telegram di PT. PLN (Persero) UP3B Sistem Kalimantan Barat.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan sebuah *prototype* aplikasi sistem monitoring frekuensi meter pada Sistem Khatulistiwa PT. PLN (Persero) UP3B Kalimantan Barat yang dapat menampilkan data dari *database* dari SCADA di website secara *real-time* dan *alerting* di grup telegram, serta sistem mampu menampilkan urutan operasi pembangkit menggunakan metode AHP saat terjadi anomali frekuensi.

1.4 Pembatasan Masalah

Batasan Batasan masalah dibuat agar sistem tidak menyimpang dari perencanaan sehingga tujuan utama dari pembuatan system ini dapat tercapai. Adapun batasan dari sistem dalam proposal ini adalah sebagai berikut :

1. Notifikasi sistem dibangun berbasis telegram dengan detail kondisi Sistem Khatulistiwa di website yang diakses pada jaringan intranet.
2. Sistem hanya dibangun untuk memonitoring frekuensi secara real-time pada Sistem Khatulistiwa di Kantor PT PLN (Persero) UP3B Kalimantan Barat.
3. Sistem menyediakan layanan monitoring frekuensi meter pada website untuk menampilkan frekuensi setiap Gardu Induk (GI), Sistem Khatulistiwa, dan pembangkit.
4. Sistem dibuat untuk menyarankan pengambil keputusan di saat terjadinya anomali frekuensi di satu waktu itu saja.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika dari penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi 5 Bab pembahasan yaitu sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab I berisi latar belakang permasalahan, rumusan masalah, maksud dan tujuan, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab II berisi penelitian terkait, model waterfall, monitoring, frekuensi, telegram, excel macro dan visual basic for application (vba), unified modeling language, teknologi pendukung, dan pengujian perangkat lunak.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab III berisi metodologi penelitian, data penelitian, alat bantu penelitian, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, penerapan metode analytical hierarchy process, penggunaan MS Excel dan penerapan excel macro dan visual basic for application (vba), penggunaan grafana, dan perancangan pengujian

BAB IV Hasil dan Analisis

Bab IV berisi hasil perancangan antarmuka (website dan telegram), analisis hasil pengujian (*Black Box* dan *Skala Likert*)

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab V berisi kesimpulan terkait hasil dari aplikasi yang berhasil berjalan, hasil dari pengujian dan saran-saran atas aplikasi yang telah dibuat.

Tabel 2.1 Pembandingan Kajian Terkait

No	Penulis	Judul	Keterangan
1	Rico Rinaldo (2016), Universitas Islam Batik Surakarta	Implementasi Sistem Monitoring Jaringan Menggunakan Mikrotik Router OS di Universitas Islam Batik Surakarta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplikasi berbasis Email, SMS dan Telegram 2. Memanfaatkan Aplikasi The Dude 3. Menampilkan jaringan di UNIBA 4. Menampilkan kondisi <i>device</i> yang ada di UNIBA
2	Petrus Sokibi (2017), Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer CIC Cirebon	Perancangan Sistem Monitoring Perangkat Jaringan Berbasis ICMP Dengan Notifikasi Telegram	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplikasi berbasis Website dan Telegram 2. Menampilkan jaringan di Yayasan Darul Ma'arif Kaplongan Indramayu 3. Pada website: <ol style="list-style-type: none"> a. Dapat melakukan edit, hapus, tambah data perangkat dan blok area b. Menampilkan perangkat yang pernah mengalami gangguan 4. Mengirim notifikasi pada Telegram jika ada gangguan.
3	Roby Satrio Nugroho, Dhimas (2018) Manado	Integrasi Aplikasi Telegram Untuk Monitoring dan Keamanan Kendaraan Bermotor Berbasis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bekerja dengan sistem minimum Arduino Uno dan router OpenWRT 2. Menggunakan relay untuk menghidupkan dan mematikan sepeda motor

No	Penulis	Judul	Keterangan
		Arduino dan Openwart	<ol style="list-style-type: none"> 3. Memanfaatkan GPS dan <i>Google Maps</i> API sebagai acuan lokasi kendaraan 4. Menampilkan aksi atau status pada kendaraan melalui Telegram

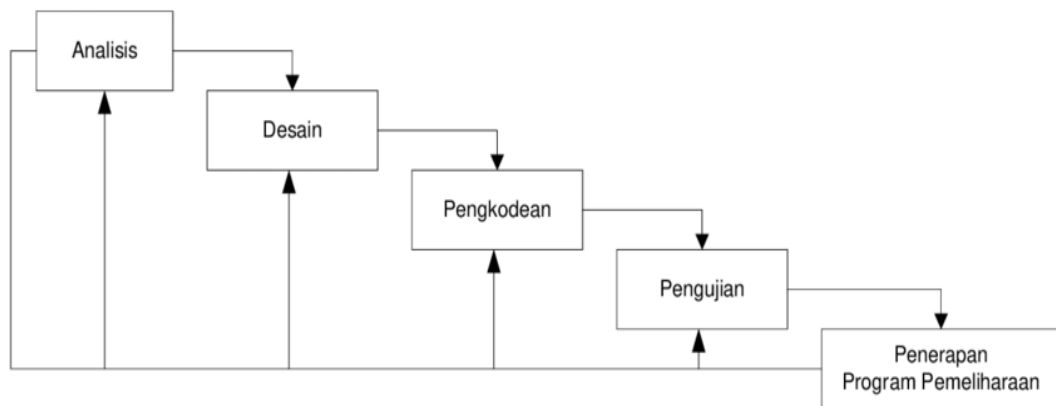
Berikut adalah penelitian yang dilakukan oleh penulis, seperti terlihat pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Penelitian Yang Dilakukan Penulis

No	Penulis	Judul	Keterangan
1	Adi Surya Fatah (2022), Universitas Tanjungpura Pontianak	PROTOTYPE APLIKASI MONITORING FREKUENSI METER SISTEM KHATULISTIWA DI PT PLN (PERSERO) UP3B SISTEM KALIMANTAN BARAT	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplikasi berbasis <i>Telegram</i> dan Website 2. Menampilkan frekuensi Gardu Induk dan Sistem Khatulistiwa (Website) 3. Menampilkan daya pembangkit yang ada di Sistem Khatulistiwa (Website) 4. Menampilkan pemberitahuan untuk menaikkan atau menurunkan pembangkit (Website) 5. Mengirimkan notifikasi pada telegram saat terjadi anomaly pada frekuensi

2.2 Model Waterfall

Terdapat beberapa metodologi *Systems Development Life Cycle* (SDLC) yang biasa digunakan dalam membangun sebuah sistem, salah satunya adalah model *waterfall*. *Waterfall* merupakan model yang bersifat sistematis dan termasuk dalam model klasik, nama lainnya adalah *Linear Sequential Model* (Pressman, 2001). Tahapan-tahapan model *waterfall* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Model *Waterfall* (Pressman, 2001)

Penjelasan tahapan-tahapan *waterfall* tersebut yaitu:

1. Analisis

Fase ini merupakan proses analisis terhadap sistem yang sedang berjalan dengan tujuan untuk mendapatkan jawaban mengenai pengguna sistem, cara kerja sistem dan waktu penggunaan sistem, sehingga kebutuhan yang diperlukan untuk sistem baru akan didapatkan.

2. Desain

Desain merupakan proses penentuan cara kerja sistem dalam hal perancangan antarmuka, *database*, dan perancangan alur program. Perancangan diperlukan untuk menggambarkan sistem baru untuk memenuhi kebutuhan *user*.

3. Pengkodean

Tahapan pengkodean yaitu tahap rancangan sistem yang dibentuk menjadi suatu kode program untuk pembuatan sistem.

4. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kesesuaian sistem berjalan sesuai prosedur atau tidak dan memastikan sistem terhindar dari *error* yang terjadi. Pengujian juga dilakukan untuk memastikan kevalidan dalam proses input sehingga dapat menghasilkan *output* yang sesuai.

5. Penerapan Program Pemeliharaan

Fase ini yaitu penerapan program dan pemeliharaan sistem yang berguna untuk melihat kemampuannya, mengecek jika masih ada ditemukan *error* atau ada penambahan fitur-fitur yang belum ada pada sistem tersebut. Pemeliharaan diperlukan ketika adanya perubahan dari pengguna seperti ketika ada pergantian sistem operasi, atau perangkat lainnya.

2.3 *Prototype*

Menurut Janner Simarmata (2010:62), “Prototipe adalah bagian dari produk yang mengekspresikan logika maupun fisik antarmuka eksternal yang ditampilkan”.

Menurut Darmawan (2013:229), “Prototipe adalah salah satu versi dari sebuah sistem potensial yang memberikan ide bagi para pengembang dan calon pengguna, bagaimana sistem akan berfungsi dalam bentuk yang telah selesai”.

Menurut Raymond McLeod (Sidik : 2013), “*Prototype* didefinisikan sebagai alat yang memberikan ide bagi pembuat maupun pemakai potensial tentang cara *system* berfungsi dalam bentuk lengkap, dan proses untuk menghasilkan sebuah *prototype* disebut *prototyping*”.

2.4 **Monitoring**

2.4.1 **Definisi Monitoring**

Ilmu Monitoring didefinisikan sebagai siklus kegiatan yang mencakup pengumpulan, peninjauan ulang, pelaporan, dan tindakan atas informasi suatu proses yang sedang diimplementasikan (Mercy, 2005). Umumnya, monitoring digunakan dalam checking antara kinerja dan target yang telah ditentukan. Monitoring ditinjau dari hubungan terhadap manajemen kinerja adalah proses terintegrasi untuk memastikan bahwa proses berjalan sesuai rencana (*on the track*). Monitoring dapat memberikan informasi keberlangsungan proses untuk menetapkan langkah menuju ke arah perbaikan yang berkesinambungan. Pada

pelaksanaannya, monitoring dilakukan ketika suatu proses sedang berlangsung. Level kajian sistem monitoring mengacu pada kegiatan per kegiatan dalam suatu bagian (Wrihatnolo, 2008), misalnya kegiatan pemesanan barang pada supplier oleh bagian purchasing. Indikator yang menjadi acuan monitoring adalah *output* per proses / per kegiatan.

Umumnya, pelaku monitoring merupakan pihak-pihak yang berkepentingan dalam proses, baik pelaku proses (self monitoring) maupun atasan / supervisor pekerja. Berbagai macam alat bantu yang digunakan dalam pelaksanaan sistem monitoring, baik observasi / interview secara langsung, dokumentasi maupun aplikasi visual (Chong, 2005).

Pada dasarnya, monitoring memiliki dua fungsi dasar yang berhubungan, yaitu compliance monitoring dan performance monitoring (Mercy, 2005). Compliance monitoring berfungsi untuk memastikan proses sesuai dengan harapan / rencana. Sedangkan, performance monitoring berfungsi untuk mengetahui perkembangan organisasi dalam pencapaian target yang diharapkan.

Umumnya, *output* monitoring berupa *progress report* proses. *Output* tersebut diukur secara deskriptif maupun non-deskriptif. *Output* monitoring bertujuan untuk mengetahui kesesuaian proses telah berjalan. *Output* monitoring berguna pada perbaikan mekanisme proses / kegiatan dimana monitoring dilakukan.

2.4.2 Efektifitas Sistem Monitoring

Sistem monitoring akan memberikan dampak yang baik bila dirancang dan dilakukan secara efektif (Mercy, 2005). Berikut kriteria sistem monitoring yang efektif :

1. Sederhana dan mudah dimengerti. Monitoring harus dirancang dengan sederhana namun tepat sasaran. Konsep yang digunakan adalah singkat, jelas, dan padat. Singkat berarti sederhana, jelas berarti mudah dimengerti, dan padat berarti bermakna (berbobot).
2. Fokus pada beberapa indikator utama. Indikator diartikan sebagai titik kritis dari suatu cakupan tertentu. Banyaknya indikator membuat pelaku dan obyek monitoring tidak fokus. Hal ini berdampak pada pelaksanaan sistem

tidak terarah. Maka itu, fokus diarahkan pada indikator utama yang benar-benar mewakili bagian yang dipantau.

3. Perencanaan matang terhadap aspek-aspek teknis. Tujuan perancangan sistem adalah aplikasi teknis yang terarah dan terstruktur. Maka itu, perencanaan aspek teknis terkait harus dipersiapkan secara matang.
4. Prosedur pengumpulan dan penggalian data. Selain itu, data yang didapatkan dalam pelaksanaan monitoring pada proses yang berjalan harus memiliki prosedur tepat dan sesuai. Hal ini ditujukan untuk kemudahan pelaksanaan proses masuk dan keluarnya data. Prosedur yang tepat akan menghindari proses input dan *output* data yang salah.

2.4.3 Tujuan Sistem Monitoring

Terdapat beberapa tujuan sistem monitoring. Tujuan sistem monitoring dapat ditinjau dari beberapa segi, misalnya segi obyek dan subyek yang dipantau, serta hasil dari proses monitoring itu sendiri. Adapun beberapa tujuan dari sistem monitoring yaitu (Amsler, dkk, 2009) yaitu:

1. Memastikan suatu proses dilakukan sesuai prosedur yang berlaku. Sehingga, proses berjalan sesuai jalur yang disediakan.
2. Menyediakan probabilitas tinggi akan keakuratan data bagi pelaku monitoring.
3. Mengidentifikasi hasil yang tidak diinginkan pada suatu proses dengan cepat (tanpa menunggu proses selesai).
4. Menumbuh kembangkan motivasi dan kebiasaan positif pekerja.

2.5 Frekuensi

2.5.1 Pengertian Frekuensi

Kata frekuensi dalam Kamus Bahasa Indonesia Kontemporer diartikan sejumlah pengulangan kejadian tertentu. (Depdikbud,1988: 664) sedangkan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, frekuensi diartikan jumlah atau kekerapan. (Peter Salim, 1991:425).

Dilansir dalam buku *Getaran dan Gelombang* (2009) karya Yohanes Surya, pengertian frekuensi adalah ukuran jumlah putaran ulang per peristiwa dalam satuan detik dengan satuan Hz. Hertz atau Hz diambil dari pakar fisika asal Jerman, Heinrich Rudolf Hertz yang menemukan fenomena ini pertama kali.

2.5.2 Cara Menghitung Frekuensi

Seperti yang disebut sebelumnya, frekuensi ialah jumlah gelombang atau getaran yang dihasilkan pada setiap detik. Detik merupakan satuan untuk waktu atau Periode yang biasanya dilambangkan dengan huruf “T”, jadi pada dasarnya kita harus mengetahui “Periode” atau “Waktu” dalam satuan detik “second” untuk dapat menghitung frekuensi. Periode dapat didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu siklus pengulangan gelombang atau getaran yang lengkap, nah berikut ini ialah persamaan atau rumus untuk menghitung Frekuensi. Rumus menghitung frekuensi:

$$f = 1/T$$

Dimana:

f = Frekuensi dalam satuan Hertz “Hz”

T = Periode dalam satuan detik “sec”

2.6 Telegram

2.6.1 Pengertian Telegram

Menurut jurnal *Pemanfaatan Telegram Sebagai Notifikasi Serangan untuk Keperluan Forensik Jaringan* (2017) oleh Jefree Fahana dan kawan-kawan, pengertian Telegram adalah aplikasi berbagi pesan berbasis *cloud* yang fokus pada kecepatan dan keamanan. Telegram dirancang untuk memudahkan pengguna saling berkirim pesan teks, audio, video, gambar dan sticker dengan aman. Tak hanya aman, telegram juga merupakan aplikasi berbagi pesan yang instan atau cepat.

Telegram dikembangkan oleh Telegram Messenger LLP dan didukung oleh wirausahawan Rusia Pavel Durov, dirilis sejak tahun 2013. Kode pihak kliennya berupa perangkat lunak sistem terbuka namun mengandung blob binari, dan kode sumber untuk versi terbaru tidak selalu segera dipublikasikan, sedangkan

kode sisi servernya bersumber tertutup dan berpaten. Layanan ini juga menyediakan API kepada pengembang independen. Pada Februari 2016, Telegram menyatakan bahwa mereka memiliki 100 juta pengguna aktif bulanan, mengirimkan 15 miliar pesan per hari.

2.6.2 BOT API Telegram

BOT API adalah antarmuka berbasis HTTP yang dibuat untuk pengembang yang ingin membangun bot untuk Telegram. (Telegram BOT API:2022).

2.7 Excel Macro dan Visual Basic for Application (VBA)

2.7.1 Pengertian *Macro*

Macro adalah serangkaian perintah yang bisa Anda gunakan untuk mengotomatisasi tugas yang berulang, dan bisa dijalankan ketika Anda harus menjalankan tugas tersebut (Makro Dalam Office Makro:2022).

2.7.2 Visual Basic for Application (VBA)

Visual Basic for Application atau yang biasa disingkat dengan VBA Excel adalah sebuah fungsi dari Visual Basic yang ditanamkan kedalam Ms.Excel. Fungsi Visual Basic ini dapat membantu pengguna Ms.Excel untuk membuat berbagai program/fungsi untuk mempermudah pekerjaannya.

2.8 Grafana

Grafana adalah sebuah *software opensource* yang didesain untuk membaca data *metrics* untuk kemudian mengubah data-data tersebut menjadi sebuah grafik atau sebuah data tertulis (Tanuwijaya, Eggy:2010). *Software* ini banyak sekali digunakan untuk melakukan analisis data dan monitoring. Grafana mendukung banyak *storage backends* yang berbeda untuk data time series (Source Data). Setiap source data memiliki *Query Editor* tertentu yang disesuaikan untuk fitur dan kemampuan tertentu.

2.9 Unified Modelling Language (UML)

Unified Modelling Language (UML) adalah bahasa pemodelan untuk sistem atau perangkat lunak. Pemodelan (*modeling*) sesungguhnya digunakan untuk penyederhanaan permasalahan-permasalahan yang kompleks sedemikian rupa sehingga lebih mudah dipelajari dan dipahami. (Nugroho, 2005).

Sedangkan menurut Rosa dan Shalahuddin (2013:133) UML (*Unified Modeling Language*) adalah salah satu standar bahasa visual yang banyak digunakan di dunia industri untuk mengidentifikasi *requirement*, membuat analisis & desain, serta menggambarkan arsitektur dalam pemrograman berorientasi objek. UML muncul karena adanya kebutuhan pemodelan visual untuk menspesifikasikan, menggambarkan, membangun, dan dokumentasi dari sistem perangkat lunak. UML hanya berfungsi untuk melakukan pemodelan, jadi penggunaan UML tidak terbatas pada metodologi tertentu, meskipun pada kenyataannya UML paling banyak digunakan pada metodologi berorientasi objek

UML disebut sebagai bahasa pemodelan bukan metode. Kebanyakan metode terdiri paling sedikit prinsip, bahasa pemodelan dan proses. Bahasa pemodelan (sebagian besar grafik) merupakan notasi dari metode yang digunakan untuk mendesain secara cepat.

Di dalam UML ada 13 buah diagram yang dikelompokkan ke dalam tiga kategori yaitu:

1. *Structure Diagrams*, yaitu kumpulan diagram-diagram yang menggambarkan struktur statis dari sistem yang dimodelkan
2. *Behavior Diagrams*, yaitu kumpulan diagram-diagram yang menggambarkan kelakuan sistem atau rangkaian perubahan yang terjadi di dalam sistem.
3. *Interaction Diagram*, yaitu kumpulan diagram-diagram yang menggambarkan interaksi sistem dengan sistem lain ataupun interaksi antar subsistem dalam sebuah sistem



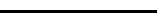
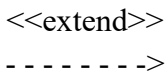
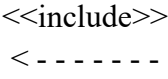

Secara garis besar, beberapa diagram utama sudah dapat menggambarkan keseluruhan sistem. Diagram tersebut antara lain *use case diagram*, *class diagram*, dan *activity diagram*.

2.9.1 Use Case Diagram

Use Case Diagram menurut Widodo (2011:10) Diagram *use case* bersifat statis, yang memperlihatkan himpunan *Use Case* dan aktor-aktor (suatu jenis khusus dari kelas) dan menggambarkan apa saja aktivitas yang dilakukan oleh suatu sistem dari sudut pandang pengamatan luar. Diagram ini terutama sangat penting untuk mengorganisasi dan memodelkan perilaku suatu sistem yang dibutuhkan serta diharapkan pengguna yang menjadi persoalan itu apa yang dilakukan bukan bagaimana melakukannya. *Use Case Diagram* menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sistem.

Deskripsi simbol-simbol yang digunakan pada *Use Case Diagram* dapat dilihat pada Tabel 2.3 (Nugroho, 2010).

Tabel 2.3 Deskripsi Notasi pada *Use Case Diagram*




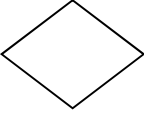

No	Notasi	Nama	Deskripsi
1		<i>Use Case</i>	Menggambarkan fungsionalitas yang dimiliki sistem.
2		<i>Actor</i>	Menggambarkan semua objek di luar sistem (bukan hanya pengguna sistem/perangkat lunak) yang berinteraksi dengan sistem yang dikembangkan.
3		<i>Association</i>	Lintasan komunikasi antara <i>actor</i> dengan <i>use case</i> .
4		<i>Extended</i> (Ekstensi)	Penambahan perilaku ke suatu <i>use case</i> dasar.
5		<i>Include</i> (Menggunakan)	Penambahan perilaku ke suatu <i>use case</i> dasar yang secara <i>explicit</i> mendeskripsikan penambahan tersebut.
6		<i>Generalization</i> (Generalisasi)	Hubungan generalisasi dan spesialisasi (umum - khusus) antara dua buah <i>use case</i> dimana fungsi yang satu merupakan fungsi yang lebih umum dari lainnya.

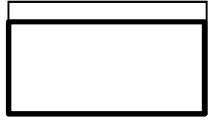
2.9.2 Activity Diagram

Activity Diagram menggambarkan *workflow* (aliran kerja) proses bisnis dan urutan aktivitas dalam sebuah proses. *Activity diagram* sangat mirip dengan *flowchart* karena memodelkan *workflow* dari satu aktivitas ke aktivitas lainnya atau dari aktivitas ke status. Membuat *activity diagram* pada awal pemodelan proses cukup menguntungkan untuk membantu memahami keseluruhan proses. *Activity diagram* juga bermanfaat untuk menggambarkan *parallel behavior* atau menggambarkan interaksi antara beberapa *use case*.

Berikut merupakan simbol notasi *Activity Diagram* pada Tabel 2.4 (Rosa A. S dan M. Salahuddin, 2013).

Tabel 2.4 Deskripsi Notasi pada *Activity Diagram*

No	Notasi	Nama	Deskripsi
1		Status Awal (<i>initial node</i>)	Status awal aktivitas, sebuah diagram aktivitas memiliki status awal.
2		Status Akhir (<i>final node</i>)	Status akhir yang dilakukan sistem.
3		Aktivitas (<i>activity</i>)	Aktivitas yang dilakukan oleh sistem, biasanya diawali oleh kata kerja.
4		Percabangan (<i>decision</i>)	Asosiasi percabangan dimana jika ada pilihan aktivitas lebih dari satu.
5		Penggabungan (<i>join</i>)	Asosiasi penggabungan dimana lebih dari satu aktivitas digabungkan menjadi satu.

No	Notasi	Nama	Deskripsi
6		<i>Swimlane</i>	Memisahkan organisasi bisnis yang bertanggung jawab terhadap aktivitas yang terjadi.

2.9.3 Class Diagram

Diagram kelas atau *class diagram* menggambarkan struktur sistem dari segi pendefinisian kelas – kelas yang akan dibuat untuk membangun sistem. (A. S., Rosa dan Shalahudin, M, 2003). *Class diagram* mendeskripsikan jenis – jenis objek dalam sistem dan berbagai macam hubungan statis yang terdapat diantara mereka. (Fowler, 2005:141). *Class diagram* digunakan untuk menggambarkan hubungan kelas – kelas antara satu dengan yang lain seta memiliki atribut dan operasi yang terdapat dalam sistem yang akan dibuat. Atribut merupakan variabel – variabel yang dimiliki oleh suatu kelas. Operasi atau metode adalah fungsi – fungsi yang dimiliki oleh suatu kelas. Atribut dan metode dapat memiliki salah satu sifat sebagai berikut:

1. *Private* (-), hanya dapat digunakan oleh *class* yang memilikinya
2. *Public* (+), dapat digunakan oleh *class* lain.
3. *Protected* (#), hanya dapat dipanggil oleh *class* yang bersangkutan jumlah suatu anak yang mewarisinya.

Nilai kardinalitas atau *multiplicity* sebuah *class* menunjukkan jumlah suatu objek yang dapat berhubungan dengan objek lain. Berikut nilai kardinalitas atau *multiplicity* pada Tabel 2.5 (Tohari, Hamim 2014) dan notasi *class diagram* pada Tabel 2.6 (Rosa A. S dan M. Salahuddin, 2013).

Tabel 2.5 Jenis-jenis *Multiplicity*

No	Indikator	Keterangan
1	0 .. 1	Nol atau satu
2	1	Hanya satu
3	0 .. *	Nol atau lebih
4	1 .. *	Satu atau lebih

Tabel 2.6 Deskripsi Notasi pada *Class Diagram*

No	Notasi	Nama	Deskripsi
1	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">Kelas</p> <hr/> <p>+atribut</p> <hr/> <p>+metode()</p> </div>	<i>Class</i>	Menggambarkan konsep dasar pemodelan sistem.
2	—————	Asosiasi (<i>Association</i>)	Sebuah garis solid antara dua <i>class</i> , ditarik dari <i>class</i> sumber ke <i>class</i> target lebih spesifik, digunakan dalam struktur pewarisan.
3	----->	Ketergantungan (<i>Dependency</i>)	Relasi antara dua elemen jika perubahan definisi sebuah elemen (<i>supplier</i> atau sumber) dapat menyebabkan perubahan pada elemen lainnya (<i>Client</i> atau target).

2.10 Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*)

2.10.1 Pengertian Metode AHP

Metode AHP dikembangkan oleh Thomas L. Saaty, seorang ahli matematika. Metode ini adalah sebuah kerangka untuk mengambil keputusan dengan efektif atas persoalan yang kompleks dengan menyederhanakan dan mempercepat proses pengambilan keputusan dengan memecahkan persoalan tersebut kedalam bagian-bagiannya, menata bagian atau variabel ini dalam suatu susunan hirarki, member nilai numerik pada pertimbangan subjektif tentang pentingnya tiap variabel dan mensintesis berbagai pertimbangan ini untuk menetapkan variabel yang mana yang memiliki prioritas paling tinggi dan bertindak untuk mempengaruhi hasil pada situasi tersebut. Metode AHP ini membantu memecahkan persoalan yang kompleks dengan menstruktur suatu hirarki kriteria, pihak yang berkepentingan, hasil dan dengan menarik berbagai pertimbangan guna mengembangkan bobot atau prioritas. Metode ini juga menggabungkan kekuatan

dari perasaan dan logika yang bersangkutan pada berbagai persoalan, lalu mensintesis berbagai pertimbangan yang beragam menjadi hasil yang cocok dengan perkiraan kita secara intuitif sebagaimana yang dipresentasikan pada pertimbangan yang telah dibuat. (Saaty, 1993).

Proses hierarki adalah suatu model yang memberikan kesempatan bagi perorangan atau kelompok untuk membangun gagasan-gagasan dan mendefinisikan persoalan dengan cara membuat asumsi mereka masing-masing dan memperoleh pemecahan yang diinginkan darinya. Ada dua alasan utama untuk menyatakan suatu tindakan akan lebih baik dibanding tindakan lain. Alasan yang pertama adalah pengaruh-pengaruh tindakan tersebut kadang-kadang tidak dapat dibandingkan karena satu ukuran atau bidang yang berbeda dan kedua, menyatakan bahwa pengaruh tindakan tersebut kadang-kadang saling bentrok, artinya perbaikan pengaruh tindakan tersebut yang satu dapat dicapai dengan pemburukan lainnya. Kedua alasan tersebut akan menyulitkan dalam membuat ekuivalensi antar pengaruh sehingga diperlukan suatu skala luwes yang disebut prioritas.

2.10.2 Prinsip Dasar dan Aksioma AHP

A) AHP didasarkan atas 3 prinsip dasar yaitu:

a. Dekomposisi

Dengan prinsip ini struktur masalah yang kompleks dibagi menjadi bagian-bagian secara hierarki. Tujuan didefinisikan dari yang umum sampai khusus. Dalam bentuk yang paling sederhana struktur akan dibandingkan tujuan, kriteria dan level alternatif. Tiap himpunan alternatif mungkin akan dibagi lebih jauh menjadi tingkatan yang lebih detail, mencakup lebih banyak kriteria yang lain. Level paling atas dari hirarki merupakan tujuan yang terdiri atas satu elemen. Level berikutnya mungkin mengandung beberapa elemen, di mana elemen-elemen tersebut bisa dibandingkan, memiliki kepentingan yang hampir sama dan tidak memiliki perbedaan yang terlalu mencolok. Jika perbedaan terlalu besar harus dibuatkan level yang baru.

b. Perbandingan penilaian/pertimbangan (*comparative judgments*).

Dengan prinsip ini akan dibangun perbandingan berpasangan dari semua elemen yang ada dengan tujuan menghasilkan skala kepentingan relatif dari elemen.

Penilaian menghasilkan skala penilaian yang berupa angka. Perbandingan berpasangan dalam bentuk matriks jika dikombinasikan akan menghasilkan prioritas.

c. Sintesa Prioritas

Sintesa prioritas dilakukan dengan mengalikan prioritas lokal dengan prioritas dari kriteria bersangkutan di level atasnya dan menambahkannya ke tiap elemen dalam level yang dipengaruhi kriteria. Hasilnya berupa gabungan atau dikenal dengan prioritas global yang kemudian digunakan untuk memboboti prioritas lokal dari elemen di level terendah sesuai dengan kriterianya.

B) AHP didasarkan atas 3 aksioma utama yaitu :

a. Aksioma Resiprokal

Aksioma ini menyatakan jika PC (EA,EB) adalah sebuah perbandingan berpasangan antara elemen A dan elemen B, dengan memperhitungkan C sebagai elemen parent, menunjukkan berapa kali lebih banyak properti yang dimiliki elemen A terhadap B, maka PC (EB,EA)= 1/ PC (EA,EB). Misalnya jika A 5 kali lebih besar daripada B, maka B=1/5 A.

b. Aksioma Homogenitas

Aksioma ini menyatakan bahwa elemen yang dibandingkan tidak berbeda terlalu jauh. Jika perbedaan terlalu besar, hasil yang didapatkan mengandung nilai kesalahan yang tinggi. Ketika hirarki dibangun, kita harus berusaha mengatur elemen-elemen agar elemen tersebut tidak menghasilkan hasil dengan akurasi rendah dan inkonsistensi tinggi.

c. Aksioma Ketergantungan

Aksioma ini menyatakan bahwa prioritas elemen dalam hirarki tidak bergantung pada elemen level di bawahnya. Aksioma ini membuat kita bisa menerapkan prinsip komposisi hirarki.

2.10.3 Kelebihan dan Kekurangan dalam Metode AHP

Kelebihan

a. Struktur yang berhierarki sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih sampai pada sub-sub kriteria yang paling dalam.

- b. Memperhitungkan validitas sampai batas toleransi inkonsentrasi sebagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh para pengambil keputusan.
- c. Memperhitungkan daya tahan atau ketahanan *output* analisis sensitivitas pengambilan keputusan.

Metode “*pairwise comparison*” AHP mempunyai kemampuan untuk memecahkan masalah yang diteliti multi obyek dan multi kriteria yang berdasar pada perbandingan preferensi dari tiap elemen dalam hierarki. Jadi model ini merupakan model yang komprehensif. Pembuat keputusan menentukan pilihan atas pasangan perbandingan yang sederhana, membengun semua prioritas untuk urutan alternatif. “*Pairwise comparison*” AHP menggunakan data yang ada bersifat kualitatif berdasarkan pada persepsi, pengalaman, intuisi sehingga dirasakan dan diamati, namun kelengkapan data numerik tidak menunjang untuk memodelkan secara kuantitatif.

Kelemahan

- a. Ketergantungan model AHP pada input utamanya.
Input utama ini berupa persepsi seorang ahli sehingga dalam hal ini melibatkan subyektifitas sang ahli selain itu juga model menjadi tidak berarti jika ahli tersebut memberikan penilaian yang keliru.
- b. Metode AHP ini hanya metode matematis tanpa ada pengujian secara statistik sehingga tidak ada batas kepercayaan dari kebenaran model yang terbentuk

2.10.4 Tahapan dalam Metode AHP

Langkah – langkah dan proses Analisis Hierarki Proses (AHP) adalah sebagai berikut:

- a. Memdefiniskan permasalahan dan penentuan tujuan. Jika AHP digunakan untuk memilih alternatif atau menyusun prioritas alternatif, pada tahap ini dilakukan pengembangan alternatif.
- b. Menyusun masalah kedalam hierarki sehingga permasalahan yang kompleks dapat ditinjau dari sisi yang detail dan terukur.
- c. Penyusunan prioritas untuk tiap elemen masalah pada hierarki. Proses ini menghasilkan bobot atau kontribusi elemen terhadap pencapaian tujuan sehingga elemen dengan bobot tertinggi memiliki prioritas penanganan. Prioritas dihasilkan

dari suatu matriks perbandingan berpasangan antara seluruh elemen pada tingkat hierarki yang sama.

d. Melakukan pengujian konsistensi terhadap perbandingan antar elemen yang didapatkan pada tiap tingkat hierarki.

Sedangkan langkah-langkah “*pairwise comparison*” AHP adalah

- a. Pengambilan data dari obyek yang diteliti.
- b. Menghitung data dari bobot perbandingan berpasangan responden dengan metode “*pairwise comparison*” AHP berdasar hasil kuisioner.
- c. Menghitung rata-rata rasio konsistensi dari masing-masing responden.
- d. Pengolahan dengan metode “*pairwise comparison*” AHP.
- e. Setelah dilakukan pengolahan tersebut, maka dapat disimpulkan adanya konsistensi dengan tidak, bila data tidak konsisten maka diulangi lagi dengan pengambilan data seperti semula, namun bila sebaliknya maka digolongkan data terbobot yang selanjutnya dapat dicari nilai beta (b).

2.11 Teknologi Pendukung

2.11.1 Web

Menurut Kadir (2005), *World Wide Web* (WWW) atau biasa disebut dengan web merupakan salah satu sumber daya Internet yang berkembang pesat. Pertama kali aplikasi web dibangun hanya dengan menggunakan bahasa yang disebut HTML (*HyperText Markup Language*) dan protokol yang digunakan dinamakan HTTP (*HyperText Transfer Protocol*). Pada perkembangan berikutnya, sejumlah skrip dan objek dikembangkan untuk memperluas kemampuan HTML yang sekarang ini terdapat banyak skrip seperti: PHP dan ASP, sedangkan contoh yang berupa objek antara lain adalah applet (*java*) (Kadir, 2005). Jadi aplikasi web atau aplikasi berbasis web (*Web-based application*) adalah aplikasi untuk menyampaikan informasi kepada pengguna yang menggunakan layanan Internet berbasis web.

Dalam aplikasi tersebut, terjadi pertukaran antara *klien* (komputer yang meminta informasi) dengan *server* (komputer yang memasok atau menanggapi informasi). Web memberikan informasi secara *online* melalui internet langsung.

Klien melakukan permintaan informasi dengan menggunakan *browser* (contoh *browser*: *Internet Explorer, Opera, Mozilla*, dan sebagainya). *Server* menerima informasi dan melayani permintaan dari *client*. Hal ini biasa disebut dengan *web server* (contoh *web server*: *Apache, IIS, Xitami*, dan sebagainya). Setelah itu, *web server* akan berkomunikasi dengan *middleware* (contoh *middleware*: *ASP, JSP, PHP*, dan sebagainya) untuk bisa berhubungan dengan basis data atau *database* (contoh *database*: *access, oracle, sql*, dan sebagainya). Setelah berinteraksi dengan *database*, *server* yang telah mendapatkan informasi akan memberikan tanggapan terhadap *klien* yang meminta informasi tadi.

2.11.2 HyperText Markup Language (HTML)

Menurut Solihin (2016), HTML merupakan singkatan dari *Hyper Text Markup Language*. HTML dikembangkan pertama kali oleh Tim Berners-Lee bersamaan dengan protokol HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) pada tahun 1989. Tujuan utama pengembangan HTML adalah untuk menghubungkan suatu halaman web dengan halaman web lainnya. Tentunya pada awal pengembangannya.

Kode Program 2.1 Starter Template HTML

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <title>Document</title>
</head>
<body>

</body>
</html>
```

2.11.3 Hypertext Preprocessing (PHP)

Menurut Saputra (2011) PHP atau yang memiliki kepanjangan PHP *Hypertext Preprocessor* merupakan suatu bahasa pemrograman yang difungsikan untuk membangun suatu *website* dinamis. PHP menyatu dengan kode HTML, maksudnya adalah beda kondisi. HTML digunakan sebagai pembangun atau pondasi dari kerangka *layout web*, sedangkan PHP difungsikan sebagai prosesnya sehingga dengan adanya PHP tersebut, *web* akan sangat mudah di-*maintenance*.

PHP berjalan pada sisi *server* sehingga PHP disebut juga sebagai bahasa *Server Side Scripting*. Artinya bahwa dalam setiap/untuk menjalankan PHP, wajib adanya *web server*.

PHP ini bersifat *open source* sehingga dapat dipakai secara cuma-cuma dan mampu lintas *platform*, yaitu dapat berjalan pada sistem operasi *Windows* maupun *Linux*. PHP juga dibangun sebagai modul pada *web server apache* dan sebagai *binary* yang dapat berjalan sebagai CGI.

Kode Program 2.2 Koneksi *Database* Dengan PHP

```
<?php
$db_host = "localhost";
$db_user = "root";
$db_pass = "@yokcaridok";
$db_name = "yokcaridok";

$conn = mysqli_connect($db_host, $db_user, $db_pass, $db_name);
if (mysqli_connect_error()) {
    echo 'Gagal Melakukan Koneksi ke Database: ' . mysqli_connect_error();
}
?>
```

2.11.4 JavaScript

Javascript menurut Sunyoto (2007) adalah bahasa *scripting* yang populer di internet dan dapat bekerja di sebagian besar *browser* populer seperti *Internet Explorer* (IE), *Mozilla Firefox*, *Netscape* dan *Opera*. Kode *Javascript* dapat disisipkan dalam halaman web menggunakan tag *SCRIPT*. Beberapa hal tentang *Javascript*:

1. *Javascript* didesain untuk menambah interaktif suatu web.
2. *Javascript* merupakan sebuah bahasa *scripting*.
3. Bahasa *scripting* merupakan bahasa pemrograman yang ringan.
4. *Javascript* berisi baris kode yang dijalankan di komputer (*web browser*).
5. *Javascript* biasanya disisipkan (*embedded*) dalam halaman HTML.
6. *Javascript* adalah bahasa *interpreter* (yang berarti skrip dieksekusi tanpa proses kompilasi).

Kode Program 2.3 *Javascript* Pada *Head*

```

<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<script>
function myFunction() {
  document.getElementById("demo").innerHTML = "Selamat Pagi Juga.";
}
</script>
</head>
<body>

<h2>JavaScript di Head</h2>

<p id="demo">Selamat Pagi</p>

<button type="button" onclick="myFunction()">Kirim !</button>

</body>
</html>

```

2.11.5 XAMPP

XAMPP merupakan paket *PHP* dan *MySQL* berbasis *open source*, yang digunakan sebagai alat pembantu pengembangan aplikasi berbasis *PHP*. *XAMPP* mengkombinasikan beberapa paket perangkat lunak berbeda ke dalam satu paket (Riyanto,2010).

Di dalam Paket *XAMPP* terdapat tiga paket penting yaitu *Apache* sebagai *web server*, *PHP* sebagai bahasa pemrograman dan *MySQL* sebagai *database*. *Apache* adalah *server web (web server)* yang dapat dijalankan di banyak sistem operasi. *Apache* merupakan perangkat lunak *open-source* yang dikembangkan oleh komunitas terbuka yang terdiri dari pengembang-pengembang dibawah naungan *Apache Software Foundation*.

2.11.6 MySQL

MySQL adalah suatu jenis *database server* yang sangat terkenal dan banyak digunakan untuk membangun aplikasi yang menggunakan *database* sebagai sumber dan pengolahan datanya, kepopuleran *MySQL* antara lain karena *MySQL* menggunakan *SQL* sebagai bahasa dasar untuk mengakses *database*-nya sehingga mudah untuk digunakan, kinerja *query* sangat cepat dan mencukupi untuk kebutuhan *database* perusahaan-perusahaan yang berskala kecil sampai menengah, *MySQL* juga bersifat tidak berbayar (Arief, 2011).

2.12 Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak merupakan suatu teknik yang digunakan menguji apakah sebuah perangkat lunak yang dihasilkan telah sesuai dengan yang diharapkan atau belum. Menurut Pressman (2002), pengujian adalah proses eksekusi suatu program untuk menemukan kesalahan sebelum digunakan oleh pengguna akhir (*end-user*).

2.12.1 Pengujian *Black Box*

Menurut Pressman (2010) *Black Box testing* berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak yang memungkinkan *engineers* untuk memperoleh set kondisi input yang sepenuhnya akan melaksanakan persyaratan fungsional untuk sebuah program.

Menurut Mustaqbal dan Firdaus (2015) *Black Box Testing* berfokus pada spesifikasi fungsional dari perangkat lunak. Tester dapat mendefinisikan kumpulan kondisi input dan melakukan pengetesan pada spesifikasi fungsional program. *Black Box Testing* bukanlah solusi alternatif dari *White Box Testing* tapi lebih merupakan pelengkap untuk menguji hal-hal yang tidak dicakup oleh *White Box Testing*. *Black Box Testing* cenderung untuk menemukan hal-hal berikut (Mustaqbal dan Firdaus, 2015).

1. Fungsi yang tidak benar atau tidak ada
2. Kesalahan antarmuka (*interface errors*)
3. Kesalahan pada struktur data dan akses basis data
4. Kesalahan performansi (*performance errors*)
5. Kesalahan inisialisasi dan terminasi

Adapun teknik pengujian secara black Box menurut (sukanto, 2009), adalah sebagai berikut:

1. *Boundary value Analysis (BVA)/ Limit Testing* adalah banyak kesalahan terjadi pada kesalahan masukan. BVA mengijinkan untuk menguji seleksi kasus uji yang menguji batasan nilai input. BVA merupakan komplemen dari *equivalence partitioning*. Lebih pada memilih elemen-elemen di dalam kelas ekivalen pada bagian sisi batas dari kelas.
2. *Comparison Testing* adalah pengujian pada beberapa aplikasi *reliability* dari

sebuah perangkat lunak. Redundansi perangkat keras dan perangkat lunak mungkin digunakan untuk meminimalisir kesalahan (*error*). Untuk redundansi perangkat lunak, gunakan tim yang terpisah untuk mengembangkan setiap versi perangkat lunak yang independen. Uji setiap versi dengan data yang sama untuk memastikan semua versi menghasilkan keluaran yang sama. Jalankan semua versi dengan paralel dan perbandingan keluaran secara *real-time*.

3. *Sample Testing* adalah pengujian yang melibatkan beberapa nilai yang terpilih dari sebuah kelas ekuivalen. Mengintegrasikan nilai pada kasus uji dan nilai-nilai yang terpilih mungkin dipilih dengan urutan tertentu atau interval tertentu
4. *Robustness Testing* adalah pengujian dengan data input dipilih diluar spesifikasi yang telah didefinisikan. Tujuan dari pengujian ini adalah membuktikan bahwa tidak ada kesalahan jika masukan tidak valid
5. *Behavior Testing* adalah pengujian dengan hasil uji tidak dapat dievaluasi jika hanya melakukan pengujian sekali, tapi dapat dievaluasi jika pengujian dilakukan beberapa kali, misalnya pada pengujian struktur *data stack*.
6. *Requirement Testing* adalah spesifikasi kebutuhan yang terasosiasi dengan perangkat lunak (*input, output, fungsi, performansi*) diidentifikasi pada tahap spesifikasi kebutuhan dan desain. *requirement testing* melibatkan pembuatan kasus uji untuk setiap spesifikasi kebutuhan yang terkait dengan program.
7. *Performance Testing* adalah mengevaluasi kemampuan program untuk beroperasi dengan benar dipandang dari sisi acuan kebutuhan misalnya: aliran data, ukuran pemakaian memori, kecepatan eksekusi dan lain-lain. Untuk mencari tahu beban kerja atau kondisi konfigurasi program dan dapat digunakan untuk menguji batasan lingkup program.
8. Uji ketahanan (*Endurance Testing*) adalah melibatkan kasus uji yang diulang-ulang dengan jumlah tertentu dengan tujuan untuk mengevaluasi program apakah sesuai spesifikasi kebutuhan.
9. *Equivalence partitioning* adalah membagi input menjadi kelas-kelas data yang dapat digunakan untuk meregenerasi kasus uji dengan tujuan untuk menemukan kelas-kelas kesalahan. Selain itu, *equivalence partitioning* berdasarkan pada kesamaan kelas-kelas kondisi *input*. Sebuah kelas yang ekuivalen merepresentasikan kumpulan status/kondisi yang valid atau tidak

valid. Sebuah kondisi input dapat berupa nilai numerik yang spesifik, rentan nilai, kumpulan nilai yang berkaitan, atau kondisi *boolean*.

10. Uji Sebab-Akibat (*Cause-Effect Relationship Testing*) adalah teknik yang merupakan suplemen dari *equivalence testing* dengan menyediakan cara untuk memilih kombinasi data input dan melibatkan kondisi *input* (*Cause*) dan kondisi *output* (*Effect*) untuk mencegah pendefinisian kasus uji yang terlalu banyak.

2.12.2 Pengujian *Skala Likert*

Pengujian dilakukan dengan metode kuesioner, kuesioner merupakan jenis pengujian dengan memberikan lembaran pertanyaan atau angket kepada orang lain mengenai penilaian terhadap sistem dimana nantinya hasil jawaban dari pengguna dapat dijadikan acuan dalam pengembangan sistem. (Yusuf, 2015). Perhitungan hasil dari kuesioner dilakukan dengan menggunakan cara *Skala Likert*. *Skala Likert* digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial (Sugiyono, 2014). Untuk setiap pilihan jawaban diberi skor, maka responden harus menggambarkan, mendukung pertanyaan dengan jawaban yang dipilih. Dengan *skala likert*, variabel yang akan diukur dijabarkan menjadi indikator variabel. Kemudian indikator tersebut dijadikan sebagai titik tolak ukur menyusun item-item instrumen yang dapat berupa pertanyaan atau pernyataan.

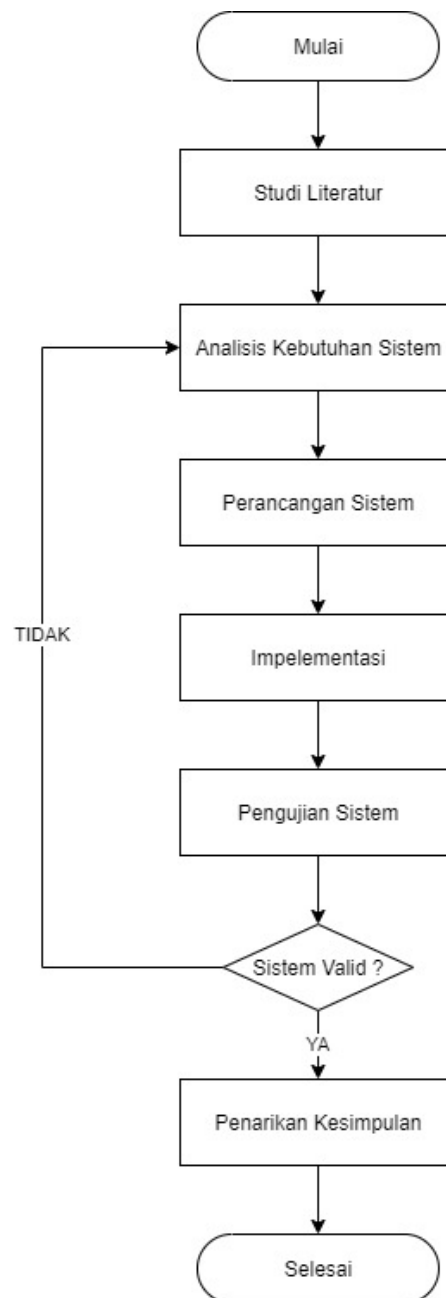
Tabel 2. 7 Skala Penilaian Untuk Pertanyaan Positif dan Negatif

Nilai	Kriteria
1	Sangat Buruk
2	Buruk
3	Cukup
4	Baik
5	Sangat Baik

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian adalah suatu proses yang dilakukan secara ilmiah untuk keperluan sebuah penelitian. Pada penelitian ini, langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut, seperti terlihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

Berdasarkan diagram alir metodologi penelitian pada Gambar 3.1, bisa dilihat bahwa terdapat beberapa tahap dalam metodologi penelitian. Tahapan-tahapan tersebut terdiri dari:

1. Studi Literatur

Tahapan studi literatur adalah tahapan yang bertujuan untuk menyusun teori yang akan menjadi dasar dan juga penunjang penelitian. Pada tahap studi literatur penulis menggunakan sumber referensi dari buku, jurnal, artikel, hingga *youtube* sebagai media pengumpulan data berupa informasi yang diperlukan untuk mendukung literatur ilmiah yang berkaitan dengan topik penelitian monitoring frekuensi.

2. Analisis Kebutuhan Sistem

Pada tahap analisis kebutuhan sistem, penulis melakukan pengumpulan data (observasi) berupa monitoring frekuensi, mengolah data dan menganalisa kondisi *eksisting* serta kebutuhan sistem yang baru.

3. Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan sistem, penulis melakukan perancangan terhadap aplikasi yang akan di bangun. Perancangan sistem dalam penelitian ini menggunakan *Unified Modelling Language* (UML) dan serta arsitektur sistem.

4. Implementasi

Tahap implementasi pada penelitian ini bertujuan untuk menerapkan sistem yang telah dirancang untuk dilakukan kodefikasi dengan pemrograman yang sesuai dengan kebutuhan dan perancangan sistem, pada penelitian ini aplikasi dibangun menggunakan teknologi *MS Excel dan MS VBA*, serta Grafana sebagai basis aplikasi, dan juga metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dalam pengambilan keputusan pada penelitian ini.

5. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan apa yang telah dirancang. Dalam hal ini dilakukan 2 pengujian yang pertama pengujian dengan metode *Black-Box* untuk melihat fungsionalitas dari perangkat lunak yang difokuskan pada tampilan website dan laporan telegram berdasarkan penarikan data dari *database SCADA PLN* juga hasil dari penggunaan metode *Analytical Hierarchy Process*

(AHP). Untuk pengujian yang ke 2 adalah *Skala Likert*, yaitu untuk menguji kepuasan pengguna terhadap aplikasi yang telah dibuat.

6. Penarikan Kesimpulan

Tahap penarikan kesimpulan merupakan tahap akhir dari penelitian ini. Pada tahap ini dilakukan penulisan laporan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Laporan hasil penelitian ini kemudian akan digunakan sebagai dokumentasi terhadap penelitian yang telah dilakukan.

3.2 Data Penelitian

Data penelitian didapatkan dari hasil observasi dan survei langsung ke PT PLN (Persero) UP3B (Unit Pelaksana Penyaluran dan Pengatur Beban) Sistem Kalimantan Barat yang beralamat di jalan Karya Baru No. 60 Pontianak Selatan. Hasilnya adalah monitoring frekuensi Sistem Khatulistiwa dan peringatan akan anomali frekuensi yang terjadi, hanya bisa dilihat dan di monitoring dari ruang Dispatcher (Operator Sistem Khatulistiwa), serta belum adanya langkah pengambilan keputusan otomatis oleh satu aplikasi terkait operasi pembangkit sesuai dengan kondisi frekuensi yang ada.

3.3 Alat Bantu Penelitian

3.3.1 Perancangan Penelitian

Alat perancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Unified Modelling Language* (UML), yang digunakan untuk menggambarkan kegiatan atau proses bisnis yang dilaksanakan secara umum dan menggambarkan representasi struktur statis sebuah sistem.

3.3.2 Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem Operasi *Windows 10 Pro* 64-bit

Software untuk mengelola komputer dan proses-proses yang berjalan di komputer, baik itu perangkat lunak maupun perangkat keras.

2. Telegram

Telegram adalah aplikasi berbagi pesan berbasis *cloud* yang fokus pada

kecepatan dan keamanan. Telegram dirancang untuk memudahkan pengguna saling berkiriman pesan teks, audio, video, gambar dan sticker dengan aman.

3. MS Excel 2013 dan Microsoft VBA (*Visual Basic for Applications*) Excel
Visual Basic for Application atau yang biasa disingkat dengan VBA Excel adalah sebuah fungsi dari Visual Basic yang ditanamkan kedalam Ms.Excel. Fungsi Visual Basic ini dapat membantu pengguna Ms.Excel untuk membuat berbagai program/fungsi untuk mempermudah pekerjaannya.
4. XAMPP
Perangkat lunak yang berguna sebagai *server* lokal (*localhost*) yang terdiri dari beberapa program seperti *Apache, HTTP Server, MySQL Database, PHP, dan Perl.*
5. Grafana
Grafana adalah sebuah *software opensource* yang didesain untuk membaca *data metrics* untuk kemudian mengubah data-data tersebut menjadi sebuah grafik atau sebuah data tertulis. Software ini dipilih karena telah banyak sekali digunakan untuk melakukan analisis data dan monitoring. Grafana juga mendukung banyak *storage backends* yang berbeda untuk data time series (*Source Data*). Setiap *source data* memiliki Query Editor tertentu yang disesuaikan untuk fitur dan kemampuan tertentu.
6. *Draw.io*
Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat perancangan *Unified Modeling Language*, arsitektur sistem, serta perancangan antarmuka sistem.
7. *Web Browser Chrome*
Perangkat untuk menjalankan program dan menjelajahi halaman *web* yang tersimpan pada komputer atau *localhost*.

3.3.3 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Laptop HP ProBook 440 G6, dengan spesifikasi Intel(R) Core(TM) i5-8265U CPU @ 1.60GHz (8CPUs), RAM 8GB, HardDisk 500GB, SSD 128GB.
2. *Smartphone* Sony Xperia XZ1 64GB

3.4 Analisis Kebutuhan Sistem

Proses analisis kebutuhan sistem dilakukan dengan melakukan observasi dari sudut pandang *developer* yang juga bertindak sebagai pengguna (Pegawai PT PLN (Persero)) selaku Pengguna. Berdasarkan identifikasi aktor yang telah dibuat, maka dilakukan lah proses analisis kebutuhan sistem sebagai berikut, Pengguna membutuhkan sistem yang dapat memberikan informasi berupa Monitoring frekuensi Sistem Khatulistiwa. Monitoring Frekuensi Sistem Khatulistiwa memberikan data berupa frekuensi serta frekuensi global dari Sistem Khatulistiwa itu sendiri, dan saran apabila frekuensi tidak sesuai dengan batasan. Informasi yang di tampilkan datanya bersumber dari *Database* SCADA yang datanya diambil dari tiap-tiap Gardu Induk 150kV maupun Gardu Induk 275kV.

Sistem Monitoring ini nantinya akan memantau frekuensi dan akan memberikan peringatan serta saran apabila terdapat anomali pada frekuensi, yaitu berupa penurunan atau kenaikan pembangkit untuk menyeimbangkan frekuensi yang ada pada Sistem Khatulistiwa. Kenaikan atau penurunan frekuensi ini terjadi bisa karena perubahan jumlah pelanggan yang signifikan atau gangguan pembangkit yang menyebabkan daya turun secara signifikan Untuk pembuatan sistemnya sendiri di sini menggunakan Grafana dan Telegram sebagai *user interface*-nya

Untuk bagian pemberian saran kenaikan atau pembangkit sendiri perhitungannya menggunakan MS Excel dengan sumber data (frekuensi & daya pembangkit) dari *Database* SCADA, yang didalamnya terdapat sistem pengambilan keputusan dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Dengan metode ini maka akan secara otomatis menentukan urutan kenaikan ataupun penurunan pembangkit sesuai dengan kriteria dan kebutuhan yang telah ditentukan. Sehingga meminimalisir kesalahan dan lebih mempermudah pekerjaan. Data yang telah terproses ini nantinya akan disimpan di *database* MySQL dan kemudian ditampilkan pada Website dengan menggunakan Grafana dan juga Telegram untuk notifikasinya.

3.5 Perancangan Sistem

Setelah melakukan proses analisis terhadap sistem, sesuai dengan metode pengembangan perangkat lunak model *waterfall*, maka hal selanjutnya yang harus

dilakukan adalah membuat perancangan. Terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam perancangan sistem yang akan dikerjakan, sebagai berikut:

1. Perancangan Arsitektur Sistem

Tahap ini meliputi gambaran secara umum mengenai proses kegiatan yang berlangsung pada sistem.

2. Perancangan *Unified Modeling Language* (UML)

Tahap ini meliputi rancangan yang menggambarkan batasan sistem serta fungsi-fungsi sistem secara umum

3. Perancangan *Database*

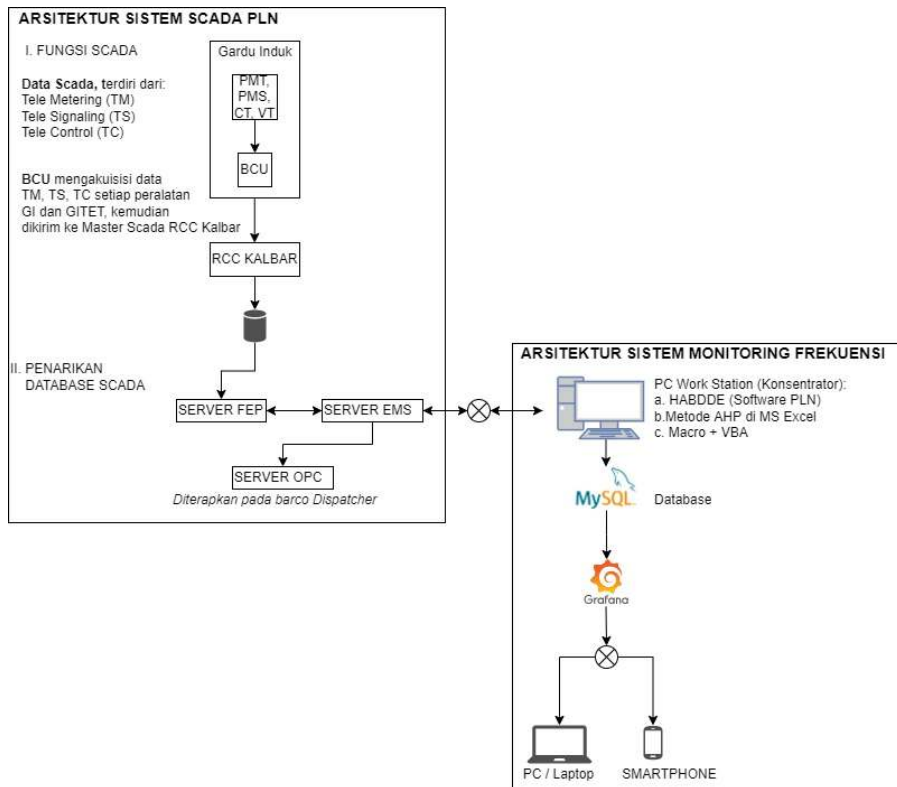
Tahap ini terdiri dari gambaran relasi antar tabel dan spesifikasi tabel pada *database*.

4. Perancangan Antarmuka

Tahap ini merupakan perancangan struktur, tata letak, hingga komponen antarmuka sistem

3.5.1 Perancangan Arsitektur Sistem

Pada perancangan arsitektur sistem yang dibangun, secara garis besar terdiri dari 2 arsitektur yaitu Arsitektur Sistem SCADA milik PT PLN (Persero) UP3B Sistem Kalbar dan Arsitektur Sistem Monitoring Frekuensi, seperti yang terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Perancangan Arsitektur Sistem

Berikut dijelaskan lebih rinci untuk Arsitektur Sistem Monitoring Frekuensi:

1. Data dari *Database* SCADA masuk ke PC (Personal Computer) Workstation yang berfungsi sebagai Konsentrator (mengumpulkan data) dengan bantuan aplikasi HABDDE. Pada PC juga terdapat MS Excel yang didalamnya didesain untuk pengambilan keputusan dengan metode AHP untuk pengurutan operasi pembangkit (menaikan atau menurunkan) tergantung pada kondisi frekuensi Sistem Khatulistiwa. Jika sudah ditentukan maka selanjutnya menjalankan penarikan data yang dibutuhkan dari *database* SCADA dengan MS Excel untuk kemudian di kirim ke MySQL dengan bantuan Macro VBA (Visual Basic for Application) melalui ODBC.
2. Pada MySQL dibuatkan *database* untuk menyimpan data – data yang dikirimkan dari MS Excel.
3. Dengan Grafana data pada MySQL diambil dan disajikan dalam bentuk website yang hanya bisa diakses jika terhubung dengan jaringan intranet milik PT PLN (Persero) UP3B Sistem Kalbar. Selain itu jika frekuensi

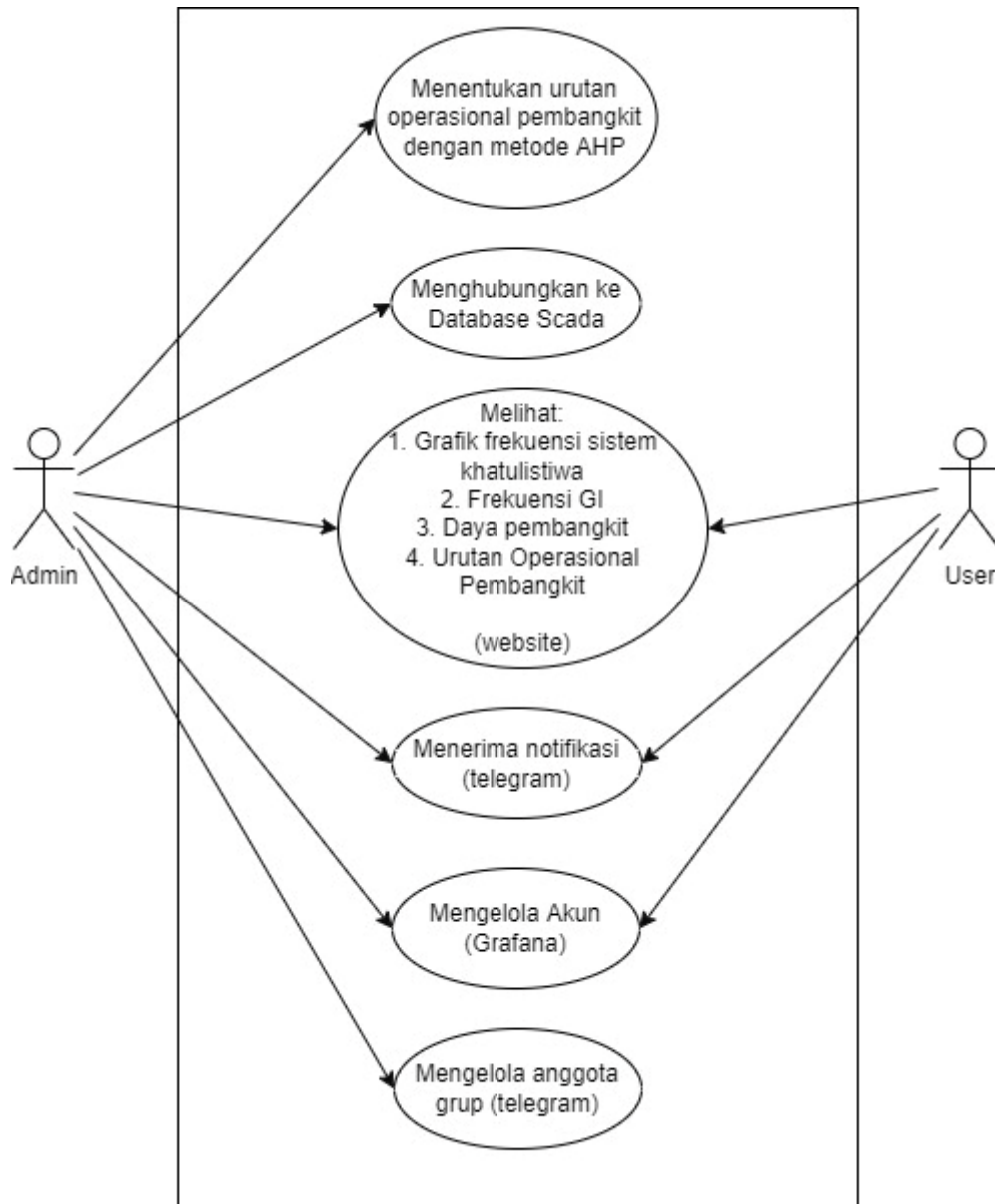
Sistem Khatulistiwa terjadi anomali, maka akan ada notifikasi yang akan dikirim ke grup telegram.

4. PC / laptop yang terhubung langsung dengan jaringan intranet maupun melalui VPN dapat mengakses website monitoring frekuensi Sistem Khatulistiwa. Dengan Smartphone maka harus tergabung dengan grup telegram yang sudah disediakan agar bisa menerima notifikasi tentang adanya anomali frekuensi Sistem Khatulistiwa.

3.5.2 Perancangan Unified Modeling Language (UML)

3.5.2.1 Perancangan *Use Case*

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai perancangan *use case* untuk sistem monitoring frekuensi Sistem Khatulistiwa, seperti yang bisa dilihat pada gambar 3.3. Kemudian tabel *Use case* pada tabel 3.1 akan menerangkan mengenai interaksi apa saja yang dapat dilakukan user saat melakukan monitoring.



Gambar 3.3 Use Case Diagram

Tabel 3.1 Definisi Use Case Diagram

No	Nama Use Case	Keterangan	Aktor
1	Menentukan urutan operasi pembangkit dengan metode AHP	Merupakan proses untuk menentukan kriteria dan alternatif dalam urutan operasi pembangkit dengan metode AHP. Urutan operasi pembangkit ini nantinya menjadi acuan untuk menentukan	Admin

No	Nama <i>Use Case</i>	Keterangan	Aktor
		urutan naik turunnya pembangkit untuk mempertahankan kondisi frekuensi agar normal.	
2	Menghubungkan ke <i>Database</i> SCADA	Merupakan proses untuk menghubungkan sistem ke dalam <i>Database</i> SCADA melalui MS Excel dengan bantuan HABDDE	Admin
3	Melihat: 1. Grafik frekuensi Sistem Khatulistiwa 2. Frekuensi GI 3. Daya pembangkit 4. Urutan Operasi Pembangkit (website)	Merupakan proses untuk melihat 1. Grafik frekuensi Sistem Khatulistiwa 2. Frekuensi GI 3. Daya pembangkit 4. Urutan Operasi Pembangkit (jika frekuensi mengalami anomali) Pada alamat website yang telah di sediakan	Admin / User
4	Menerima notifikasi (telegram)	Merupakan proses bagaimana notifikasi diterima masuk lewat grup telegram	Admin / User
5	Mengelola Akun (Grafana)	Merupakan proses untuk mengelola akun yang dimiliki oleh masing-masing aktor, seperti memperbarui profil, merubah username dan password.	Admin / User
6	Mengelola anggota grup (telegram)	Merupakan proses admin untuk mengelola anggota dalam grup telegram (menambah/mengeluarkan) anggota dari grup telegram.	Admin

3.5.2.2 Definisi Aktor dan Deskripsinya

Aktor menggambarkan seseorang, perangkat, sistem lain yang berinteraksi dengan sistem. Aktor hanya berinteraksi dengan *use case* tetapi tidak memiliki kontrol atas *use case*, seperti terlihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Definisi Aktor dan Deskripsinya

No	Aktor	Deskripsi
1	Admin	Admin adalah aktor yang dapat melakukan proses seleksi urutan pembangkit, mengelola data pembangkit serta frekuensi, mengelola akun dan anggota grup (telegram).
2	User	User adalah aktor yang dapat melakukan proses mengelola akun, melihat data pembangkit serta frekuensi, melihat seleksi urutan pembangkit dan menerima notifikasi jika terdapat anomali

3.5.2.3 Skenario Use Case Yang Berjalan

Skenario *use case* mendeskripsikan aktor-aktor yang melakukan prosedur dalam sistem, serta menjelaskan respon yang ditanggapi oleh sistem tersebut terhadap prosedur yang dilakukan oleh aktor. Berikut ini adalah skenario *use case* yang berjalan.

- Nama Use Case** : Menentukan urutan operasi pembangkit dengan metode AHP

Aktor : Admin

Pre-Condition : Aktor menetapkan kriteria dan alternatif beserta derajat kepentingan yang dibutuhkan untuk memproses pengurutan operasi pembangkit dengan metode AHP

Post-Condition : Urutan operasi (kenaikan/penurunan) pembangkit sesuai dengan kondisi frekuensi

Deskripsi : Aktor melakukan pengecekan proses dan nilai bobot akhir pada perhitungan dengan metode AHP

Tabel 3.3 Skenario *use case* “Menentukan kriteria & alternatif dalam urutan operasi pembangkit dengan metode AHP”

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
Skenario Normal	
1. Menetapkan kriteria dan alternatif beserta derajat kepentingan	
	2. Melakukan proses perhitungan dengan metode AHP
3. Melakukan pengecekan perhitungan AHP sesuai dengan aturannya	
	4. Perhitungan sesuai dengan aturan
	5. Menampilkan urutan pembangkit baik kenaikan maupun penurunan berdasarkan nilai bobot akhir dari metode AHP
Skenario Alternatif	
1. Menetapkan kriteria dan alternatif beserta derajat kepentingan	
	2. Melakukan proses perhitungan dengan metode AHP
3. Melakukan pengecekan perhitungan AHP sesuai dengan aturannya	
	4. Perhitungan tidak sesuai dengan aturan
5. Melakukan penetapan ulang derajat kepentingan	
	6. Melakukan proses perhitungan dengan metode AHP
7. Melakukan pengecekan perhitungan AHP sesuai dengan aturannya	
s	8. Perhitungan sesuai dengan aturan
	9. Menampilkan urutan pembangkit baik kenaikan maupun penurunan berdasarkan nilai bobot akhir dari metode AHP

2. Nama *Use Case* : Menghubungkan ke *Database* SCADA

Aktor : Admin

Pre-Condition : Aktor menghubungkan ke *Database* SCADA

Post-Condition : MS Excel terhubung dengan *Database* SCADA

Deskripsi : Data diambil dan masuk ke dalam MS Excel kemudian dikirim ke MySQL

Tabel 3.4 Skenario *use case* “Menghubungkan ke *Database SCADA*”

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
Skenario Normal	
1. Menghubungkan ke <i>Database SCADA</i>	
	2. MS Excel menerima data yang dibutuhkan dari <i>Database SCADA</i> dan mengirimkan ke MySQL
	3. Status RUNNING (menandakan jika koneksi terhubung)

3. Nama *Use Case* : Melihat grafik frekuensi Sistem khatulistiwa, frekuensi GI, daya pembangkit, urutan operasi pembangkit (website)

Aktor : Admin / User

Pre-Condition : Aktor mengakses website

Post-Condition : Menampilkan grafik frekuensi Sistem Khatulistiwa frekuensi GI, daya pembangkit, urutan operasi pembangkit (jika frekuensi mengalami anomali)

Deskripsi : Aktor dapat melihat grafik frekuensi sistem khatulistiwa frekuensi GI, daya pembangkit, urutan operasi pembangkit (jika frekuensi mengalami anomali)

Tabel 3.5 Skenario *use case* “Melihat grafik frekuensi Sistem Khatulistiwa, frekuensi GI, daya pembangkit, urutan operasi pembangkit (website)”

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
Skenario Normal	
1. Terhubung jaringan intranet	
2. Menuju website	
	3. Menampilkan halaman login
4. Memasukan User & Password	
	5. Menampilkan grafik frekuensi Sistem Khatulistiwa frekuensi GI, daya pembangkit, urutan operasi pembangkit (jika

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
	frekuensi mengalami anomali)

4. Nama *Use Case* : Menerima notifikasi (telegram)
 Aktor : Admin / User
Pre-Condition : Aktor tergabung dengan grup telegram
Post-Condition : Aktor menerima notifikasi setiap ada anomali frekuensi
 Deskripsi : Anomali frekuensi dikirimkan dari *alerting* grafana ke grup telegram

Tabel 3.6 Skenario *use case* “Menerima notifikasi (telegram)”

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
Skenario Normal	
1. Membuka Telegram	
2. Membuka Grup Telegram	
	3. Menampilkan anomali frekuensi yang dikirimkan dari <i>alerting</i> grafana

5. Nama *Use Case* : Mengelola Akun (Grafana)
 Aktor : Admin / User
Pre-Condition : Aktor melakukan login
Post-Condition : Aktor berhasil menambahkan atau merubah informasi akun
 Deskripsi : Aktor melakukan proses tambah atau merubah informasi akun

Tabel 3.7 Skenario *use case* “Mengelola Akun (Grafana)”

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
Skenario Normal	
1. Memilih menu Profil (pada Grafana)	
	2. Menampilkan data akun
3. Memilih fungsi edit	
	4. Menampilkan form edit
5. Merubah data akun	
	6. Memeriksa valid tidaknya data yang dimasukan
	7. Menyimpan data akun yang telah diubah
	8. Menampilkan pemberitahuan

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
	data berhasil diubah
Skenario Alternatif	
1. Memilih menu Profil (pada Grafana)	
	2. Menampilkan data akun
3. Memilih fungsi edit	
	4. Menampilkan form edit
5. Merubah data akun	
	6. Memeriksa valid tidaknya data yang dimasukan
	7. Menampilkan pesan bahwa data masukan tidak valid
8. Memperbaiki biodata yang tidak valid	
	9. Memeriksa valid tidaknya data yang dimasukan
	10. Menyimpan data akun yang telah diubah
	11. Menampilkan pemberitahuan data berhasil diubah

6. Nama *Use Case* : Mengelola anggota grup (telegram)
 Aktor : Admin
Pre-Condition : Aktor masuk ke menu pada grup telegram
Post-Condition : Aktor berhasil menambah atau mengeluarkan anggota
 Deskripsi : Aktor melakukan proses menambah atau mengeluarkan anggota dari grup telegram

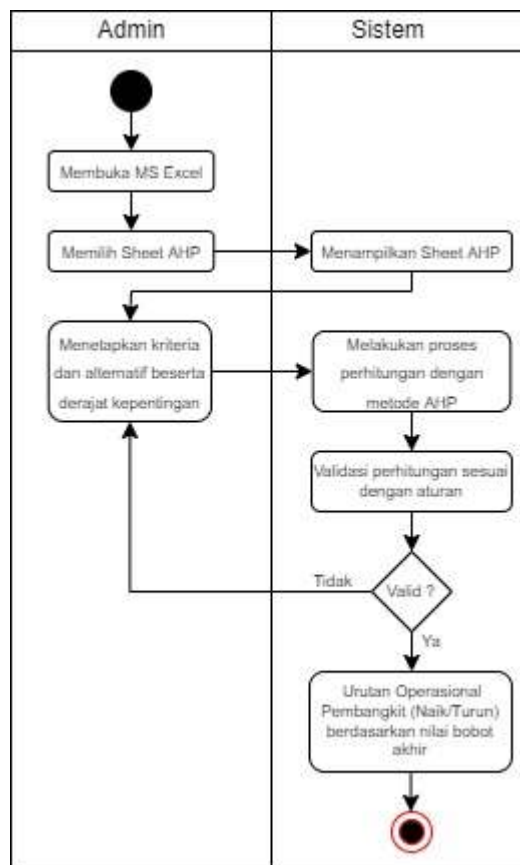
Tabel 3.8 Skenario *use case* “Mengelola anggota grup (telegram)”

Aksi Aktor	Reaksi Sistem
Skenario Normal	
1. Masuk ke menu grup telegram	
	2. Menampilkan menu menambah atau mengeluarkan anggota
3. Memilih menu menambah atau mengeluarkan anggota	
	4. Berhasil menambah anggota atau mengeluarkan anggota

3.5.2.4 Perancangan Activity Diagram

Activity diagram merupakan bentuk penggambaran dari berbagai alur aktivitas dalam sistem aplikasi yang sedang dirancang antara aktor dan sistem. Berikut adalah *activity diagram* bagi masing-masing perlakuan aktor pada sistem berdasarkan *use case* yang telah dirancang.

1. *Activity Diagram* Menentukan urutan operasi pembangkit dengan metode AHP

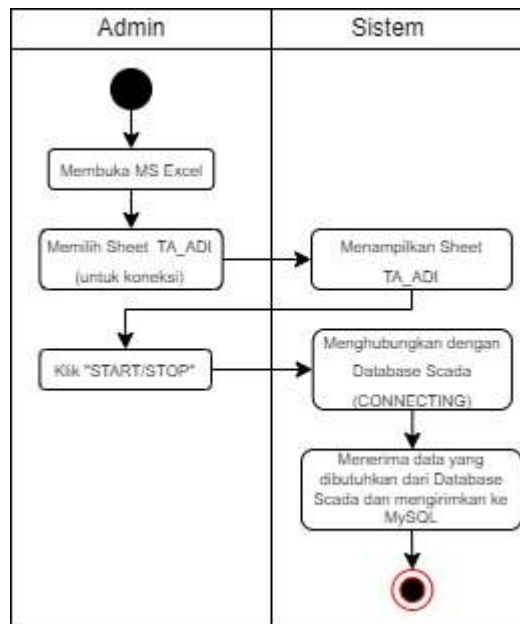


Gambar 3.4 *Activity Diagram* Menentukan urutan operasi pembangkit dengan metode AHP

Pada gambar 3.4 menampilkan alur bagaimana admin menentukan kriteria dan alternatif dalam urutan operasi (menaikan atau menurunkan) pembangkit dengan metode AHP pada MS Excel yang telah tersedia. Perhitungan dengan metode AHP dilakukan pengecekan ulang untuk mendapatkan perhitungan dan hasil yang sesuai dengan aturan. Setelah perhitungan selesai maka didapatkan hasil bobot akhir pada tiap kriteria sesuai dengan nilai bobotnya. Dari nilai bobot tersebut

diurutkan menjadi urutan operasi pembangkit.

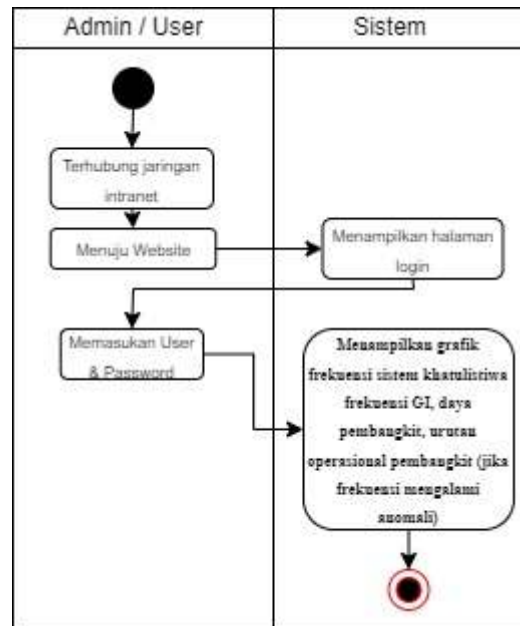
2. Activity Diagram Menghubungkan ke Database SCADA



Gambar 3. 5 Activity Diagram Menghubungkan ke Database SCADA

Pada gambar 3.5 menampilkan alur bagaimana admin menghubungkan database SCADA milik PLN dengan MS Excel agar dapat menerima data-data yang dibutuhkan. Admin membuka MS Excel yang sudah didesain dan tersedia untuk melakukan konduktivitas dengan database SCADA, kemudian mengklik tombol “START/STOP” hingga akhirnya muncul “CONNECTING” yang menandakan database dan MS Excel telah terhubung. Data yang diterima oleh MS Excel maka akan diteruskan untuk kemudian disimpan pada MySQL untuk di simpan disana sebelum ditampilkan di website melalui Grafana.

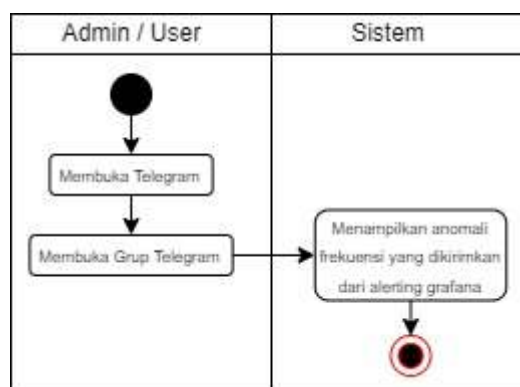
3. Activity Diagram Melihat grafik frekuensi Sistem Khatulistiwa, frekuensi GI, daya pembangkit, urutan operasi pembangkit (website)



Gambar 3.6 Activity Diagram Melihat grafik frekuensi sistem khatulistiwa, frekuensi GI, daya pembangkit, urutan operasi pembangkit (website)

Pada gambar 3.6 menampilkan alur bagaimana admin dan user bisa melihat grafik frekuensi Sistem Khatulistiwa, frekuensi GI, daya pembangkit, urutan operasi pembangkit (website). Pastikan jaringan berada pada jaringan intranet, kemudian menuju alamat website dan login sesuai dengan akun yang telah ada atau dibuat. Setelah berhasil login maka terlihatlah tampilan monitoring Sistem Khatulistiwa dengan berbagai data dan kondisinya.

4. Activity Diagram Menerima notifikasi (telegram)

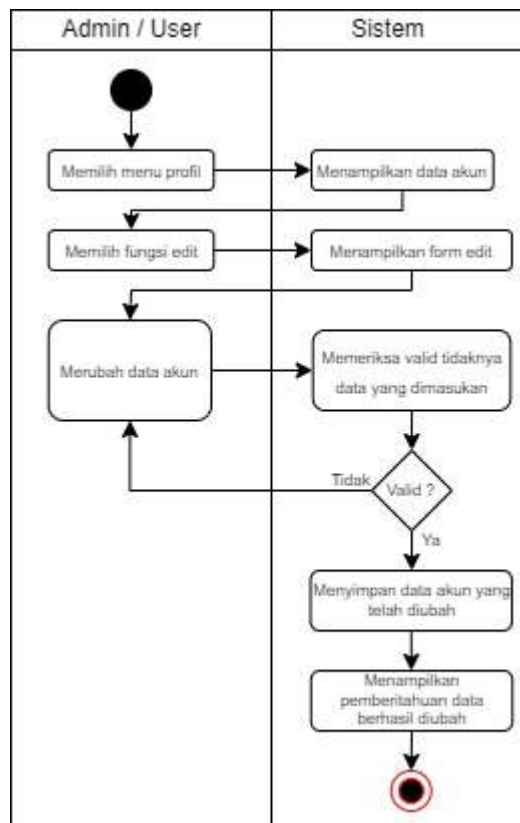


Gambar 3.7 Activity Diagram Menerima notifikasi (telegram)

Pada gambar 3.7 menampilkan alur bagaimana admin dan user menerima notifikasi telegram. Admin dan user bisa menunggu atau langsung membuka

telegram, kemudian klik grup telegram yang akan menerima notifikasi telegram. Notifikasi telegram akan dikirimkan ke telegram dari *alerting* grafana, dimana notifikasi dikirimkan setiap adanya anomali frekuensi Sistem Khatulistiwa, yaitu ketika frekuensi rendah ($<49,50$ Hz) atau frekuensi tinggi ($>50,50$ Hz)

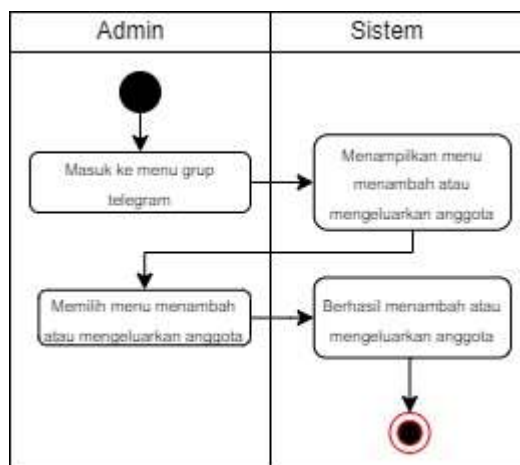
5. Activity Diagram Mengelola Akun (Grafana)



Gambar 3.8 Activity Diagram Mengelola Akun (Grafana)

Pada gambar 3.8 menampilkan alur bagaimana admin dan *user* bisa mengelola akun Grafana, aktor membuka menu profil, kemudian memilih fungsi edit yang bisa digunakan untuk merubah data akun. Setelah berhasil maka akan data disimpan dan muncul notifikasi jika data berhasil tersimpan.

6. Activity Diagram Mengelola anggota grup (telegram)



Gambar 3.9 Activity Diagram Mengelola anggota grup (telegram)

Pada gambar 3.9 menampilkan alur bagaimana admin mengelola anggota yang ada pada grup telegram. Admin masuk ke menu grup kemudian mencari pilihan untuk menambah atau mengeluarkan anggota sehingga sistem merespon dengan memproses dan menyimpan pilihan dari admin.

3.5.3 Perancangan Database

3.5.3.1 Spesifikasi Tabel Database

Spesifikasi tabel basis data dibutuhkan untuk mengetahui nama tabel kolom apa saja yang ada di dalam tabel *primary key*, jenis tipe data yang digunakan, serta keterangan yang diperlukan. Dalam penelitian ini tabel yang ada dalam database berdiri sendiri dan tidak berelasi dengan tabel lainnya. Hal ini karena tidak ada keterkaitan data dalam proses olah data di MySQL maupun Grafana, data ibaratnya seperti dikirim melalui jalur / alamatnya masing-masing dari Excel menuju ke MySQL kemudian ke Grafana tanpa adanya relasi antar tabel. Berikut dijelaskan perancangan *database* yang dibangun:

1. Nama Database : ta_adi
- Nama Tabel : real_freq
- Keterangan : Tempat penyimpanan sementara data Frekuensi GI

Tabel 3.9 Keterangan Tabel Data Frekuensi Gardu Induk dan Sistem Khatulistiwa

Nama Field	Tipe Data	Key	Keterangan
id_freq	int (11)	<i>Primary key</i>	
gi	varchar (50)		Nama Gardu Induk
freq	desimal (10,2)		Frekuensi
waktu_freq	datetime		Jam pertama kali aplikasi dimulai
created_at	timestamp		Jam tiap penarikan data dari MS Excel

2. Nama Database : ta_adi
 Nama Tabel : real_freq_grafik
 Keterangan : Tempat penyimpanan sementara data frekuensi Sistem Khatulistiwa (tampilan grafik web)

Tabel 3.10 Keterangan Tabel Data Frekuensi Sistem Khatulistiwa (grafik)

Nama Field	Tipe Data	Key	Keterangan
id_fgraph	int (11)	<i>Primary key</i>	
freq1	desimal (10,2)		Frekuensi
waktu_graph	datetime		Jam pertama kali aplikasi dimulai
created_at	timestamp		Jam tiap penarikan data dari MS Excel

3. Nama Database : ta_adi
 Nama Tabel : real_kit

Keterangan : Tempat penyimpanan sementara data daya pembangkit

Tabel 3.11 Keterangan Tabel Data Daya Pembangkit

Nama Field	Tipe Data	Key	Keterangan
id_kit	int (11)	<i>Primary key</i>	
kit	varchar (50)		Pembangkit
mw	decimal (10,2)		Daya
dmp	decimal (10,2)		Daya Mampu Pembangkit
cadputar	decimal (10,2)		Cadangan Daya Pembangkit
waktu_kit	datetime		Jam pertama kali aplikasi dimulai
created_at	timestamp		Jam tiap penarikan data dari MS Excel

4. Nama Database : ta_adi
 Nama Tabel : ahp_kit
 Keterangan : Tempat penyimpanan sementara data urutan naik turunnya pembangkit

Tabel 3.12 Keterangan Tabel Data Urutan Naik Turunnya Pembangkit

Nama Field	Tipe Data	Key	Keterangan
id_ahp	int (11)	<i>Primary key</i>	
kit_ahp	varchar (50)		Pembangkit
cad_ahp	decimal (10,2)		Cadangan Daya Pembangkit
mw_refahp	decimal (10,2)		Selisih Daya
naik_ahp	decimal (10,2)		Daya yang haus di naikan
turun_ahp	decimal (10,2)		Daya yang

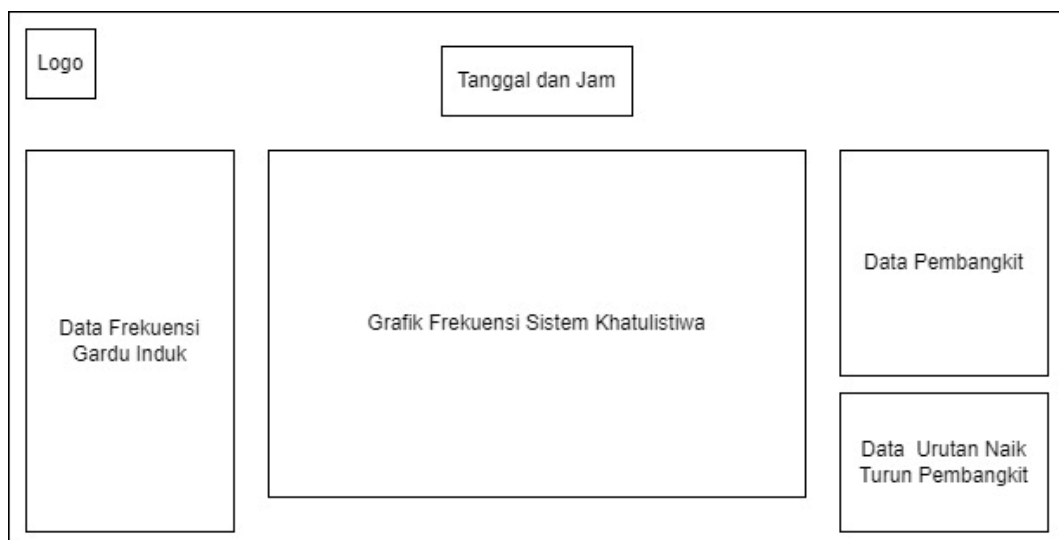
Nama Field	Tipe Data	Key	Keterangan
			haus di turunkan
waktu_ahp	datetime		Jam pertama kali aplikasi dimulai

3.5.4 Perancangan Antarmuka

Perancangan antarmuka (*interface*) dirancang sebagai gambaran awal model yang dibangun. Pada perancangan model yang dibangun terdapat 2 antarmuka yaitu antarmuka Website dan Notifikasi Telegram. Struktur antarmukanya bisa dilihat sebagai berikut:

1. Rancangan Antarmuka Website

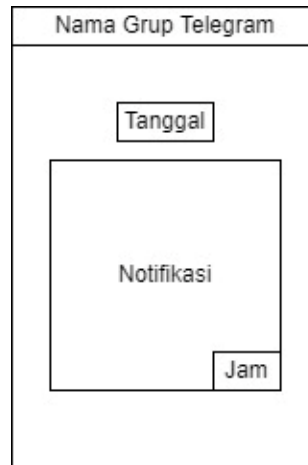
Pada tampilan halaman ini, nantinya akan menampilkan informasi berupa data frekuensi GI, grafik frekuensi Sistem Khatulistiwa, data mengenai pembangkit dan data urutan operasi pembangkit jika ada anomali frekuensi. Rancangan antarmuka website dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Rancangan Antarmuka Website

2. Rancangan Antarmuka Notifikasi Telegram

Rancangan antarmuka notifikasi Telegram nantinya merupakan antarmuka yang dapat diakses oleh user yang tergabung di Grup Telegram, rancangan antarmuka dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Rancangan Antarmuka Notifikasi Telegram

3.5.5 Perancangan *Layout* Antarmuka

Perancangan *layout* dibuat untuk memberikan gambaran awal penataan suatu elemen atau tata letak sebuah antarmuka yang akan dibangun. Rancangan *layout* yang dibuat diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Halaman *website*.

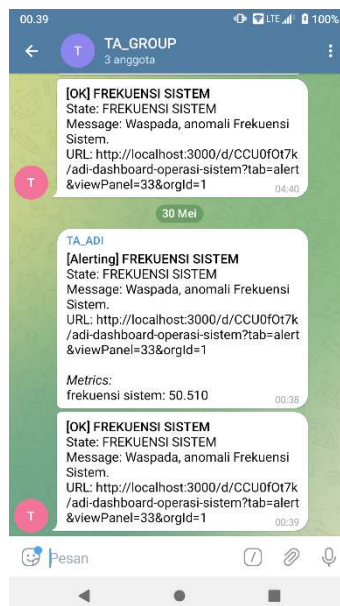
Pada tampilan halaman ini akan menampilkan informasi berupa data frekuensi GI, grafik frekuensi Sistem Khatulistiwa, data mengenai pembangkit dan data urutan operasi pembangkit jika ada anomali frekuensi. Antarmuka halaman website dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Halaman website

2. Halaman Grup Telegram

Halaman antarmuka notifikasi Telegram nantinya merupakan antarmuka yang dapat diakses oleh user yang tergabung di Grup Telegram, rancangan antarmuka dapat dilihat pada Gambar 3.13.



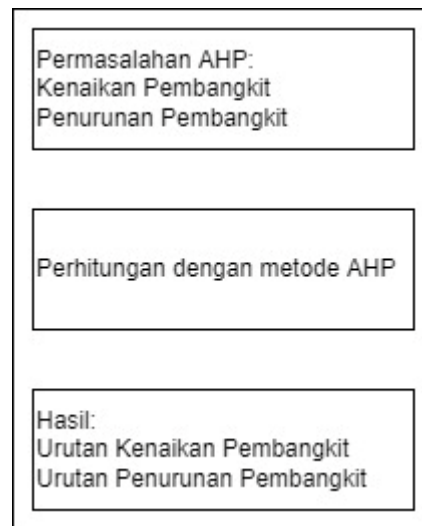
Gambar 3.13 Halaman Notifikasi Grup Telegram

3.6 Penerapan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) Dengan Microsoft Excel 2013

Penerapan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) pada penelitian ini bertujuan untuk memberikan kemudahan dalam pengambilan keputusan. Pengambilan keputusan yang dilakukan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) ini mencakup 2 hal yaitu Pemilihan Kenaikan Pembangkit saat Frekuensi Sistem Rendah dan Pemilihan Penurunan Pembangkit saat Frekuensi Sistem Tinggi, tidak hanya sekedar urutan operasi pembangkit, hasil keputusan nantinya juga akan menampilkan saran apa yang harus dilakukan untuk mengatur pembangkit agar Frekuensi Sistem berada dalam kondisi normal. Pengambilan keputusan tadi dilakukan dengan menggunakan MS Excel yang telah didesain secara khusus agar bisa menentukan alternatif pilihan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Hasil dari perhitungan (pengambilan) keputusan ini nantinya akan masuk ke dalam *database* sementara kemudian akan ditampilkan melalui website.

3.6.1 Perancangan Perhitungan dan Urutan Pemilihan Pembangkit Dengan Metode AHP

Perancangan perhitungan dan urutan pemilihan pembangkit dengan metode AHP dibuat dengan menggunakan MS Excel, rancangan antarmuka urutan pemilihan pembangkit bisa dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Rancangan Antarmuka Pemilihan Pembangkit

3.6.2 Antarmuka Perhitungan dan Urutan Pemilihan Pembangkit Dengan Metode AHP

Antarmuka perhitungan dan urutan pemilihan pembangkit dengan metode AHP dibuat dengan menggunakan MS Excel, rinciannya dapat dilihat pada gambar – gambar di bawah ini.

No.	Judul Masalah	Kriteria			Jumlah_Kriteria(n)	Pilihan			
		1	2	3		a	b	c	d
1,00	Pemilihan Kenaikan Pembangkit	Harga	Loses	Daya Pasok	4	Sesco	PLTU	PLTD	PLTBM
2,00	Pemilihan Penurunan Pembangkit	Harga	Loses	Daya Pasok	4	Sesco	PLTU	PLTD	PLTBM

Gambar 3.15 Permasalahan AHP

Pada Gambar 3.15 Permasalahan AHP dijelaskan permasalahan apa yang ingin di selesaikan, dilengkapi dengan 3 kriteria dan 4 pilihan alternatif.

Perbandingan_Kriteria			
1-1, 2-2, 3-3	1-2	1-3	2-3
1,00	2,00	3,00	2,00
1,00	2,00	3,00	2,00

Gambar 3. 16 Perbandingan Kriteria

Pada Gambar 3.16 Perbandingan Antar Kriteria bisa kita lihat setiap kriteria akan dibandingkan dengan semua kriteria (termasuk kriteria itu sendiri).

Perbandingan_Pilihan_kriteria1a				Perbandingan_Pilihan_kriteria1b				Perbandingan_Pilihan_kriteria1c				Perbandingan_Pilihan_kriteria1d					
a-a	a-b	a-c	a-d	b-a	b-b	b-c	b-d	c-a	c-b	c-c	c-d	d-a	d-b	d-c	d-d		
1,00		0,50	3,00	2,00	2,00	1,00	4,00	3,00		0,33	0,25	1,00	0,50	0,50	0,33	2,00	1,00
1,00		2,00	0,33	0,50	0,50	1,00	0,25	0,33		3,00	4,00	1,00	2,00	2,00	3,00	0,50	1,00
Perbandingan_Pilihan_kriteria2a				Perbandingan_Pilihan_kriteria2b				Perbandingan_Pilihan_kriteria2c				Perbandingan_Pilihan_kriteria2d					
a-a	a-b	a-c	a-d	b-a	b-b	b-c	b-d	c-a	c-b	c-c	c-d	d-a	d-b	d-c	d-d		
1,00	0,33	0,25	0,50	3,00	1,00	0,50	2,00	4,00	2,00	1,00	3,00	2,00	0,50	0,33	1,00		
1,00	3,00	4,00	2,00	0,33	1,00	2,00	0,50	0,25	0,50	1,00	0,33	0,50	2,00	3,00	1,00		
Perbandingan_Pilihan_kriteria3a				Perbandingan_Pilihan_kriteria3b				Perbandingan_Pilihan_kriteria3c				Perbandingan_Pilihan_kriteria3d					
a-a	a-b	a-c	a-d	b-a	b-b	b-c	b-d	c-a	c-b	c-c	c-d	d-a	d-b	d-c	d-d		
1,00	2,00	3,00	4,00	0,50	1,00	2,00	3,00	0,33	0,50	1,00	2,00	0,25	0,33	0,50	1,00		
1,00	0,50	0,33	0,25	2,00	1,00	0,50	0,33	3,00	2,00	1,00	0,50	4,00	3,00	2,00	1,00		

Gambar 3.17 Perbandingan Antar Alternatif

Pada Gambar 3.17 Perbandingan Antar Alternatif bisa kita lihat setiap alternatif dibandingkan dengan alternatif dengan semua kriteria yang sudah ditentukan.

Jumlah_Kriteria			Priority_Vector			Jumlah_Priority_Vector	Pricipal_Eigen_Value_(I max)	Consistency_Index_(CI)	Consistency_Ratio_(CR)
1	2	3	1	2	3				
1,83	3,50	6,00	0,5390	0,2973	0,1638	1,0000	3,0112	0,0056	0,96%
1,83	3,50	6,00	0,5390	0,2973	0,1638	1,0000	3,0112	0,0056	0,96%

Gambar 3.18 Matriks Normalisasi Kriteria

Pada Gambar 3.18 Matriks Normalisasi Kriteria dilakukan perhitungan sehingga menghasilkan Consistency Ratio (CR) Kriteria sebesar 0,96%, yang berarti nilai (CR) masih bisa di terima karena <10%.

Jumlah_priority_vector(kriteria)			Principial_Eigen Value_(Imax)_Kriteria			Consistency_Index_(CI)_Kriteria			Consistency_Ratio_(CR)_Kriteria		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1,0000	1,0000	1,0000	4,0395	4,0395	4,0395	0,0132	0,0132	0,0132	2,27%	2,27%	2,27%
1,0000	1,0000	1,0000	4,0395	4,0395	4,0395	0,0132	0,0132	0,0132	2,27%	2,27%	2,27%

Gambar 3.19 Matriks Normalisasi Alternatif

Pada Gambar 3.19 Matriks Normalisasi Alternatif dilakukan perhitungan sehingga menghasilkan Consistency Ratio (CR) Kriteria sebesar 2,27%, yang berarti nilai (CR) masih bisa di terima karena $<10\%$.

Composit_Weight_Pilihan				Skor No 1	Skor No 2	Skor No 3	Skor No 4	Pilihan ke 4	Pilihan ke 3	Pilihan ke 2	Pilihan Hasil_Keputusan
a	b	c	d								
0,8389	1,0201	0,7229	0,418110368	1,0201	0,8389	0,7229	0,4181	PLTBM	PLTD	Sesco	PLTU
0,7229	0,4181	0,8389	1,020100334	1,0201	0,8389	0,7229	0,4181	PLTU	Sesco	PLTD	PLTBM

Gambar 3.20 Composit Weight Alternatif

Pada Gambar 3.20 Composit Weight Alternatif merupakan hasil akhir dari perhitungan dengan metode AHP, sehingga di dapatkan urutan skor pada alternatif yang ada.

Pemilihan Kenaikan Pembangkit	PLTU	Sesco	PLTD	PLTBM
Pemilihan Penurunan Pembangkit	PLTBM	PLTD	Sesco	PLTU

Gambar 3.21 Hasil Urutan Pembangkit

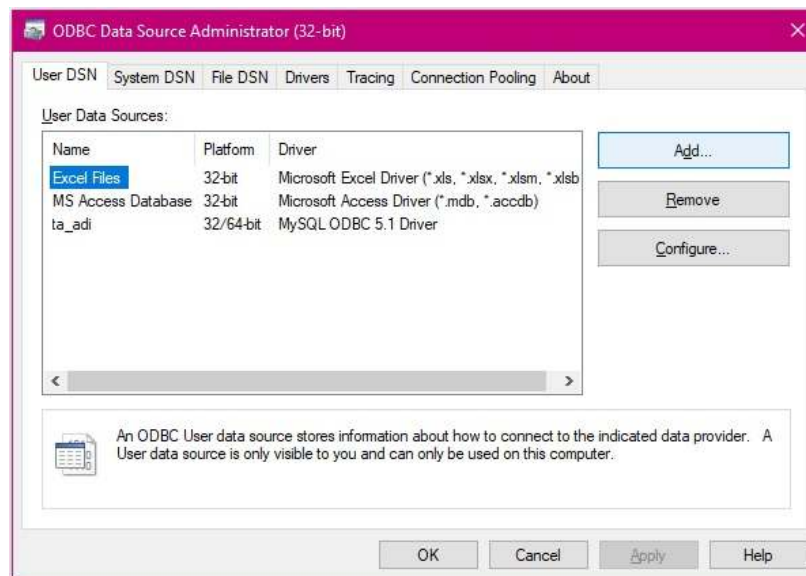
ID	KIT	CADPUTAR	MW REF	TURUN	NAIK
1	PLTBM	7,00	-52,80	8,00	0000
2	PLTD	5,30		156,00	0000
3	Sesco	20,00		100,00	0000
4	PLTU	23,60		269,00	0000
5	0=Normal			0	0

Gambar 3.22 Hasil Perhitungan Pembangkit

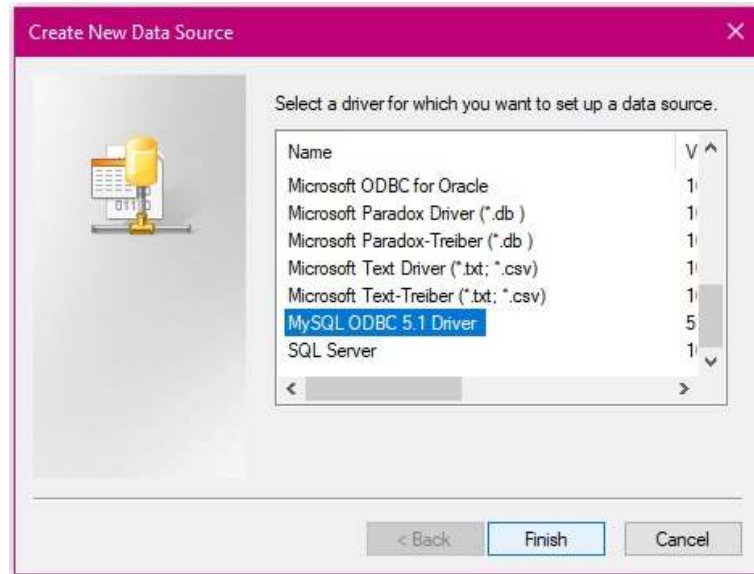
Pada Gambar 3.21 Hasil Urutan Pembangkit di tampilkan urutan pembangkit untuk di naikan atau di turunkan, di mulai dari sebelah kiri lalu ke kanan. Kemudian pada Gambar 3.22 Hasil Perhitungan Pembangkit merupakan contoh hasil penghitungan otomatis terhadap operasi pembangkit ketika ada anomali frekuensi (contoh: frekuensi rendah).

3.7 Penggunaan MS Excel dan Penerapan *Excel Macro* dan *Microsoft Visual Basic for Application* (VBA)

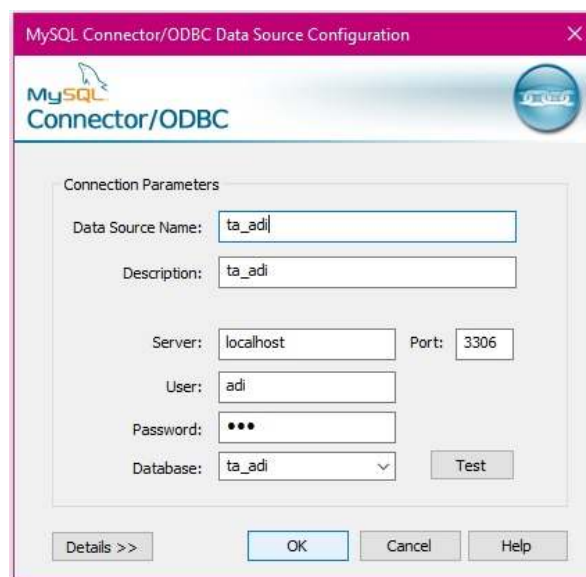
Di dalam sistem ini Excel Macro dan *Microsoft Visual Basic for Application* (VBA) digunakan agar MS Excel bisa dijalankan untuk menarik data dari *Database* SCADA dan juga sebagai jembatan penghubung MS Excel yang telah dijelaskan sebelumnya agar terhubung dengan *database* di MySQL menggunakan ODBC (*Open Database Connectivity*), dan untuk ODBC ini biasanya sudah terpasang otomatis pada sistem operasi Windows. Pengaturan pada ODBC bisa dilihat pada Gambar 3.23 Tampilan Awal ODBC, Gambar 3.24 Memilih *Data Source* (*MySQL*) dan Gambar 3.25 Pengaturan Koneksi dan *Database MySQL*. Pada Gambar 3.23 Tampilan Awal ODBC terlihat tampilan awal ODBC, kemudian Gambar 3.24 Memilih *Data Source* (*MySQL*) diperlihatkan mana data source yang akan kita hubungkan, dan langkah terakhir pada Gambar 3.25 Pengaturan Koneksi dan *Database MySQL* yaitu mengatur dan menyesuaikan koneksi serta *database* yang telah kita buat di MySQL.



Gambar 3.23 Tampilan Awal ODBC

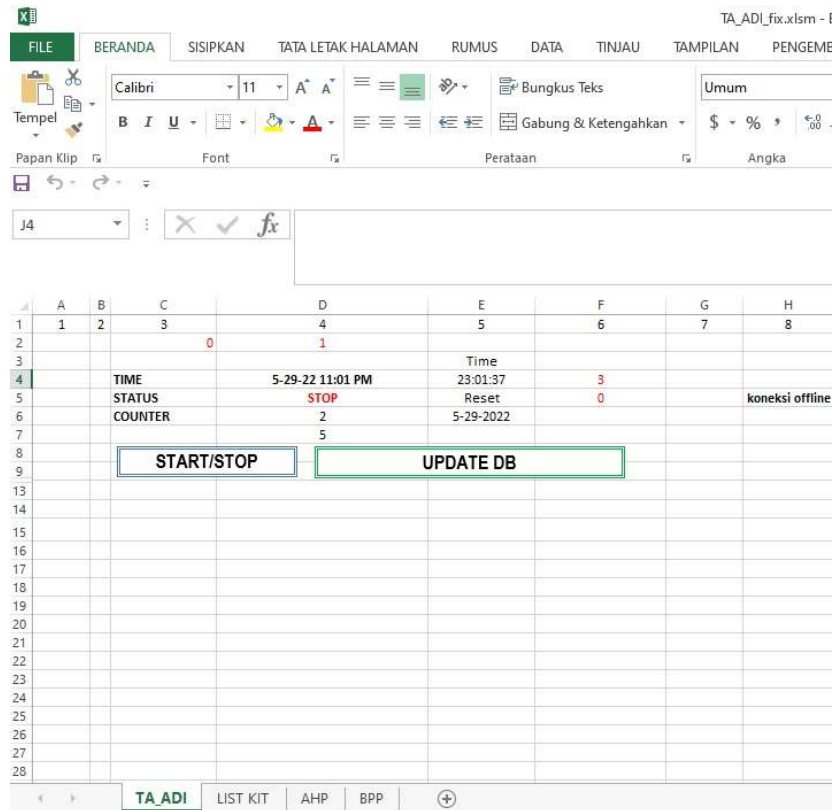


Gambar 3.24 Memilih *Data Source* (MySQL)



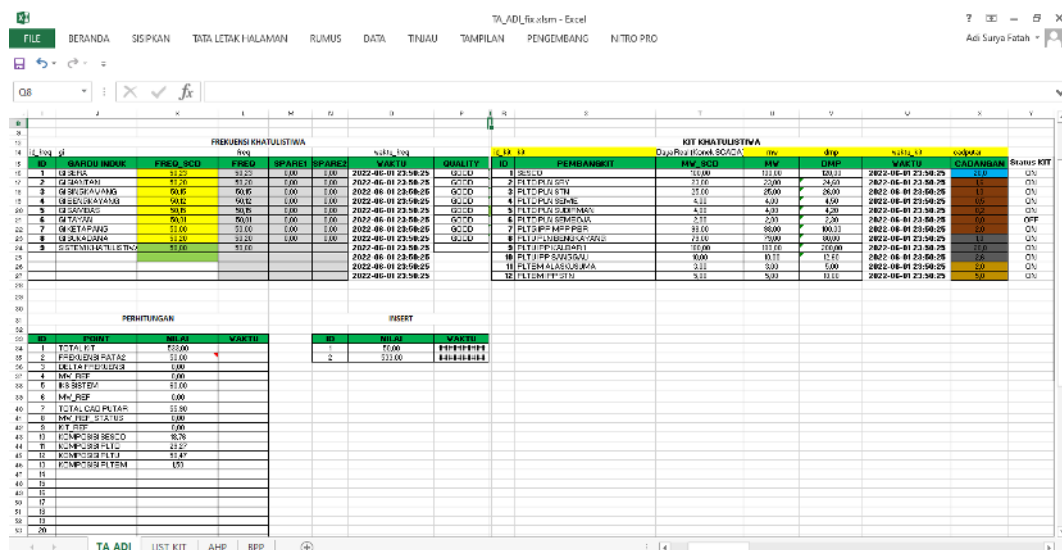
Gambar 3.25 Pengaturan Koneksi dan *Database MySQL*

Seperti yang terlihat pada Gambar 3.26 START/STOP Koneksi *Database SCADA*, terdapat tombol **START/STOP** yang berfungsi untuk memulai aplikasi, dalam hal ini menarik data dari *Database SCADA PLN*. Tombol **UPDATE DB (DATABASE)** berfungsi untuk mengupdate ketika ada tambahan data entitas pada satu tabel di *database* yang ada pada *MySQL*.



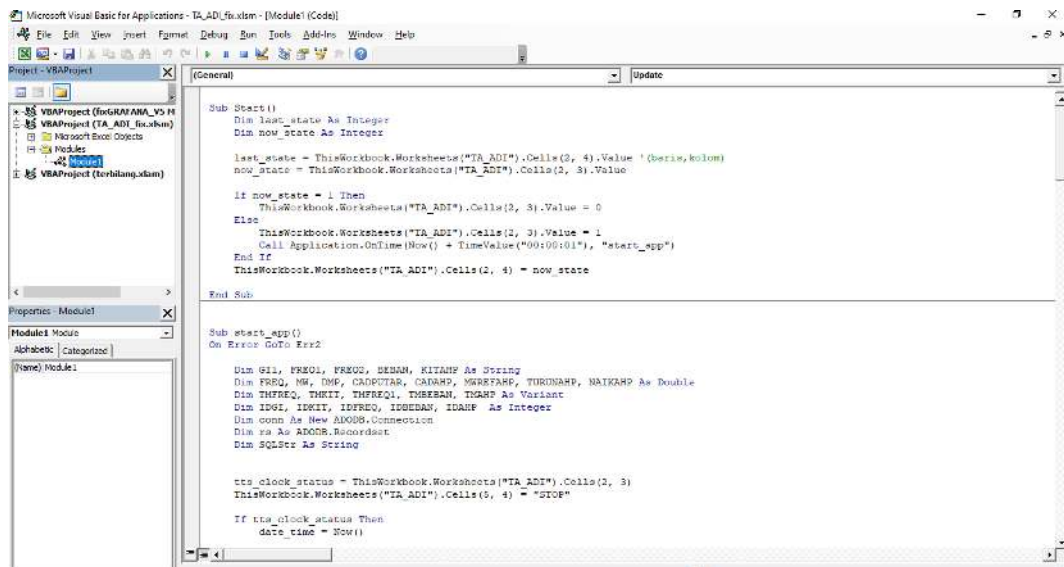
Gambar 3.26 START/STOP Koneksi Database SCADA

Pada Gambar 3.27 Data dari Database SCADA, terlihat Data dari SCADA yang telah diambil melalui MS Excel yang kemudian akan dikirim ke MySQL dengan menggunakan MS VBA.



Gambar 3.27 Data dari Database SCADA

Untuk dapat mengakses MS VBA pada MS Excel tekan tombol Alt+F11 sehingga kita masuk ke dalam *Microsoft Visual Basic for Application* (MS VBA). Pada Gambar 3.28 Tampilan MS VBA, dapat dilihat tampilan awal MS VBA yang mana sebelah kiri terdapat nama-nama project yang telah dibuat, dan pada coding awal di deklarasikan atribut dengan tipe datanya.



Gambar 3.28 Tampilan MS VBA

Selanjutnya di tuliskan *coding* untuk agar terhubung dengan *database* MySQL beserta dengan tabel-tabelnya. Tiap tabel sudah dipasangkan sesuai dengan data yang seharusnya berhubungan antara MySQL dan MS Excel. Pada *coding* di rincikan juga dibaris mana dan kolom mana data yang akan di *update* dan di kirim ke MySQL, lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 3.29 Koneksi *Database* dan Update Data.

```

conn.ConnectionString = "DRIVER={MySQL ODBC 5.1 Driver};" & _
"SERVER=localhost;" & _
"DATABASE=ta_adi;" & _
"USER=adi;" & _
"PASSWORD=adi;" & _
"Options="
conn.Open ConnectionString
conn.CommandTimeout = 900

'UPDATE
For Count = 16 To 27

'AHP
IDAHP = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 35)
KITAHP = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 36)
CADAHP = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 37)
MWREFAHP = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 38)
TURUNAHP = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 39)
NAIKAHP = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 40)
ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 41) = date_time_str
TMAHP = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 41)

'FREQ
IDGI = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 9)
FREQ1 = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 12)
ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 15) = date_time_str
TMFREQ = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 15)

'KIT
IDKIT = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 18)
MW = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 21)
DMP = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 22)
CADPUTAR = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 24)
ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 23) = date_time_str
TMKIT = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 23)
ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 15) = date_time_str
TMFREQ = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 15)

conn.Execute "UPDATE real_freq SET freq = " & FREQ1 & ", waktu_freq = " & TMFREQ & " WHERE id_freq = " & IDGI & " "
conn.Execute "UPDATE real_kit SET mw = " & MW & ", dmp = " & DMP & ", cadputar = " & CADPUTAR & ", waktu_kit = " & TMKIT & " WHERE id_kit = " & IDKIT & " "
conn.Execute "UPDATE ahp_kit SET kit_ahp = " & KITAHP & ", cad_ahp = " & CADAHP & ", mw_refahp = " & MWREFAHP & ", turun_ahp = " & TURUNAHP & ",
kit_ahp = " & NAIKAHP & ", waktu_ahp = " & TMAHP & " WHERE id_ahp = " & IDAHP & " "
ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(5, 8).Value = "koneksi online"
Next Count
ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Range("D6").Value = 5

'INSERT PER 5 DETIK
IDFREQ = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(16, 32)
IDFREQ = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(16, 31)
ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(16, 15) = date_time_str
TMFREQ1 = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(16, 33)

strSQL = "INSERT INTO real_freq_grafik(id_graph, freq1, waktu_graph) " & _
"VALUES (' " & IDFREQ & " ', " & FREQ1 & " ', " & TMFREQ1 & " )"
conn.Execute strSQL
crs.Close
Set rs = Nothing
conn.Close
Set conn = Nothing

```

Gambar 3.29 Koneksi Database dan Update Data

Sebagai contoh untuk melihat lebih jelas bahwa tabel yang ada pada MS Excel terhubung dengan database pada MySQL bisa dilihat pada Gambar 3.30 Coding Update Data MS Excel ke MySQL melalui MS VBA.

```

conn.Execute "UPDATE real_freq SET freq = " & FREQ1 & ", waktu_freq = " & TMFREQ & " WHERE id_freq = " & IDGI & " "
conn.Execute "UPDATE real_kit SET mw = " & MW & ", dmp = " & DMP & ", cadputar = " & CADPUTAR & ", waktu_kit = " & TMKIT & " WHERE id_kit = " & IDKIT & " "
conn.Execute "UPDATE ahp_kit SET kit_ahp = " & KITAHP & ", cad_ahp = " & CADAHP & ", mw_refahp = " & MWREFAHP & ", turun_ahp = " & TURUNAHP & ",
kit_ahp = " & NAIKAHP & ", waktu_ahp = " & TMAHP & " WHERE id_ahp = " & IDAHP & " "
ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(5, 8).Value = "koneksi online"

```

Gambar 3.30 Coding Update Data MS Excel ke MySQL melalui MS VBA

Sebagai contoh pada Excel dideklarasikan hubungan antara tabel real_freq di MySQL dan FREQ1 di MS Excel, kemudian ada juga ahpkit dengan KITAHP, dimana sebelumnya telah tuliskan juga coding seperti terlihat pada Gambar 3.31 Deklarasi Pada Tabel MS Excel untuk mendeklarasikan data tersebut ada di kolom ke berapa (contoh KITAHP ada pada kolom 36).

```

'AHP
IDAHP = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 35)
KITAHP = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 36)
CADAHP = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 37)
MWREFAHP = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 38)
TURUNAHP = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 39)
NAIKAHP = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 40)
ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 41) = date_time_str
TMAHP = ThisWorkbook.Worksheets("TA_ADI").Cells(Count, 41)

```

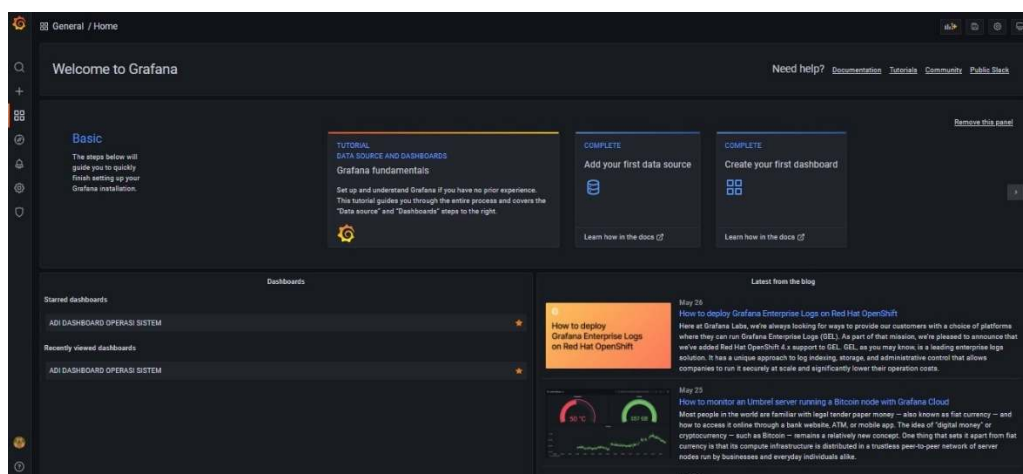
Gambar 3.31 Deklarasi Pada Tabel MS Excel

3.8 Penggunaan Grafana

Pada penelitian ini menggunakan Grafana untuk memvisualisasikan metrik menjadi grafik-grafik yang menarik untuk dilihat dan mudah dimengerti. Grafana memiliki banyak fitur yang powerful untuk memonitor dan menganalisa. Grafana juga memiliki fitur *alerting* yang sangat berguna, sehingga cocok untuk aplikasi monitoring, monitoring anomali frekuensi Sistem Khatulistiwa ini contohnya.

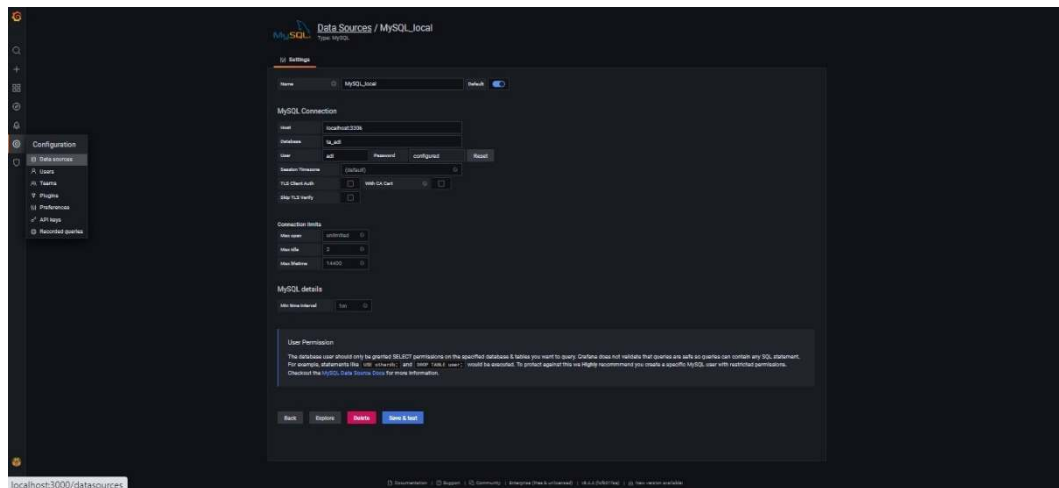
3.8.1 Tampilan Grafana dan Fitur – Fiturnya

Aplikasi grafana yang sudah terinstal dapat diakses dengan membuka <http://localhost:3000/> untuk masuk ke *dashboard* grafana. Login dengan username default admin dan password admin. Maka akan tampil *dashboard* grafana seperti pada Gambar 3.32 *Dashboard Awal Grafana*



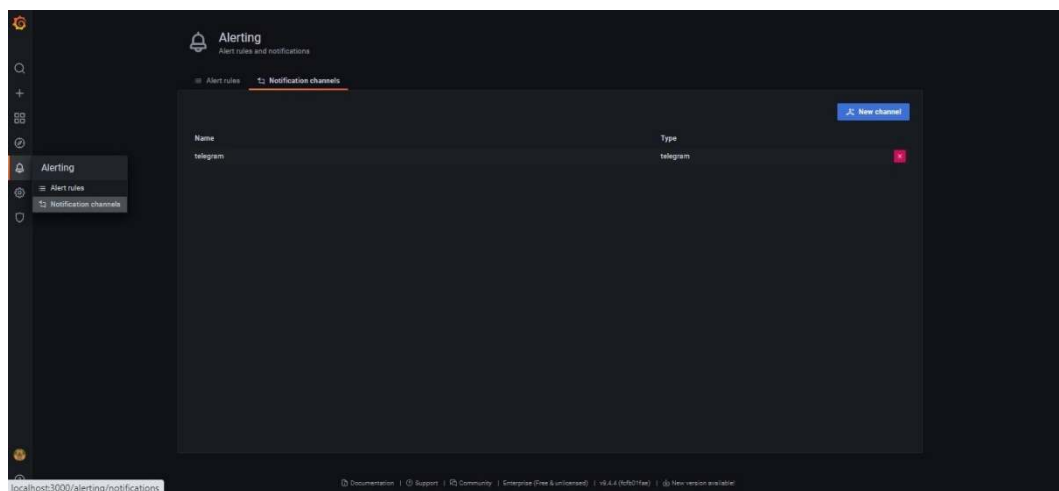
Gambar 3.32 *Dashboard Awal Grafana*

Selanjutnya grafana dihubungkan dengan MySQL (MySQL) yang berfungsi sebagai *database* sementara sesuai dengan arsitektur sistem monitoring frekuensi. Caranya adalah dengan mengklik menu sebelah kiri pada *dashboard* grafana, lalu pilih jenis *database* yang akan digunakan, setelah itu pilih nama *database* beserta user dan password yang sesuai dengan yang telah dibuat di MySQL dan klik Save & Test untuk memastikan *database* berhasil terhubung, seperti yang terlihat pada Gambar 3.33 Source Data Grafana.



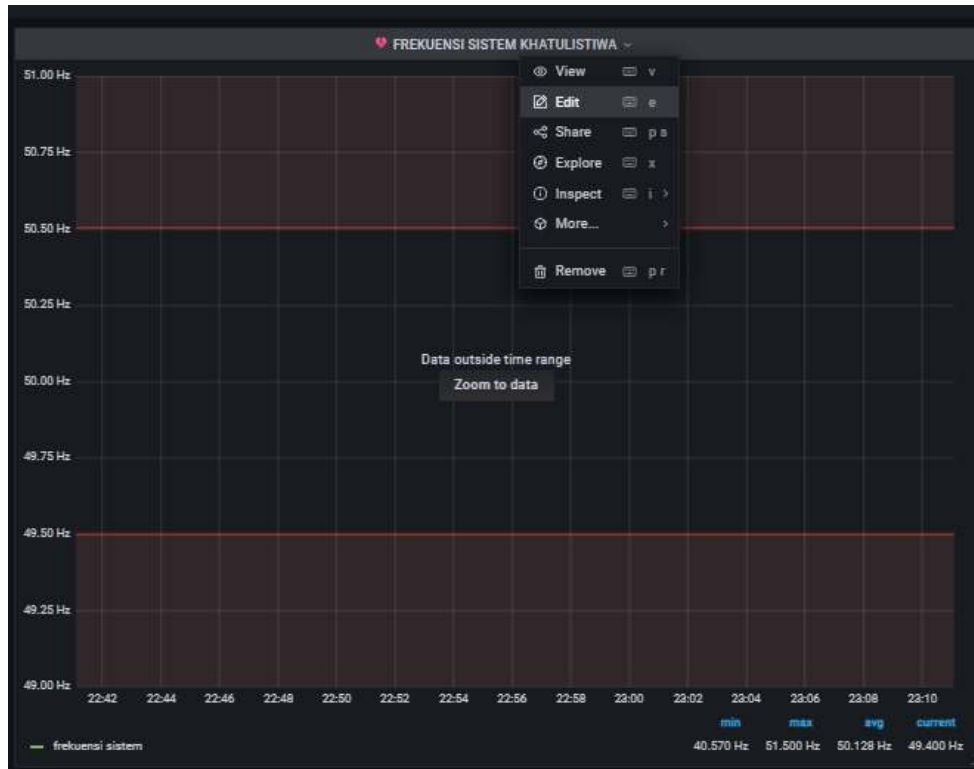
Gambar 3.33 Source Data Grafana

Kemudian untuk fitur *alerting* pada Grafana seperti yang sudah di bahas di awal, caranya dengan klik menu di sebelah kiri dashboard, kemudian pilih dengan aplikasi apa kita akan menerima notifikasi, misal dalam monitoring frekuensi ini menggunakan Telegram, maka di pilih Telegram dan masukan BOT API Telegram dan juga Chat ID Grup Telegramnya lalu klik *Save*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.34 *Alerting* Grafana.

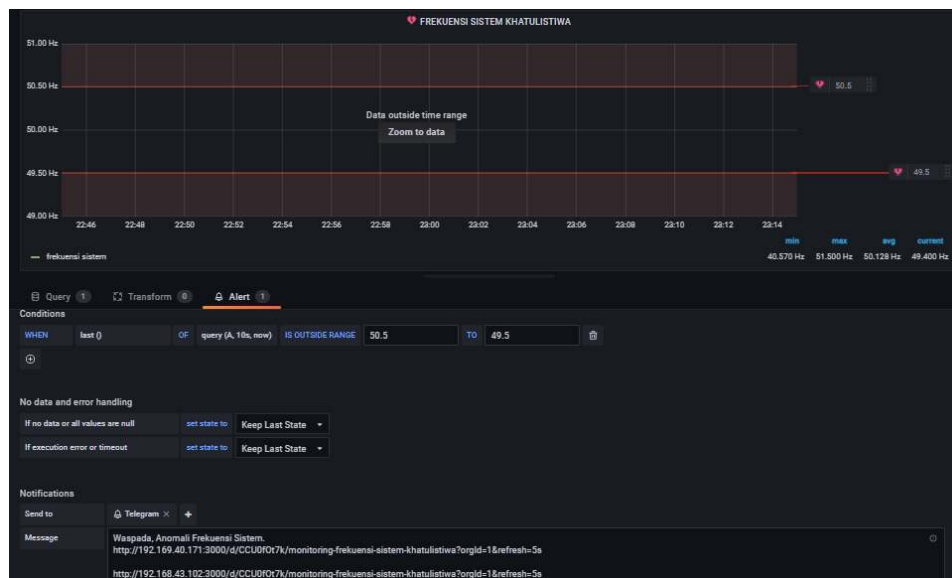


Gambar 3.34 Alerting Grafana

Setelah *Alerting* Grafananya dibuat, maka langkah selanjutnya adalah memlihah pada bagian mana dan pesan dari data mana yang akan dilaporkan. Pada penelitian ini yang dilaporkan adalah frekuensi dari Sistem Khatulistiwa maka dari panel grafik Sistem Khatulistiwa dibuatlah pengaturan untuk mengatur kapan pesan akan dikirim ke Grup Telegram dan apa isi pesannya, bisa dilihat pada Gambar 3.35 Menu Edit Panel dan Gambar 3.36 Pengaturan *Alerting* ke Grafana.



Gambar 3.35 Menu Edit Panel

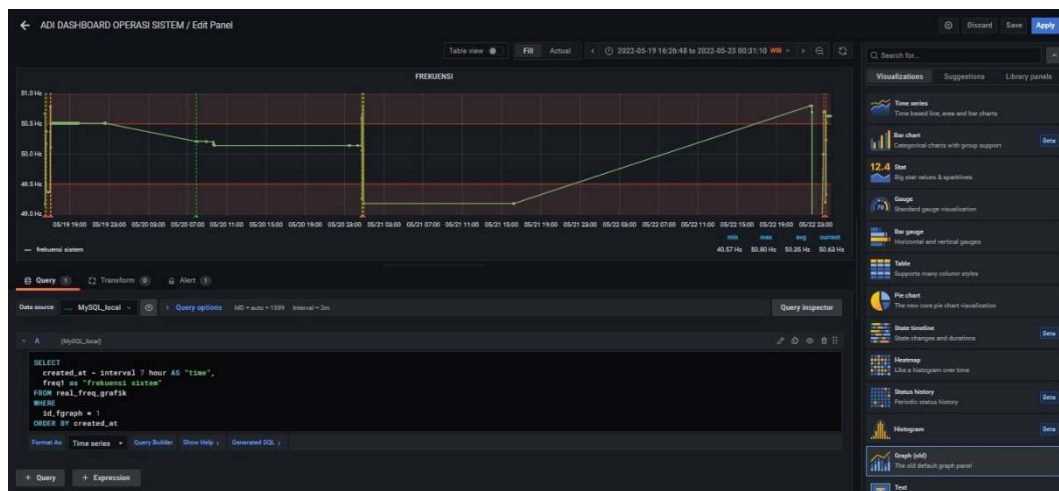


Gambar 3.36 Pengaturan *Alerting* ke Telegram

Pada Gambar 3.36 Pengaturan *Alerting* ke Grafana bisa diklik menu *Alert* yang ada diantara deretan menu Query dan Transform. Pada *Conditions* diisikan pada kondisi frekuensi berapa Grafana akan mengirimkan peringatan ke Grup Telegram, lalu diatur juga *No data and error handling* untuk menentukan pada angka berapa nilai frekuensi yang akan dikirimkan sesuai dengan 2 kondisi yang ada pada *No*

data and error handling. Terakhir adalah pengaturan pada *Notifications*, yaitu menambahkan Telegram pada *Sent do* dan menuliskan pesan pada kolom *Message* tentang pesan apa yang akan dikirim ke Grup Telegram.

Grafana juga memiliki banyak tools yang memudahkan untuk pembuatan monitoring sistem frekuensi ini. Terdapat bagian desain, jenis grafik (di sebelah kanan) yang ingin ditampilkan, serta didukung dengan bahasa pemrograman secara sederhana untuk pengolahan data. Sebagai gambaran bisa dilihat pada Gambar 3.37 Antarmuka Desain *Dashboard*.



Gambar 3.37 Antarmuka Desain *Dashboard*

3.9 Perancangan Pengujian

Pada tahap ini aplikasi yang telah dibuat akan diuji untuk mengetahui kelayakan aplikasi yang dibuat, apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Pengujian akan dilakukan dengan metode pengujian *black-box* dan *skala likert*.

3.9.1 Pengujian *Black Box*

Pengujian akan difokuskan pada tampilan website dan laporan telegram berdasarkan penarikan data dari *database* SCADA dan juga hasil dari penggunaan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, apakah sudah berjalan sesuai dengan yang diinginkan atau masih terdapat kesalahan. Pengujian dilakukan dalam bentuk kasus uji, untuk melihat kinerja, kualitas, dan ketepatan pada tampilan website

maupun laporan telegram (terutama hasil pengambilan keputusan dengan metode AHP). Hasil pengujian tersebut berupa *screenshot* yang akan dilihat penilaiannya.

Tabel 3. 13 Perancangan Pengujian *Black-box* Dengan Kasus Uji

No	Kasus Uji	Bentuk Pengujian	Hasil Yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1					
2					
3					
Dst					

Berdasarkan rancangan pengujian pada tabel 3.13 di atas terdiri dari 4 kolom yaitu sebagai berikut:

1. Kasus uji, Berisi jenis kasus yang akan diujikan sebagai contoh saat proses penarikan data, kondisi frekuensi, urutan operasi pembangkit dan notifikasi.
2. Bentuk pengujian, merupakan proses pengujian yang akan dilakukan, pada pengujian aplikasi ini dilakukan dengan menitik beratkan nilai frekuensi dari saat frekuensi normal, saat frekuensi mengalami anomali atau upnormal (terlalu tinggi atau terlalu rendah).
3. Hasil yang diharapkan, merupakan proses dari sistem ketika pengguna telah melakukan suatu tindakan, apakah hasilnya sudah sama dengan tindakan yang diberikan oleh pengguna.
4. Hasil pengujian, merupakan proses penilaian dari hasil yang sebelumnya apakah sistem bekerja sudah sesuai dengan apa yang seharusnya dilakukan.
5. Kesimpulan, merupakan hasil akhir dari pengujian, pengujian akan dikatakan berhasil apabila semua proses yang diperintahkan berjalan sesuai dengan sebagaimana mestinya.

3.9.2 Pengujian *Skala Likert*

Kuesioner akan dibagi untuk pengguna **Umum / User** (orang yang berkepentingan), bagian kedua untuk **Admin** (bagian SCADA maupun operasi

sistem selaku pemilik *database* SCADA dan Operator Sistem Khatulistiwa). Kemudian dikelompokkan menjadi 3 aspek yang digunakan pada pengujian aplikasi, yaitu aspek rekayasa perangkat lunak, aspek fungsionalitas, dan aspek komunikasi visual.

Kuesioner akan dibagikan kepada 10 responden, terdiri dari 5 kuesioner untuk Admin (manager unit, manager bagian, supervisor, Dispatcher / Operator Sistem Khatulistiwa) dan 5 kuesioner untuk Umum / User (orang/karyawan PT PLN (Persero) yang tidak terlibat langsung dengan Sistem Khatulistiwa). Para pengisi kuesioner kemudian memberi penilaian pada aplikasi yang ditampilkan melalui website serta respon Telegram untuk memberi notifikasi di Grup Telegram.

3.9.2.1 Kuesioner Monitoring Frekuensi Sistem Khatulistiwa

3.9.2.1.1 Aspek Rekayasa Perangkat Lunak

Kuesioner aspek rekayasa perangkat lunak pada monitoring frekuensi Sistem Khatulistiwa dirangkum dalam sebuah tabel seperti pada tabel 3.14.

Tabel 3.14 Kuesioner Aspek Rekayasa Perangkat Lunak

No	Aspek Rekayasa Perangkat Lunak	Tanggapan					Total
		1	2	3	4	5	
1	Berjalannya aplikasi pada perangkat yang digunakan						
2	Kemudahan menjalankan aplikasi pada perangkat yang digunakan						
3	Kemudahan melihat data pada halaman pada aplikasi						
4	Kenyamanan dalam menggunakan aplikasi secara keseluruhan						
Jumlah							
Persentase (%)							

Keterangan : 1 = Sangat Buruk 2 = Buruk 3 = Cukup
 4 = Baik 5 = Sangat Baik

3.9.2.1.2 Aspek Fungsionalitas

Kuesioner aspek fungsionalitas pada monitoring frekuensi Sistem Khatulistiwa dirangkum dalam sebuah tabel seperti pada tabel 3.15.

Tabel 3.15 Kuesioner Aspek Fungsionalitas

No	Aspek Fungsionalitas	Tanggapan					Total
		1	2	3	4	5	
1	Kinerja aplikasi saat memuat dan menampilkan data						
2	Kinerja aplikasi saat ada anomaly frekuensi						
3	Kinerja aplikasi pada saat memproses mengurutkan naiknya pembangkit						
4	Kinerja aplikasi pada saat memproses mengurutkan turunnya pembangkit						
5	Kinerja aplikasi pada saat memberikan notifikasi melalui Telegram						
Jumlah							
Persentase (%)							

Keterangan : 1 = Sangat Buruk 2 = Buruk 3 = Cukup
4 = Baik 5 = Sangat Baik

3.9.2.1.3 Aspek Komunikasi Visual

Kuesioner aspek komunikasi visual dirangkum monitoring frekuensi Sistem Khatulistiwa dalam sebuah tabel seperti pada tabel 3.16.

Tabel 3.16 Kuesioner Aspek Komunikasi Visual

No	Aspek Komunikasi Visual	Tanggapan					Total
		1	2	3	4	5	
1	Tampilan antarmuka aplikasi (website dan telegram)						

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

4.1 Hasil Perancangan Antarmuka

Tampilan antarmuka pada sistem monitoring frekuensi terdiri dari 2 bagian yaitu Monitoring Di Website dan Notifikasi Telegram.

4.1.1 Monitoring Di Website

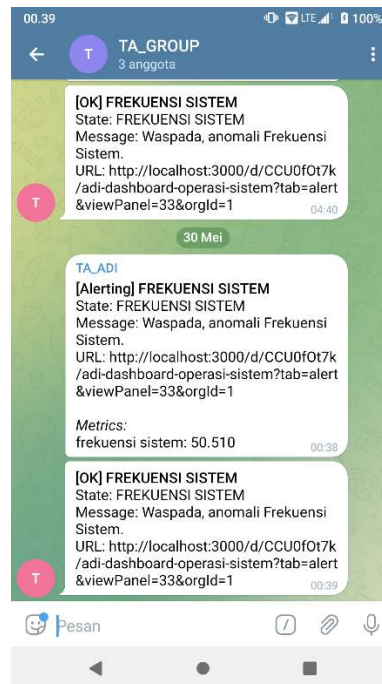
Tampilan antarmuka monitoring di website adalah tampilan dimana pengguna dapat melihat informasi berupa data frekuensi GI, grafik frekuensi Sistem Khatulistiwa, data mengenai pembangkit dan data urutan operasi pembangkit jika ada anomali frekuensi, seperti yang terlihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Monitoring Di Website

4.1.2 Notifikasi Telegram

Tampilan antarmuka notifikasi telegram adalah tampilan notifikasi pada grup telegram ketika ada notifikasi adanya anomali pada frekuensi Sistem Khatulistiwa, seperti yang terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Notifikasi Telegram

4.2 Hasil Pengujian *Black Box* Pada Sistem Monitoring Frekuensi

4.2.1 Pengujian Keakuratan Data Dengan *Database* SCADA (PLN)

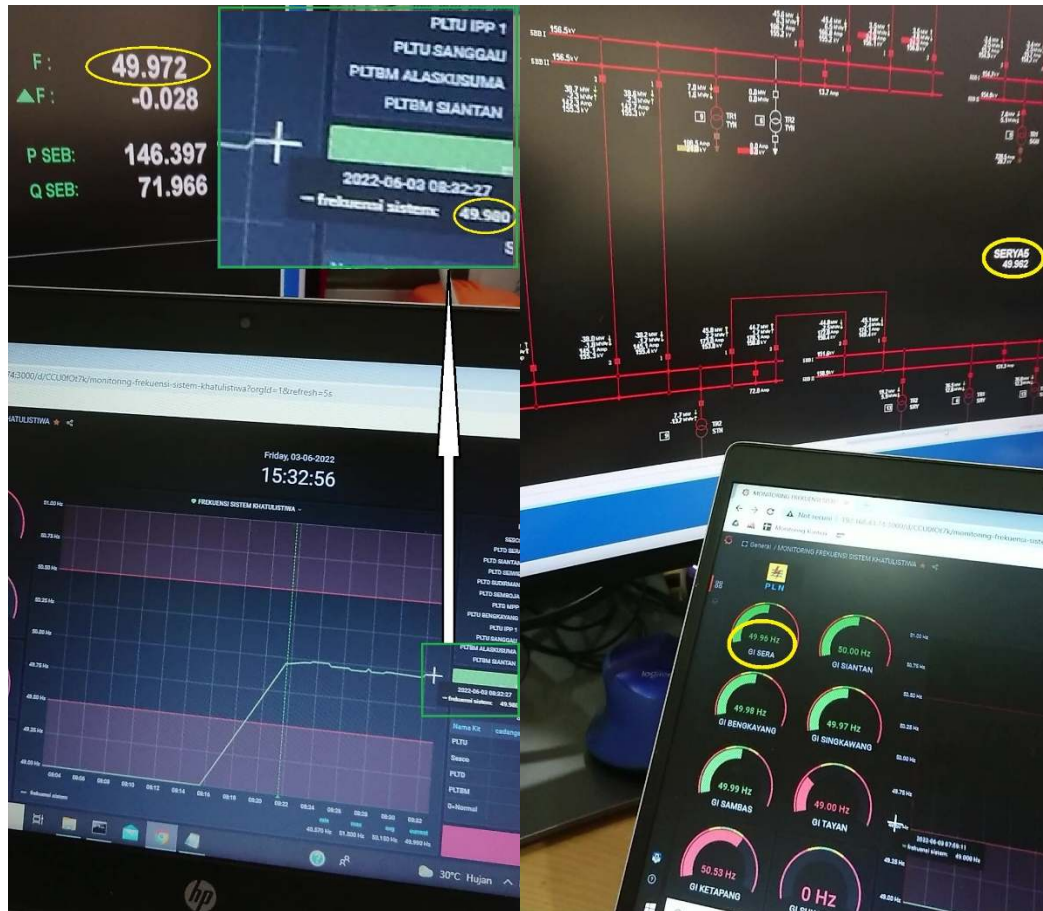
Pada kasus ini fungsi yang akan diuji adalah bagaimana respon aplikasi ketika aplikasi mulai dijalankan, bagaimana data frekuensi (GI, Sistem Khatulistiwa), data daya pembangkit, dan urutan operasi pembangkit saat ada anomali frekuensi, yang ditampilkan apakah sudah sesuai dengan *database* SCADA (PLN) dan perhitungan yang diharapkan atau belum. Hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4.1 dan gambar 4.3, 4.4, dan 4.5.

Tabel 4.1 Pengujian Keakuratan Data

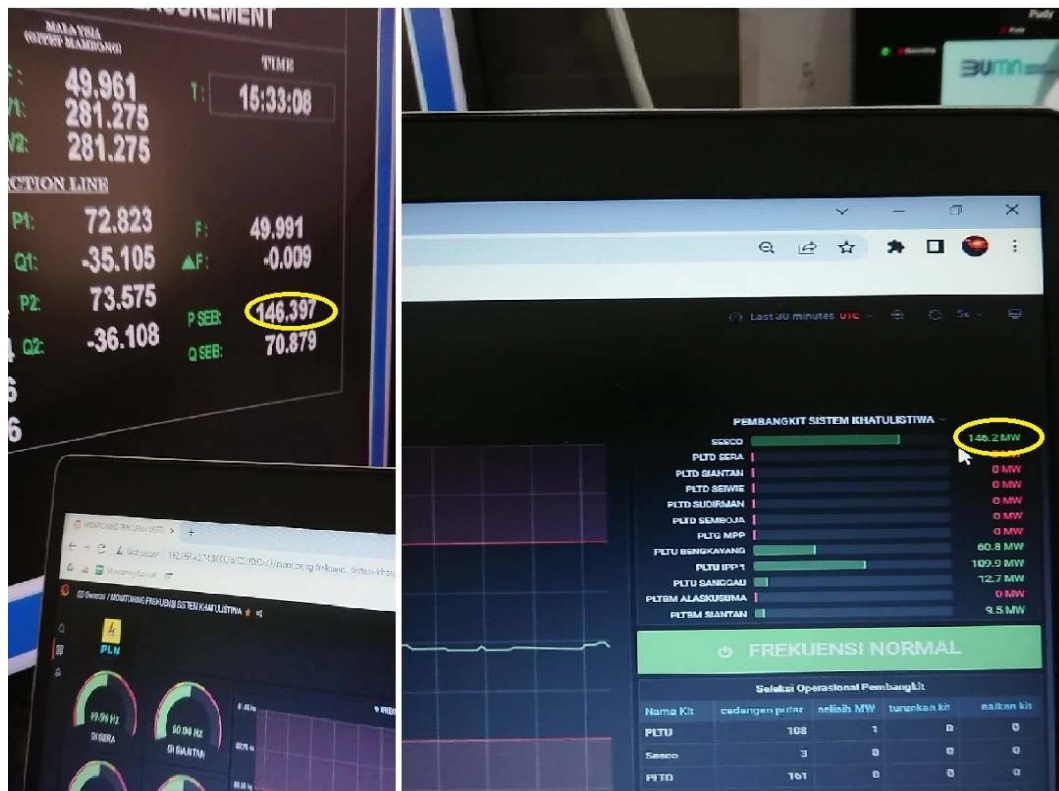
Kasus Uji	Bentuk Pengujian	Hasil Yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Mendeteksi keakuratan Data dengan <i>Database</i>	Menampilkan data frekuensi Gardu Induk (GI) dan Sistem Khatulistiwa	Data frekuensi yang muncul sesuai dengan yang	Dapat dilihat pada gambar 4.24	Berhasil menampilkan data frekuensi yang nilainya sama dengan

Kasus Uji	Bentuk Pengujian	Hasil Yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
SCADA dan sesuai dengan perhitungan AHP.		ada pada <i>Database</i> SCADA		<i>Database</i> SCADA
	Menampilkan data pembangkit	Data pembangkit yang muncul sesuai dengan yang ada pada <i>Database</i> SCADA	Dapat dilihat pada gambar 4.25	Berhasil menampilkan data pembangkit yang nilainya sama dengan <i>Database</i> SCADA
	Menampilkan urutan operasi pembangkit saat ada anomali frekuensi	Data urutan operasi pembangkit sesuai dengan kondisi frekuensi (dinaikkan atau diturunkan)	Dapat dilihat pada gambar 4.26	urutan operasi pembangkit sesuai dengan kondisi frekuensi (dinaikkan atau diturunkan)

Hasil pengujian untuk menampilkan keakuratan data frekuensi Gardu Induk (GI) dan Sistem Khatulistiwa pada waktu yang sama dengan *Database* SCADA (PLN), sesuai dengan yang diharapkan, adapun hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada gambar 4.3.

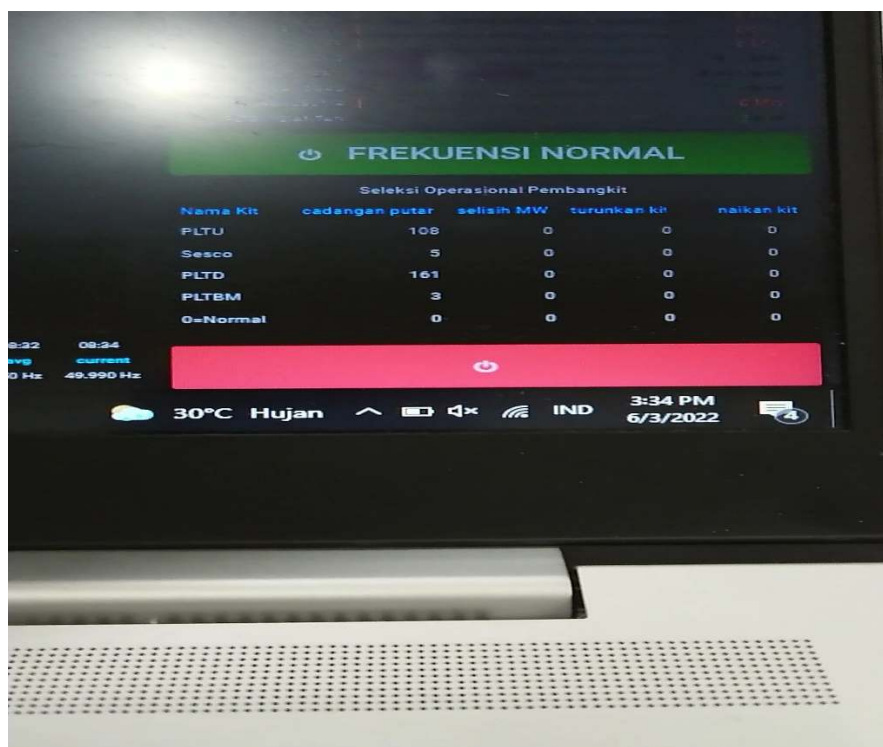


Gambar 4.3 Pengujian Keakuratan Frekuensi GI dan Sistem Khatulistiwa
 Hasil pengujian untuk menampilkan keakuratan data pembangkit pada waktu yang sama dengan *Database* SCADA (PLN), hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Pengujian Keakuratan Data Pembangkit

Hasil pengujian untuk menampilkan urutan operasi pembangkit, adapun hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Pengujian Urutan Operasi Pembangkit

4.2.2 Pengujian Notifikasi Pada Website dan Telegram

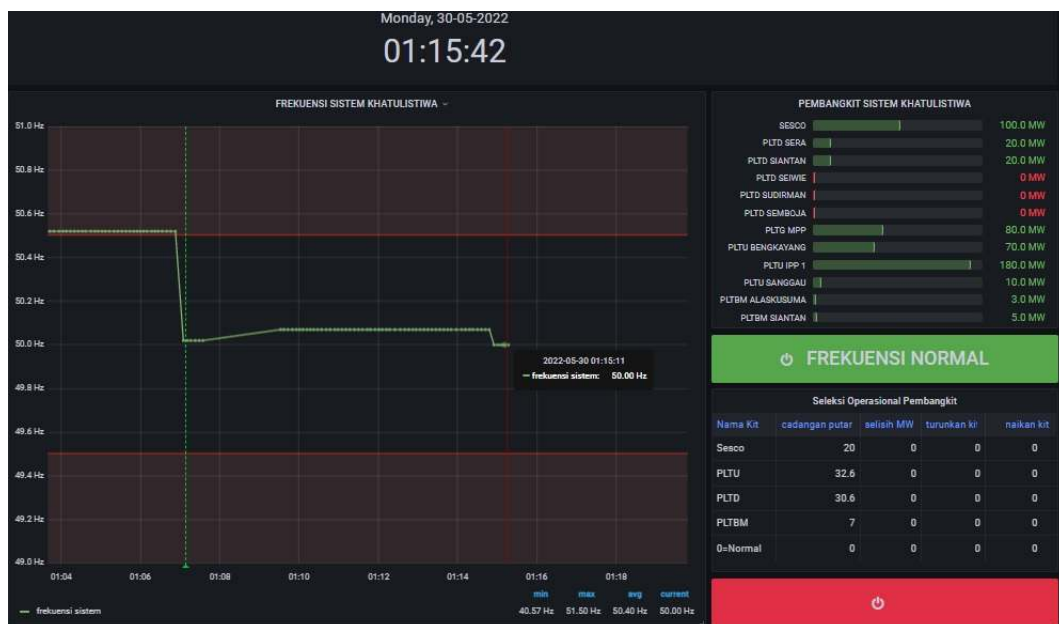
Pada kasus ini fungsi yang akan diuji adalah bagaimana respon aplikasi frekuensi Sistem Khatulistiwa berada pada posisi yang tidak normal, bagaimana pergerakan grafiknya, bagaimana notifikasi yang muncul pada website dan telegram, apakah sudah sesuai dengan kondisi yang diharapkan. Hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.6, 4.7, 4.8 dan 4.9.

Tabel 4. 2 Pengujian Notifikasi Pada Website dan Telegram

Kasus Uji	Bentuk Pengujian	Hasil Yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Perubahan frekuensi pada Sistem Khatulistiwa	Frekuensi berada pada posisi 50 Hz	Pada Website terlihat notifikasi jika Frekuensi Normal	Dapat dilihat pada gambar 4.27	Menampilkan notifikasi Frekuensi Normal di website
	Frekuensi berada pada posisi tinggi	Muncul notifikasi untuk menurunkan pembangkit serta urutan operasi pembangkit yang harus di turunkan. Pada telegram juga akan muncul notifikasi anomali frekuensi	Dapat dilihat pada gambar 4.28	Pada website menampilkan notifikasi menurunkan pembangkit serta urutan operasi pembangkit yang harus di turunkan. Pada telegram juga akan muncul notifikasi anomali frekuensi

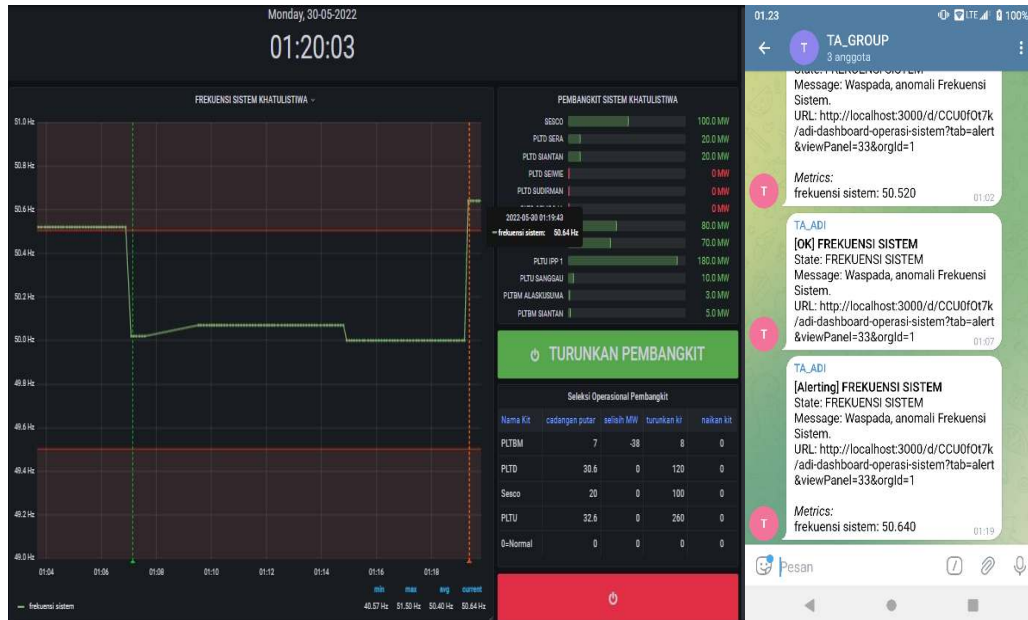
Kasus Uji	Bentuk Pengujian	Hasil Yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
	Frekuensi berada pada posisi rendah	Muncul notifikasi untuk menaikkan pembangkit serta urutan operasi pembangkit yang harus di naikan. Pada telegram juga akan muncul notifikasi anomali frekuensi	Dapat dilihat pada gambar 4.30	Pada website menampilkan notifikasi menaikkan pembangkit serta urutan operasi pembangkit yang harus di naikan. Pada telegram juga akan muncul notifikasi anomali frekuensi

Hasil pengujian saat frekuensi Sistem Khatulistiwa berada di frekuensi normal menampilkan notifikasi Frekuensi Normal, seperti terlihat pada Gambar 4.6.



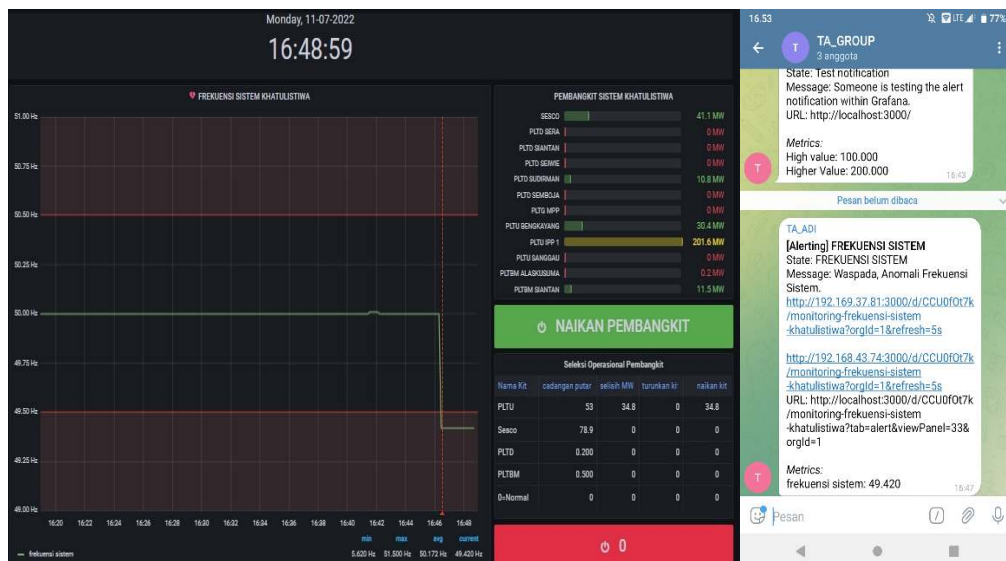
Gambar 4.6 Pengujian Frekuensi Normal

Hasil pengujian saat frekuensi Sistem Khatulistiwa berada di frekuensi tinggi menampilkan notifikasi untuk menurunkan pembangkit serta urutan operasi pembangkit yang harus di turunkan, dan juga notifikasi telegram, seperti terlihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Pengujian Frekuensi Tinggi

Hasil pengujian saat frekuensi Sistem Khatulistiwa berada di frekuensi rendah menampilkan notifikasi untuk menaikkan pembangkit serta urutan operasi pembangkit yang harus di naikan, dan juga notifikasi telegram, seperti terlihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Pengujian Frekuensi Rendah

Pada Gambar 4.8, data pengujian di input berdasarkan kejadian gangguan tanggal

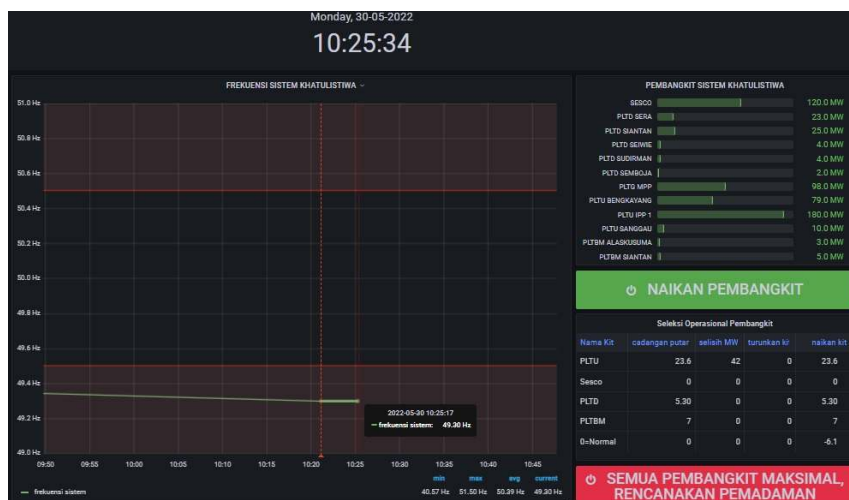
22 Desember 2021 di Sistem Khatulistiwa, yang bisa dilihat pada Gambar 4.9.

Frekuensi Perjam		Monitoring Pembangkit		
22 Desember 2021		22 Desember 2021		22:30:00
Jam	Nilai	UNIT PEMBANGKIT		MW
22:30:00	50,01	PLTU BENGKAYANG	BENGKAYANG #1	-0,9
22:30:30	50		BENGKAYANG #2	31,3
22:31:00	49,97	PLTU KALBAR 1	KALBAR1 #1	100,2
22:31:30	49,97		KALBAR1 #2	101,4
22:32:00	49,99	SEB (SESCO)	SEB (SESCO)	75,9
22:32:30	49,98	PLTBM	PLTBM REZEKI	11,5
22:33:00	49,98		PLTBM ALASKUSUMA	0,2
22:33:30	49,99	PLTD SEI RAYA	SWD (2, 4) SRY	-
22:34:00	49,98		SLZ (1,2) SRY	-
22:34:30	49,96	PLTD SIANTAN	SWD (2,3,4) STN	-
22:35:00	49,98		SLZ 2 STN	-
22:35:30	49,96		CAT (1,2) STN	-
22:36:00	50		MAK (2,4,6)	-
22:36:30	49,97	PLTG MPP BATAM	TM (1,2,3,4)	-
22:37:00	49,42	PLTG SIANTAN	PLTG SIANTAN	-
		PLTD SEWATAMA	PLTD TAMA (#1, #2)	9,5
			PLTD MLNO (#2, #3)	1,3
		TOTAL		330,4

Gambar 4.9 Data Frekuensi dan Pembangkit (*record* gangguan)

Saat itu terjadi gangguan yang menyebabkan suplay daya dari salah satu pembangkit mengalami penurunan, sehingga frekuensi menjadi rendah (49,42 Hz) pada pukul 22:37:00 WIB. Maka ada notifikasi pada telegram jika frekuensi rendah dan tampilan pada website menampilkan saran untuk menaikkan pembangkit beserta pembangkit mana yang bisa di naikan sesuai kebutuhan agar frekuensi menjadi normal.

Pada kondisi tertentu ada kemungkinan pembangkit tidak ada lagi yang bisa di operasikan dan di maksimalkan dayanya, maka yang terjadi adalah sistem menyarankan untuk melakukan pemadaman bergilir kepada pelanggan untuk mendapatkan frekuensi berada pada kondisi normal kembali, seperti yang terlihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Pengujian Frekuensi Rendah Pembangkit Maksimal

4.2.3 Hasil Pengujian *Skala Likert*

Kuesioner berisi 16 pertanyaan untuk koresponden Umum dan Admin. Kuesioner dikelompokkan menjadi 3 aspek, yaitu aspek rekayasa perangkat lunak, aspek fungsionalitas, dan aspek komunikasi visual.

4.2.3.1 Pengujian Kuesioner Monitoring Frekuensi Sistem Khatulistiwa

4.2.3.1.1 Aspek Rekayasa Perangkat Lunak

Hasil kuesioner aspek rekayasa perangkat lunak dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Kuesioner Aspek Rekayasa Perangkat Lunak

No	Aspek Rekayasa Perangkat Lunak	Tanggapan					Total
		1	2	3	4	5	
1	Berjalannya aplikasi pada perangkat yang digunakan	0	0	1	8	1	10
2	Kemudahan menjalankan aplikasi pada perangkat yang digunakan	0	0	1	7	2	10
3	Kemudahan melihat data pada halaman pada aplikasi	0	0	2	7	1	10
4	Kenyamanan dalam menggunakan aplikasi secara keseluruhan	0	0	2	7	1	10
Jumlah		0	0	6	29	5	40
Persentase (%)		0%	0%	15%	72,5%	12,5%	100%

Keterangan : 1 = Sangat Buruk 2 = Buruk 3 = Cukup
4 = Baik 5 = Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4.3, bahwa hasil kuesioner yang diisi oleh koresponden pada aspek rekayasa perangkat lunak diketahui aspek sangat baik persentasenya sebesar 12,5%, aspek baik persentasenya sebesar 72,5%., dan aspek cukup persentasenya 15%.

4.2.3.1.2 Aspek Fungsionalitas

Hasil kuesioner aspek fungsionalitas dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Kuesioner Aspek Fungsionalitas

No	Aspek Fungsionalitas	Tanggapan					Total
		1	2	3	4	5	
1	Kinerja aplikasi saat memuat dan menampilkan data	0	0	2	6	2	10
2	Kinerja aplikasi saat ada anomali frekuensi	0	0	1	6	3	10
3	Kinerja aplikasi pada saat memproses mengurutkan naiknya pembangkit	0	0	2	6	2	10
4	Kinerja aplikasi pada saat memproses mengurutkan turunnya pembangkit	0	0	2	6	2	10
5	Kinerja aplikasi pada saat memberikan notifikasi melalui Telegram	0	0	2	7	1	10
Jumlah		0	0	9	31	10	50
Persentase (%)		0%	0%	18%	62%	20%	100%

Keterangan : 1 = Sangat Buruk 2 = Buruk 3 = Cukup
 4 = Baik 5 = Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4.4, bahwa hasil kuesioner yang diisi oleh koresponden pada aspek fungsionalitas diketahui aspek sangat baik persentasenya sebesar 20%, aspek baik persentasenya sebesar 62%, dan aspek cukup persentasenya sebesar 18%.

4.2.3.1.3 Aspek Komunikasi Visual

Hasil kuesioner aspek fungsionalitas oleh para koresponden dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Kuesioner Aspek Komunikasi Visual

No	Aspek Komunikasi Visual	Tanggapan					Total
		1	2	3	4	5	
1	Tampilan antarmuka aplikasi (website dan telegram)	0	0	2	7	1	10
2	Tampilan grafik pada aplikasi (website)	0	0	2	6	2	10
3	Kemudahan membaca jenis dan ukuran huruf pada	0	0	2	4	4	10

No	Aspek Komunikasi Visual	Tanggapan					Total
		1	2	3	4	5	
	aplikasi (website dan telegram)						
4	Kombinasi warna pada tampilan aplikasi (website dan telegram)	0	0	1	6	3	10
5	Respoon (<i>feedback</i>) notifikasi telegram ketika <i>link</i> menuju website di klik	0	0	2	7	1	10
6	Respon aplikasi ketika ada anomali frekuensi	0	0	2	6	2	10
7	Respon aplikasi Ketika ada anomali frekuensi, apakah respons antara website dan telegram sudah sama	0	0	2	5	3	10
Jumlah		0	0	13	41	16	70
Persentase (%)		0%	0%	18,57%	58,57%	22,86%	100%

Keterangan : 1 = Sangat Buruk 2 = Buruk 3 = Cukup
4 = Baik 5 = Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4.5, bahwa hasil kuesioner yang diisi oleh koresponden pada aspek komunikasi visual diketahui aspek sangat baik persentasenya sebesar 22,86%, aspek baik persentasenya sebesar 58,57%, dan aspek cukup persentasenya sebesar 18,57%.

4.2.3.2 *Likert's Summated Rating Monitoring Frekuensi Sistem Khatulistiwa*

Tabel 4.6 menampilkan skor terbesar dan skor terkecil dari kuesioner Monitoring Frekuensi Sistem Khatulistiwa yang telah diisi oleh satu responden dan total semua responden.

Tabel 4.6 Hasil Skor Responden Pengguna

Item	Responden									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	4	4	4	3	4	4	4	5	4	4
2	4	3	4	4	4	5	4	5	4	4
3	4	4	5	4	4	4	4	3	4	3
4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	5
5	4	4	4	4	3	3	4	4	5	5

6	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3
7	4	4	4	5	5	3	4	4	4	3
8	4	4	5	5	3	3	4	4	3	4
9	5	4	4	3	3	4	4	4	4	4
10	3	4	4	4	4	5	5	4	4	3
11	4	4	3	4	4	5	4	5	3	4
12	5	3	5	5	5	4	4	4	4	3
13	3	5	4	4	4	5	4	4	4	5
14	4	3	4	3	4	4	4	4	5	4
15	4	5	4	4	4	5	4	3	3	5
16	4	4	3	5	5	4	3	4	4	5
Total	64	64	66	65	64	65	64	65	63	64
Total Keseluruhan	644									

Data pada tabel 4.6 kemudian diukur dengan metode *likert's summated rating* (LSR).

1. Jumlah skor untuk setiap responden:

- Skor Maksimal : (5 x 16 item) 80
- Skor Median : (3 x 16 item) 48
- Skor Minimal : (1 x 16 item) 16
- Skor Kuartil I : (2 x 16 item) 32
- Skor Kuartil III : (4 x 16 item) 64

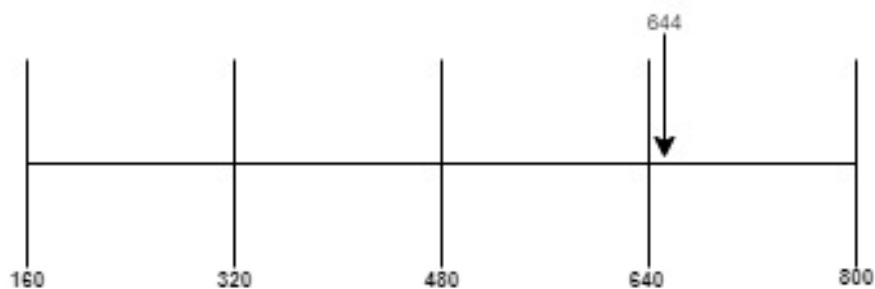
2. Jumlah skor untuk keseluruhan responden:

- Maksimal : (80 x 10) 800
- Median : (48 x 10) 480
- Minimal : (16 x 10) 160
- Kuartil I : (32 x 10) 320
- Kuartil III : (64 x 10) 640

3. Interpretasi jumlah skor:

- 640 < Skor < 800, artinya program dinilai berhasil
- 480 < Skor < 640, artinya program dinilai cukup berhasil
- 320 < Skor < 480, artinya program dinilai kurang berhasil
- 160 < Skor < 320, artinya program dinilai tidak berhasil

Berikut merupakan skala angka dari hasil kuesioner Monitoring Frekuensi Sistem Khatulistiwa pada interpretasi *likert's summated rating* yang dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Hasil Kuesioner Monitoring Frekuensi Sistem Khatulistiwa Pada Interpretasi LSR

Pada gambar 4.11 dapat dilihat bahwa hasil perhitungan sebesar 644 dimana skor tersebut diantara skor 640 dan 800 yang menunjukkan program dinilai berhasil.

4.3 Analisis Hasil Pengujian

Setelah dilakukan pengujian menggunakan *Black-box* pada Interpretasi LSR sebagai berikut:

Penarikan data dari *Database* SCADA milik PLN menggunakan MS Excel dan MS VBA berjalan dengan baik, dan data yang telah dikirim di MySQL untuk di ditampilkan di website sesuai dengan apa yang diharapkan, hanya saja kecepatan jaringan di sini cukup berpengaruh dalam monitoring frekuensinya tapi tidak mengurangi kinerja dari pengambilan keputusan untuk menaikkan atau menurunkan pembangkit ketika ada anomali frekuensi.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan untuk melihat penerapan metode AHP dalam aplikasi yang dibangun untuk mengambil keputusan, mendapatkan hasil bahwa AHP dapat berjalan dengan baik saat di uji dengan berbagai kondisi frekuensi yang berbeda – beda, seperti frekuensi normal, frekuensi tinggi maupun frekuensi rendah.

Hasil pengujian kuesioner yang diperuntukkan untuk pengguna secara **Umum** (orang yang berkepentingan) dan **Admin** (bagian SCADA maupun operasi sistem selaku pemilik *database* SCADA dan Operator Sistem Khatulistiwa). Dari para responden menghasilkan penilaian untuk menanggapi aspek rekayasa perangkat lunak sebagai berikut, nilai sangat baik sebesar 12,5%, baik persentasenya sebesar 72,5%, dan cukup sebesar 15%. Selanjutnya responden

menanggapi aspek fungsionalitas Monitoring Sistem Frekuensi dengan hasil kuesioner pada aspek ini dengan nilai sangat baik sebesar 20%, baik persentasenya sebesar 62%, dan cukup sebesar 18%. Terakhir responden menanggapi aspek komunikasi Monitoring Sistem Frekuensi dengan hasil kuesioner pada aspek ini dengan nilai sangat baik sebesar 22,86%, baik persentasenya sebesar 58,57%, dan cukup sebesar 18,57%.

Hasil perhitungan dengan metode *likert's summated rating* menunjukkan bahwa para responden menilai aplikasi dengan sangat positif atau diartikan program aplikasi berhasil dengan skor perhitungan sebesar 644, dimana skor tersebut diantara skor 640 dan 800.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis terhadap sistem yang dikembangkan pada penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Prototype sistem monitoring frekuensi meter pada Sistem Khatulistiwa PT. PLN (Persero) UP3B Sistem Kalimantan Barat berbasis Telegram telah berhasil dikembangkan
2. Notifikasi pada Telegram berjalan saat ada anomali frekuensi baik frekuensi rendah tinggi maupun normal kembali setelah adanya anomali, di lengkapi dengan nilai frekuensi Sistem Khatulistiwa di dalam setiap notifikasinya.
3. Hasil pengujian *Black-box* menunjukkan bahwa penarikan data dari *database* SCADA berhasil dilakukan, selain itu pengujian terhadap respon aplikasi dalam pengambilan keputusan dengan metode AHP pada urutan operasi pembangkit dapat berjalan dengan baik dalam berbagai kondisi frekuensi yang berbeda-beda.
4. Hasil pengujian kuesioner yang diukur dengan menggunakan LSR menunjukkan bahwa responden mendapat nilai 644 dimana skor tersebut diantara skor 640 dan 800 yang menunjukkan program dinilai berhasil.

5.2 Saran

Adapun beberapa hal yang dapat ditambahkan dalam pengembangan aplikasi ini antara lain sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya data frekuensi yang telah lampau bisa terekam dan dan di download untuk dikemudian hari.
2. Pada website agar bisa diakses melalui jaringan internet, di harapkan nantinya di kembangkan dan didukung dengan keamanan data yang tinggi untuk tetap menjaga data yang bersifat rahasia.
3. Penelitian selanjutnya pada website dapat ditambah data data (Tegangan, Arus, dan lain-lain) dari *Database* SCADA PT PLN (Persero) UP3B Sistem Kalbar sehingga pemantauan kondisi Sistem Khatulistiwa menjadi lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- A. S.Rosa, dan Shalahuddin, M. 2013. *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur Dan Berorientasi Objek*. Bandung: Informatika Bandung.
- Sokibi, Petrus 2017. *Perancangan Sistem Monitoring Perangkat Jaringan Berbasis ICMP dengan Notifikasi Telegram*. Cirebon: ITJ.
- Rinaldo, Rico 2016. *Implementasi Sistem Monitoring Jaringan Menggunakan Mikrotik Router OS di Universitas Islam Batik Surakarta*. Surakarta: Journals UMS.
- Roby Satrio Nugroho, Dhimas 2018. *Integrasi Aplikasi Telegram Untuk Monitoring dan Keamanan Kendaraan Bermotor Berbasis Arduino dan Openwart*. Yogyakarta.
- Simarmata, Janner. 2010. *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Darmawan, Nur Fauzi. 2013. *Sistem Informasi Manajemen*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Jr, Mcleod Raymond. 2001. *Sistem Informasi Manajemen*. Jakarta: PT. Prehallindo.
- Republik Indonesia. 2020. *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 20 Tahun 2020 tentang Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik (Grid Code)*. Jakarta.
- Departemen Pendidikan Nasional. 1988. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Salim, Peter dan Salim, Yenny, 1991, *Kamus Bahasa Indonesia Kontemporer*. Modern English Press, Jakarta.
- Surya, Yohaners. 2009. *Getaran dan Gelombang*. Tangerang: KANDEL.
- Fahana, J.; Umar, R., dan Ridho, F. 2017. *Pemanfaatan Telegram Sebagai Notifikasi Serangan untuk Keperluan Forensik Jaringan*. Yogyakarta: Jurnal UINSU.
- Telegram Bot API. June 20, 2022. [http:// core.telegram.org/bots/api](http://core.telegram.org/bots/api)
- Makro dalam Office makro. <https://support.microsoft.com/id-id/office/makro-dalam-office-makro-12b036fd-d140-4e74-b45e-16fed1a7e5c6>
- Abdul Kadir. 2005. *Dasar Pemrograman Web dengan ASP*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Andi., Sunyoto. 2007. *AJAX Membangun Web dengan Teknologi ASYNCHRONOUS JAVASCRIPT & XML*. Penerbit Andi. Yogyakarta
- Arief. M. R. 2011. *Pemrograman Web Dinamis Menggunakan PHP dan MySQL*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Fowler, Martin. 2005. *UML Distilled 3th Ed., Panduan Singkat Bahasa Pemodelan Objek Standar*. Yogyakarta: Ali.
- Jogiyanto, H M.1995. *Analisis dan Desain Sistem Informasi & Pendekatan Terstruktur Teori dan Praktik Aplikasi Bisnis*. Yogyakarta: ANDI.

- Kasman, Darma Akhmad. 2013. *Kolaborasi Dahsyat ANDROID dengan PHP dan MYSQL*. Yogyakarta: Lokomedia.
- Kindarto, Asdani. 2008. *Asyik Berinternet dengan Beragam Layanan Google*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Krismiaji, 2010. *Sistem Informasi Akuntansi*. Yogyakarta: UPP AMP YKPN.
- Mustaqbal, M. S., & Firdaus, R. F. 2015. *Pengujian Aplikasi Menggunakan Black Box Testing Boundary Value Analysis*. Bandung: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan
- Nugroho, Adi. 2005. *Analisis dan Perancangan Sistem Informasi dengan Metodologi Berorientasi Objek*. Bandung: Informatika.
- Nugroho, Adi. 2010. *Rekayasa Perangkat Lunak Berbasis Objek dengan Metode USDP*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Pressman, R.S. 2001. *Software Engineering: a Practitioner's Approach. Seventh*
- Pressman, R.S. 2010. *Software Engineering: a practitioner's approach*. McGraw-Hill. New York.
- Santoso, Hendra. 2019. *Membangun Aplikasi Mobile dengan Progressive Web App (PWA)*: Yogyakarta: Lokomedia
- Solichin, Ahmad. 2016. *Pemrograman Web dengan PHP dan MySQL*. Jakarta: Budi Luhur
- Steiniger, S., Neun, M., dan Edwardes, A. 2006. *Foundations of Location Based Services Lesson 1*. Department of Geography. University of Zurich.
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Widodo, P. P., & Herlawati. 2011. *Menggunakan UML*. Bandung: Informatika.
- Yusuf. M. 2005. *Metodologi Penelitian (Dasar-Dasar Penyelidikan Ilmiah)*. Padang: UNP Press.
- Novasari, Trisna Ira. 2020. *Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Pada Rak Server Menggunakan Grafana View*. Medan: USU Repositori

LAMPIRAN A
DATA RESPONDEN KUESIONER

No	Nama	Email	Pengguna
1	Mohamad Iqra T.	m*****a@gmail.com	Admin
2	Faizal Helmi	f*****8@gmail.com	Admin
3	Arif Rahman H.	a*****1@gmail.com	Admin
4	Sudarto	s*****p@gmail.com	Admin
5	Arif Yoga Fitranto	a*****o@gmail.com	Admin
6	Rizaldi Haris P.	r*****p@gmail.com	Pengguna
7	M. Reza	m*****1@gmail.com	Pengguna
8	Bagas Maulana S.	b*****i@gmail.com	Pengguna
9	Bella Aprilia	v*****l@gmail.com	Pengguna
10	Zeriniko	z*****@gmail.com	Pengguna

LAMPIRAN B
HASIL PENGUJIAN BERDASARKAN KUESIONER ADMIN
DAN USER (PENGGUNA)

No	Kuesioner Aspek		Pengguna									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Aspek Rekayasa Perangkat Lunak	Berjalannya aplikasi pada perangkat yang digunakan	B	B	B	C	B	B	B	SB	B	B
		Kemudahan menjalankan aplikasi pada perangkat yang digunakan	B	C	B	B	B	SB	B	SB	B	B
		Kemudahan melihat data pada halaman pada aplikasi	B	B	SB	B	B	B	B	C	B	C
		Kenyamanan dalam menggunakan aplikasi secara keseluruhan	C	B	B	B	B	C	B	B	B	SB
2	Aspek Fungsionalitas	Kinerja aplikasi saat memuat dan menampilkan data	B	B	B	B	C	C	B	B	SB	SB
		Kinerja aplikasi saat ada anomali frekuensi	SB	SB	SB	B	B	B	B	B	B	C
		Kinerja aplikasi pada saat memproses mengurutkan naiknya pembangkit	B	B	B	SB	SB	C	B	B	B	C
		Kinerja aplikasi pada saat memproses mengurutkan turunnya pembangkit	B	B	SB	SB	C	C	B	B	C	B
		Kinerja aplikasi pada saat memberikan notifikasi melalui Telegram	SB	B	B	C	C	B	B	B	B	B
3	Aspek Komunikasi Visual	Tampilan antarmuka aplikasi	C	B	B	B	B	SB	SB	B	B	C

		Tampilan grafik pada aplikasi (website)	B	B	C	B	B	SB	SB	SB	C	B
		Kemudahan membaca jenis dan ukuran huruf pada aplikasi	SB	C	SB	SB	SB	B	B	B	B	C
		Kombinasi warna pada tampilan aplikasi	C	SB	B	B	B	SB	B	B	B	SB
		Respon (<i>feedback</i>) aplikasi ketika mengklik tombol atau memilih konten pada aplikasi	B	C	B	C	B	B	B	B	SB	B
		Respon aplikasi Ketika memunculkan pesan tambahkan aplikasi ke layer utama	B	SB	B	B	B	SB	B	C	C	SB
		Respon aplikasi Ketika sudah di <i>install</i> di <i>smartphone</i> , apakah performa aplikasi sama dengan yang di <i>website</i>	B	B	C	SB	SB	B	C	B	B	SB