

**Pemantauan *Healty Index* Menggunakan *Website* CBM Transmisi
Server Sutt 150 KV Menggunakan Segmen Glugur-Payageli di
PT. PLN (Persero)**

SKRIPSI

OLEH :

CHRISTIAN PARHUSIP

188120005



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 3/9/25

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)3/9/25

**Pemantauan *Healty Index* Menggunakan *Website* CBM Transmisi
Server Sutt 150 KV Menggunakan Segmen Glugur-Payageli di
PT. PLN (Persero)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Di Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

Oleh :

Christian Parhusip

188120005

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 3/9/25

Access From (repository.uma.ac.id)3/9/25

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pemantauan *Healty Index* Menggunakan *Website* CBM Transmisi

Server Sutt 150 KV Menggunakan Segmen Glugur-Payageli di PT.

PLN (Persero)

Nama : Christian Parhusip

NPM : 188120005

Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh :

Komisi Pembimbing


Dr. Ir. Dina Maizana, MT,

Pembimbing I


Ir. Habib Satria, MT, IPM, ASEAN Eng.

Pembimbing II

Mengetahui :



Dr. Eng. Supriatno, ST, MT

Dekan



Ir. Habib Satria, MT, IPM, ASEAN Eng.

Ka. Program Studi

HALAMAN PERNYATAAN

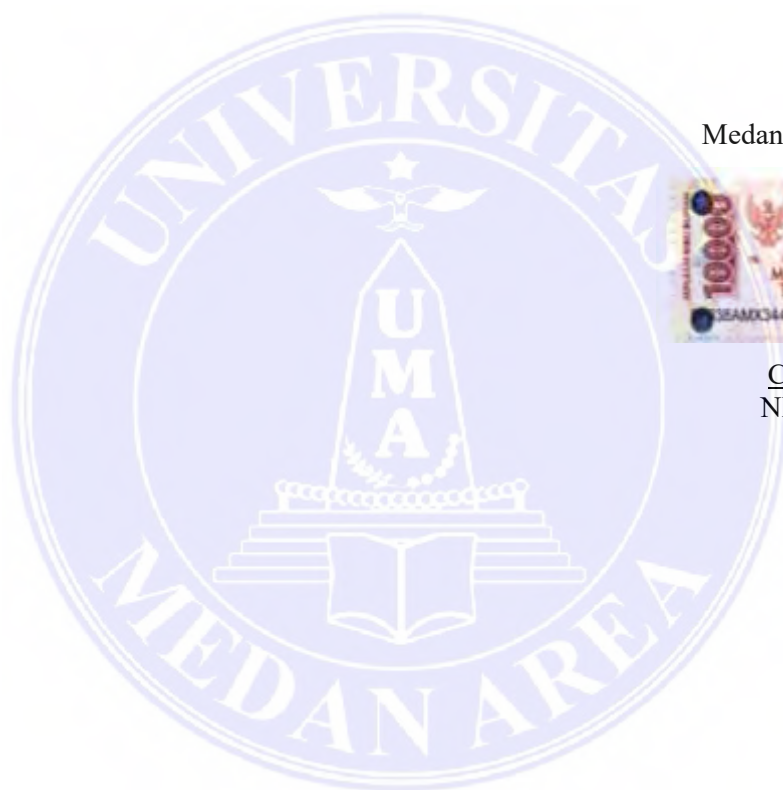
Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 28 Januari 2025



Christian Parhusip
NPM. 18.812.0005



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan
dibawah ini :

Nama : Christian Parhusip
NPM : 18.812.0005
Program Studi : Teknik Elektro
Falkultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

demii pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan
Area Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya
yang berjudul :

**"Pemantauan *Healty Index* Menggunakan Website CBM Transmisi Server Sutt 150 KV
Menggunakan Segmen Glugur-Payageli di PT. PLN (Persero)".**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini
universitas medan area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk
pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap
mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian
pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 28 January 2025

Yang menyatakan



(Christian Parhusip)

ABSTRAK

Tiang transmisi dipergunakan untuk mengalirkan energi listrik yang memiliki berbagai faktor inspeksi yang perlu diperhatikan untuk menjaga keandalan serta keamanan sistem transmisi. Faktor-faktor tersebut meliputi kondisi lingkungan, pondasi, ketegakan, pentanahan, komponen utama penghantar (konduktor), dan komponen pendukung seperti proteksi. Semua faktor inspeksi ini harus dipelihara secara rutin untuk memantau kondisi fisik komponen-komponen tersebut sehingga dapat beroperasi dengan baik sesuai fungsinya. Pemeliharaan jaringan SUTT 150kV TTKNG-BTAGI yang dikelola ULTG Glugur dilakukan oleh tim internal dan petugas *Ground Patrol* menggunakan aplikasi CBM Transmisi berbasis *mobile* dan *website server*. Data yang dikumpulkan berupa dokumentasi foto serta eviden komponen yang diinspeksi di lapangan, kemudian data tersebut disinkronkan dan diolah untuk menghasilkan *Healthy Index* (HI) pada tower di segmen TTKNG-BTAGI. Pemantauan HI melalui website CBM Transmisi Server secara berkala dilakukan untuk mengevaluasi data dan memberikan rekomendasi berdasarkan standar yang berlaku. Status kerawanan tower (aman, waspada, atau kritis) ditentukan dari hasil inspeksi terbaru dengan nilai terendah. Dari hasil analisis data laporan status HI detail antara tanggal 31 Mei hingga 5 Juli, ditemukan bahwa inspeksi yang paling sering mengalami perubahan kondisi adalah pada faktor ketegakan tiang. Persentase *Healthy Index* terendah pada periode tersebut adalah 76,66% pada 31 Mei 2021, dengan 7 tower dalam status kritis. Sebaliknya, nilai HI tertinggi sebesar 100% tercatat pada 5 Juli 2021, tanpa ada tower dalam status kritis. Perubahan persentase HI dipengaruhi oleh jumlah tower dengan status kritis, yang penyebabnya dapat diidentifikasi melalui laporan internal.

ABSTRACT

Transmission poles are used to conduct electrical energy which has various inspection factors that need to be considered to maintain the reliability and security of the transmission system. These factors include environmental conditions, Foundation, firmness, grounding, the main components of the conductor (conductor), and supporting components such as protection. All of these inspection factors must be maintained regularly to monitor the physical condition of these components so that they can operate properly according to their functions. Maintenance of the SUTT 150kv TTKNG-BTAGI network managed by ULTG Glugur is carried out by internal teams and Ground Patrol officers using a mobile-based transmission CBM application and website server. The data collected in the form of photo documentation and component evidence are inspected in the field, then the data is synchronized and processed to produce a Healthy Index (HI) on the tower in the ttkng-BTAGI segment. HI monitoring through the CBM transmission Server website is periodically carried out to evaluate the data and provide recommendations based on applicable standards. Tower vulnerability Status (safe, alert, or critical) is determined from the latest inspection results with the lowest value. From the analysis of HI detail status report data between May 31 to July 5, it was found that the inspections that most often experienced changes in conditions were on the pole tightness factor. The lowest Healthy Index percentage in the period was 76.66% on May 31, 2021, with 7 towers in critical status. In contrast, the highest HI value of 100% was recorded on July 5, 2021, without any tower in critical status. The change in HI percentage is influenced by the number of towers with critical status, the cause of which can be identified through internal reports.

KATA PENGANTAR

Penulis sangat bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkah dan kemurahan-Nya yang memberikan keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan Program S1 Studi Teknik Listrik Elektro di Universitas Medan Area. Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai bukti bahwa penulis telah berhasil menyelesaikan tugas perkuliahan di Universitas Medan Area.

Laporan Tugas Akhir ini dapat dibuat dan diselesaikan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman yang diperoleh penulis selama mengikuti perkuliahan dan praktik kerja lapangan di PT. PLN (Persero) ULTG Glugur. Dalam menyelesaikan laporan ini Penulis sangat berterima kasih atas bimbingan dan arahan yang diberikan oleh pihak pembimbing dalam hal materi dan teknis. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih pada kesempatan ini kepada :

- 1) Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc. selaku Rektor di Universitas Medan Area
- 2) Bapak Dr. Eng Supriatno, ST, MT. Selaku Dekan Jurusan Teknik Elektro Universitas
- 3) Bapak Habib Satria. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area dan Selaku Pembimbing Tugas Akhir.
- 4) Ibu Dr. Ir. Dina Maizana, MT. selaku Pembimbing Tugas Akhir dan yang telah banyak memberikan dorongan untuk menyelesaikan tugas akhir.
- 5) Bapak Aditya Descara Putra selaku Manager PT. PLN (Persero) ULTG

Glugur

- 6) Bapak Nurhamza selaku Team Leader PT. PLN (Persero) Gardu Induk
Glugur
- 7) Dosen dan Staf Pegawai Universitas Jurusan Teknik Elektro dan seluruh
pegawai PT PLN (Persero) ULTG Glugur yang turut membantu penulis
serta berbagi ilmu dan pengalaman.
- 8) Bapak Sarianto Parhusip M.Th Dan Rina Nurmawati Manihuruk yang
merupakan orang tua, Debora Parhusip, Yohan Parhusip, Heber Parhusip
merupakan adek kandung penulis yang telah memberikan dukungan baik
secara materi maupun moral.
- 9) Yudha Sianipar A.Md., Yuliana Putri Haloho S.K.M, Sonya Nainggolan
S.T., Yuli Emi Nainggolan, Mina Nainggolan, Lambok Sinaga, Tim
Mang Eak yang memberikan bantuan dan dukungan terhadap
penyelesaian laporan tugas akhir ini.

Penulis juga sadar betul akan keterbatasan ilmu dan kemampuan yang
dimilikinya, sehingga terdapat beberapa kekurangan dalam penyusunan
laporan ini. Maka penulis berharap untuk menerima masukan yang
membangun dari para pembaca. Penulis ingin mengucapkan terima kasih dan
berharap bahwa laporan ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan
pembaca secara umum.

Medan, 11 September 2024

Penulis

CHRISTIAN PARHUSIP

NPM: 188120005

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 3/9/25

Access From (repository.uma.ac.id)3/9/25

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
DAFTAR ISI.....	3
BAB I PENDAHULUAN.....	6
1.1 Latar Belakang	6
1.2 Perumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Kajian Pustaka	9
2.2 Landasan Teori	10
2.2.1 CBM Transmisi	10
2.2.2. Grafik Healthy Index.....	13
2.2.3 Kriteria Tower SUTT	15
2.2.4 Formulir Rutin	15
2.2.5. Asesmen Ancaman pada SUTT/SUTET	19
2.2.5.1 Lingkungan.....	19
2.2.5.2 Pondasi	25
2.2.6. Pentanahan.....	29
2.2.7 Posisi Pemasangan Tower (Tegakkan).....	30
2.2.8. Main Component (Primary)	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	44

3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	44
3.1.1	Lokasi Penelitian	44
3.1.2	Waktu Penelitian	44
3.2.	Jenis Penelitian	44
3.3.	Sumber Data	44
3.4	Bahan dan Alat yang digunakan	45
3.5.	Prosedur Penelitian	46
3.6	Analisis data	46
3.7	Diagram Alir	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		48
4.1	Hasil	48
4.2	Pembahasan	55
4.2.1	Status Kondisi Hasil Inspeksi Pemeliharaan	55
4.2.2	Perubahan Nilai Persentase <i>Healthy Index</i>	58
4.2.3	Identifikasi penyebab perubahan status kondisi dan pengaruhnya terhadap persentase <i>Healthy Index</i> (HI)	60
4.2.4	Penentuan Rekomendasi Tindak Lanjut	76
4.3	ANGGARAN BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN	78
4.3.1	Anggaran Biaya	78
4.3.2	Jadwal kegiatan	78
BAB 5 SARAN DAN KESIMPULAN		79
5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran	79
DAFTAR PUSTAKA		80

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem instalasi tenaga listrik adalah sistem yang terpadu yang mencakup sistem pembangkit, transmisi, dan distribusi listrik. Sistem transmisi memiliki fungsi penting dalam mengalirkan tenaga listrik dari pembangkit ke Gardu Induk Tegangan Tinggi atau Ekstra Tinggi, serta dari satu Gardu Induk ke Gardu Induk lainnya dengan menggunakan kabel yang aman dan terjamin keandalannya. Keandalan sistem tenaga listrik, khususnya dalam sistem transmisi SUTT/SUTET, dipengaruhi secara signifikan oleh manajemen yang diterapkan. Terlebih lagi, karena SUTT/SUTET sering melewati daerah terbuka, risiko gangguan dari kondisi internal transmisi serta faktor eksternal seperti gangguan alam, hewan, vegetasi, dan aktivitas manusia akan semakin tinggi.

Conditioned Based Maintenance (CBM) Transmisi merupakan sistem yang tidak hanya berfungsi untuk pengambilan data secara tepat dan valid, namun data dari hasil inspeksi tersebut akan diolah menjadi *Healthy Index* (HI) dimana akan menghasilkan status kondisi (aman, waspada, kritis) dari setiap tower.

PLN sedang mengeksplorasi program Pemeliharaan yang berdasarkan pada kondisi peralatan CBM (Condition Based Maintenance), karena pendekatan ini tidak terikat pada jadwal waktu, melainkan bergantung pada keadaan maupun sifat peralatan serta faktor lingkungan yang dapat membantu mengurangi biaya pemeliharaan.

Pemantauan (*monitoring*) secara berkala pada *Healthy Index* sebuah tower dari segmen tertentu sangat diperlukan guna mengetahui status kondisi tower

tersebut dan menentukan rekomendasi pada setiap komponen utama maupun pendukung. Hal ini sangat menarik bagi penulis sehingga memutuskan untuk menyusun skripsi yang berjudul “PEMANTAUAN *HEALTHY INDEX* TOWER MENGGUNAKAN *WEBSITE* CBM TRANSMISI SERVER SUTT 150kV SEGMENT TTKNG-BTAGIDI PT. PLN (PERSERO) ULTG GLUGUR”.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas sebelumnya maka rumusan masalah yang dapat diangkat untuk Tugas Akhir ini adalah :

1. Apa yang dimaksud dengan *Healthy Index*?
2. Apa penyebab tinggi rendahnya persentase *Healthy Index* pada tower?
3. Bagaimana cara melakukan pemantauan (*monitoring*) *Healthy Index* suatu tower SUTT 150kV dengan menggunakan CBM Transmisi Server?
4. Bagaimana cara menentukan rekomendasi terhadap status tower berdasarkan hasil inspeksi pemeliharaan *Healthy Index* CBM Transmisi Server suatu jaringan SUTT 150kV?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah :

1. Memenuhi syarat guna menyelesaikan pendidikan Sarjana di Program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area.
2. Mengetahui kondisi status tower pada segmen jaringan SUTT 150kV dengan memantau *Healthy Index* menggunakan CBM Transmisi Server.
3. Mengetahui penyebab tinggi rendahnya persentase *Healthy Index*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan penelitian ini adalah :

1. Penulis dan pembaca memahami cara membaca data *Healthy Index*.
2. Penulis dan pembaca mendapatkan pemahaman tentang kondisi status tower pada segmen jaringan SUTT 150kV tertentu berdasarkan *Healthy Index* melalui penggunaan CBM Transmisi Server.
3. Penulis pembaca dapat mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi tinggi rendahnya persentase *Healthy Index* pada segmen tertentu.
4. Penulis dan pembaca belajar bagaimana memberikan rekomendasi yang tepat berdasarkan kondisi status tower pada jaringan SUTT tertentu yang tercantum dalam *Healthy Index*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Dalam Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi No. 01. P/47/MPE 1992 yang dikeluarkan pada tanggal 07 Februari 1992, Saluran Udara Tegangan Tinggi didefinisikan sebagai saluran tenaga listrik yang menggunakan kawat telanjang sebagai penghantar, dengan tegangan di udara antara 35 hingga 245 kV sesuai standar di bidang ketenagalistrikan (Pasal 1 Ayat 3). Selain itu, Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi merupakan saluran tenaga listrik yang menggunakan kawat telanjang sebagai penghantar, dengan tegangan di udara di atas 245 kV sesuai standar di bidang ketenagalistrikan (Pasal 1 Ayat 4).

Menurut Buku Panduan CBM Transmisi V.20.9, CBM Transmisi merupakan sebuah sistem inspeksi rutin terintegrasi yang dimiliki dan digunakan oleh PT. PLN (PERSERO) P3B Sumatera untuk melakukan pemeliharaan jaringan tower listrik menggunakan metode checklist formulir selama melakukan pemeriksaan pada setiap komponen peralatan tower.

Menurut Buku Pedoman Pengawasan dan Asesmen Saluran Udara Tegangan Tinggi dan Ekstra Tinggi, pemantauan dan asesmen SUTT/SUTET dilakukan dengan mengikuti pedoman yang berlaku, agar SUTT/SUTET dapat diawasi dan dipantau Dengan menggunakan metode yang sesuai, kondisinya dinilai secara akurat, dan jika terjadi kondisi yang tidak normal, tindak lanjut akan dilakukan sesuai rekomendasi dengan cepat dan tepat.

Menurut Buku Pedoman Saluran Udara Tegangan Tinggi dan Ekstra Tinggi, rekomendasi adalah langkah yang perlu diambil sebagai langkah evaluasi. Dari

upaya pemeliharaan yang sudah dilaksanakan. Rekomendasi diberikan dengan mengikuti standar perusahaan, manual instruksi dari pabrik, dan dengan mempertimbangkan pengalaman serta observasi operasi di lapangan. Menurut penelitian Luh Nyoman Widyastuti dalam jurnalnya yang berjudul “Analisis Gangguan Sistem Transmisi Listrik Menggunakan Metode *Root Cause Analysis* (REA)” mengemukakan bahwa penyebab terjadinya gangguan jaringan tegangan tinggi (SUTT) adalah kesalahan manusia, kualitas material dan gangguan lingkungan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 CBM Transmisi

CBM Transmisi adalah singkatan dari *Condition-Based Maintenance* Transmisi, yaitu suatu sistem pemeliharaan berbasis kondisi yang digunakan untuk memantau dan menjaga infrastruktur transmisi listrik, seperti tower dan jalur transmisi. Sistem ini menggunakan data *real-time* dari inspeksi dan sensor untuk menganalisis kondisi komponen, seperti pondasi, tegakkan, konduktor, dan proteksi. Tujuannya adalah untuk melakukan pemeliharaan ketika dibutuhkan, berdasarkan kondisi aktual komponen, bukan berdasarkan jadwal waktu tetap, sehingga lebih efisien dan dapat meningkatkan keandalan serta umur sistem transmisi.

Dalam konteks CBM Transmisi, *Healthy Index* (HI) digunakan untuk menilai kondisi tower atau segmen jaringan transmisi, memberikan indikator apakah infrastruktur tersebut dalam kondisi aman, waspada, atau kritis. Benar adanya bahwa data yang diambil adalah data yang tepat diambil di lokasi dan waktu yang bersangkutan. Lancar lah pelaporannya dan tak usah repot-repot merangkum data lagi. Solusi yang diberikan oleh CBM Transmisi adalah melakukan inspeksi menggunakan perangkat mobile yang memanfaatkan GPS dan kamera sebagai

validasi data. Dengan tag GPS dan foto, aplikasi dapat memastikan bahwa data yang diambil benar-benar dilokasi peralatan. Lalu, data akan dikirim dengan cepat ke server tanpa perlu di-rekap ulang melalui metode sinkronisasi yang efisien.. Secara sederhana proses CBM Transmisi Digambarkan serupa dengan gambar di bawah ini..



Gambar 2.1 Alur CBM Transmisi

Terdapat dua komponen utama CBM Transmisi yaitu :

1. *CBM Transmisi Mobile*

Aplikasi mobile yang digunakan petugas inspeksi lapangan baik dari Pegawai PLN maupun PGP untuk melakukan pemeliharaan tower. Setelah pemeliharaan selesai dilakukan, kemudian data dikirim ke server melalui proses sinkronisasi.

2. *CBM Transmisi Server*

CBM Transmisi Server digunakan untuk menyimpan dan mengolah data hasil pemeliharaan tower yang dikirim dari mobile untuk disajikan dalam bentuk laporan.

2.2.2 *Healthy Index*

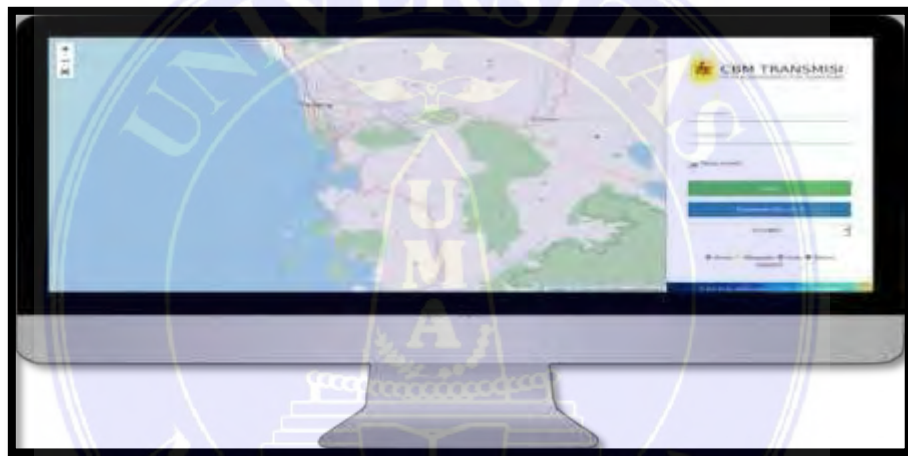
2.2.2.1 *Laporan Healthy Index*

Healthy Index adalah laporan yang menampilkan informasi mengenai status kerawanan dari suatu tower berdasarkan nilai minimal yang diambil dari

hasil inspeksi (Lingkungan, Pondasi, Tegakkan, Pentanahan, *Main Comp.*) pada tower tersebut. Status tower (status kerawanan tower) adalah nilai *checklist* terendah mingguan dan triwulan dari hasil inspeksi terbaru. Laporan dapat diakses pada CBM Transmisi Server melalui menu Laporan → *Healthy Index*.

Cara membuka laman *Healthy Index* adalah sebagai berikut.

1. Buka *link* <http://p3b-sumatera.co.id:8084/~srintami/v4/web/site/login>
2. Masukkan *username* dan *password*.
3. Klik *login*.



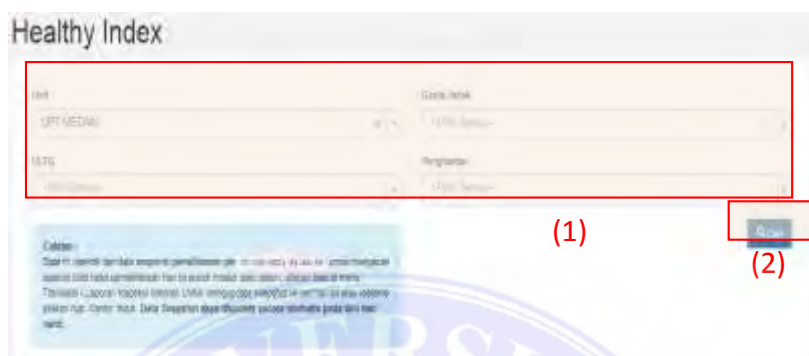
Gambar 2.2 CBM Transmisi Server



Gambar 2.3 Halaman *Healthy Index*

2.2.2.2 Filter Laporan *Healthy Index*

Filter pada laporan *healthy index* memudahkan pengguna dalam mencari data yang diinginkan secara lebih spesifik.

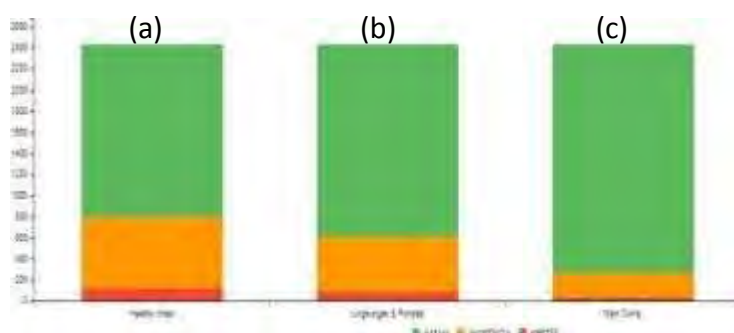


Gambar 2.4 Filter *Healthy Index*

- (1) Pengguna memilih jenis filter sesuai kebutuhan pencarian data.
- (2) Klik tombol Cari, maka data akan terfilter berdasarkan jenis filter yang dipilih. Data *Healthy Index* (HI) akan diupdate secara otomatis pada dini hari.

2.2.2.3. Grafik *Healthy Index*

Grafik *Healthy Index* menampilkan jumlah dari masing-masing status kerawanan (Kritis, Waspada, dan Aman) pada: (a) *Healthy Index*; (b) Pondasi dan Lingkungan.



Gambar 2.5 Grafik *Healthy Index*

2.2.2.4 Peta *Healthy Index*

Peta *Healthy Index* menampilkan peta status kerawanan *healthy index* pada suatu tower. Tower dengan status Kritis berwarna merah, Waspada berwarna *orange*, dan Aman berwarna hijau.



Gambar 2.6 Peta *Healthy Index*

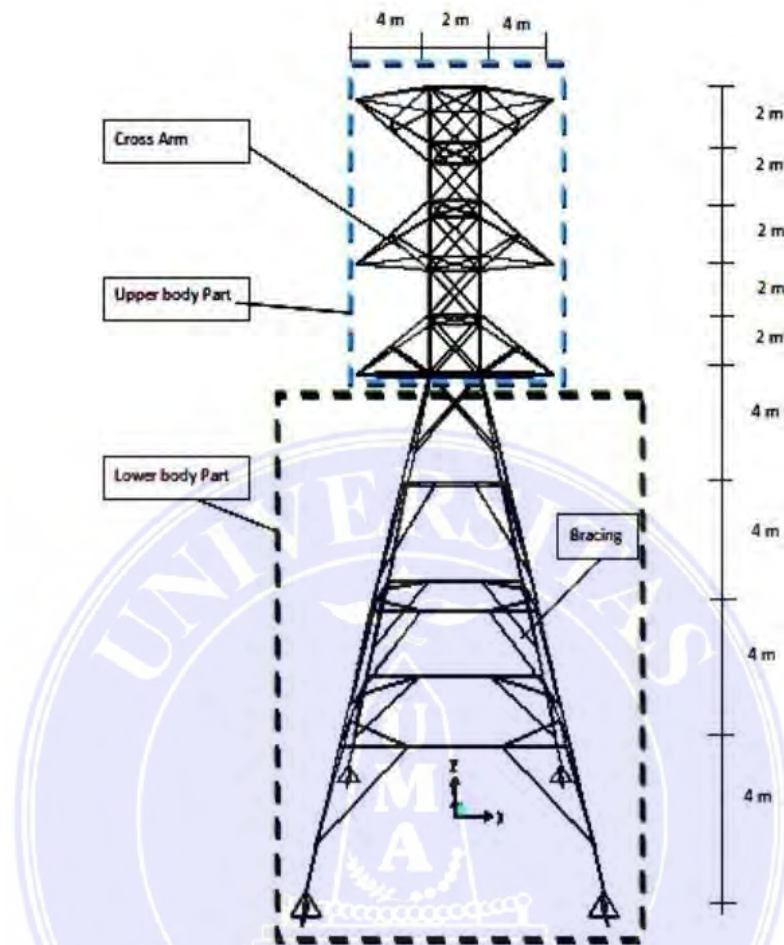
2.2.2.5 Laporan Status *Healthy Index*

Laporan *Healthy Index* menampilkan data status kerawanan setiap tower. Status kerawanan diambil berdasarkan nilai minimal dari hasil inspeksi pemeliharaan (Lingkungan, Pondasi, Tegakkan, Pentanahan, dan *Main Comp.*). Status kerawanan dibagi menjadi 3 yaitu : **Kritis** (1), **Waspada** (6), dan **Aman** (9).

#	Tower	ILUG	Gedra Intek	Status	Lingkungan	Pondasi	Tegakkan	Pentanahan	Blak
1	TOWER SUTT 150 KV TTONG - STAGI #0056	GLUGUR	Payageli	WASPADA	AMAN (9)	WASPADA (6)	AMAN (9)	AMAN (9)	AMAN (9)
2	TOWER SUTT 150 KV TTONG - STAGI #0057	GLUGUR	Payageli	AMAN (9)	AMAN (9)	AMAN (9)	AMAN (9)	AMAN (9)	AMAN (9)
3	TOWER SUTT 150 KV TTONG - STAGI #0058	GLUGUR	Payageli	AMAN (9)	AMAN (9)	AMAN (9)	AMAN (9)	AMAN (9)	AMAN (9)

Gambar 2.7 Detail *Healthy Index*

2.2.3 Kriteria Tower SUTT



Gambar 2.8 kriteria tower SUTT

2.2.4 Formulir Rutin

Formulir Rutin adalah formulir inspeksi yang wajib diisi pada periode yang telah ditentukan dan pengisian hanya dapat dilakukan sekali dalam periode waktu tersebut. Formulir rutin yakni formulir rutin tower mingguan.

Tabel 2.1 Formulir Rutin Tower Mingguan

No.	Pertanyaan	Isian	Nilai
1.	<i>Grounding</i>	Hilang	1
		Putus	1
		Rantas	6
		Korosi	6
		Kendor	6
		Normal	9
2.	<i>Conductor Joint</i>	Hamper Lepas	1
		Bengkok	1
		Pecah	1
		Normal	9
3.	<i>Anti Climbing Device</i>	Hilang	1
		Patah	6
		Korosi	6
		Normal	9
4.	<i>Jumper GSW</i>	Putus	1
		Normal	9
5.	<i>Ceramic Insulator</i>	Terdapat Benda Asing	1
		Pecah	6
		Normal	9
6.	Bracing Tower	Patah	1
		Hilang	1
		Kendor	6

		Bengkok	6
		Normal	9
7.	Kawat GSW / OPGW	Rantas	1
		Melorot	1
		Benda Asing	6
		Normal	9
8.	Bola Lampu	Terjatuh	1
		Melorot	6
		Pecah	6
		Normal	9
9.	Jumper Konduktor	Rantas	1
		Mekar	1
		Normal	9
		Tidak Terpasang	9
10.	Bare Conductor	Mekar	1
		Kawat Rantas	1
		Normal	9

Tabel Standar Justifikasi Kondisi Komponen Sutt Serta Rekomendasi Tindak Lanjutnya.

Index Kondisi	Jenis Kondisi	Rekomendasi Tindak Lanjut
1	Kritis	Perbaikan segera dan pemantauan rutin
6	Waspada	Pemantauan dan perbaikan seperlunya maksimal 6 bulan
9	Aman	Lanjutkan pemeliharaan rutin

Implementasi dan akurasi CBM Transmisi merupakan persentase keberhasilan inspeksi PGP, akurasi inspeksi internal PGP yang telah divalidasi oleh pegawai dan persentase nilai *Healthy Index* (HI) Transmisi. Implementasi CBM transmisi diperoleh dari pelaksanaan inspeksi tower oleh PGP di masing-masing unit dengan menggunakan aplikasi CBM transmisi sehingga dapat mengetahui kondisi suatu transmisi dalam satu kurun waktu/periode. Persentase keakuratan data inspeksi CBM Transmisi didapatkan dengan menyesuaikan hasil inspeksi kondisi tower yang dilakukan oleh PGP dan pegawai. Data yang akan digunakan untuk diukur ke akuratnya adalah data tegakkan dan data lingkungan (longsoran dan arus sungai).

Persentase *Healthy Index* digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan pemeliharaan komponen SUTT/SUTET meliputi lingkungan, pondasi, tegakkan, pentahanan dan *Main Component*.

Persentase *Healthy Index* (HI) dapat dihitung dengan rumus :

$$HI = \frac{Z \text{ Tower Aman} + Z \text{ Tower Waspada}}{Z \text{ Tower Aman} + Z \text{ Tower Waspada} + Z \text{ Tower Kritis}} \times 100 (\%)$$

Nilai persentase *Healthy Index* dapat memberikan gambaran hasil unjuk kerja pengelolaan Unit Pelaksana (membawahi Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk) dalam Dengan mencapai target, kita dapat mengidentifikasi langkah-langkah perbaikan baik dari segi teknis maupun non-teknis dalam pengelolaan, apabila hasil yang dicapai tidak optimal.

2.2.5. Asesmen Ancaman pada SUTT/SUTET

Pemeriksaan ancaman terhadap SUTT/SUTET dilakukan dengan menganalisis dan menilai situasi yang mungkin membahayakan tower/tiang. Asesmen ancaman melibatkan penilaian lingkungan serta evaluasi kondisi pondasi. Pelaksanaan penilaian risiko untuk SUTT/SUTET ini terdiri dari dua bagian, yaitu:

1. Asesmen rutin yaitu asesmen ancaman pada SUTT/SUTET yang dilaksanakan rutin sekali dalam lima tahun.
2. Asesmen kondisional yaitu asesmen yang Tindakan dilakukan ketika terjadi perubahan kondisi di sekitar Lingkungan atau pondasi tower. Informasi tentang perubahan kondisi yang berpotensi sebagai ancaman terhadap lingkungan dan pondasi didapatkan melalui inspeksi Ground Patrol pada subsistem struktur tower. Asesmen bahaya dijalankan oleh fungsi pada SUTT/SUTET Pengelolaan sistem jaringan di masing-masing unit/wilayah PLN.

2.2.5.1 Lingkungan

Lingkungan adalah salah satu faktor penting penentu status tower. Penilaian ancaman kondisi lingkungan dilakukan dengan mengevaluasi kondisi tower berdasarkan lingkungan sekitarnya seperti lereng dan tebing, jejak gangguan, aliran

sungai, posisi sungai, serta gangguan lainnya. Luaran, tanah dan batuan, serta tumbuhan. Asesmen ini dilakukan sebagai langkah berikut dari situasi abnormal di sekitar menara, untuk membentuk dasar perbaikan lingkungan menara yang diusulkan. Asesmen risiko terhadap kondisi lingkungan meliputi tujuh komponen yang terdiri dari Lereng dan tebing, jejak-gangguan, aliran sungai, posisi sungai, gangguan eksternal, tanah serta batuan, dan vegetasi penutup. Tabel di bawah ini menyajikan penilaian standar terkait risiko lingkungan untuk SUTT/SUET.

Tabel 2. 3 Standar asesmen ancaman kondisi lingkungan

No	Komponen	Pemeriksaan	Nilai
1	LERENG & TEBING	Ketinggian tebing (y1) > 30 meter	7
		Ketinggian tebing (y2) > 30 meter	7
2		Ketinggian tebing (y1) 21 - 30 meter	5
3		Ketinggian tebing (y2) 21 - 30 meter	5
4		Ketinggian tebing (y1) 11 - 20 meter	3
5		Ketinggian tebing (y2) 11 - 20 meter	3
6		Ketinggian tebing (y1) 5 - 10 meter	1
7		Ketinggian tebing (y2) 5 - 10 meter	1
8		sudut kemiringan (a1) lereng > 60 Derajat	7
9		sudut kemiringan (a2) lereng > 60 Derajat	7
10		sudut kemiringan (a1) lereng 41 - 60 Derajat	5
11		sudut kemiringan (a2) lereng 41 - 60 Derajat	5
12		sudut kemiringan (a1) lereng 21 - 40 Derajat	3
13		sudut kemiringan (a2) lereng 21 - 40 Derajat	3
14		sudut kemiringan (a1) lereng 11 - 20 Derajat	1

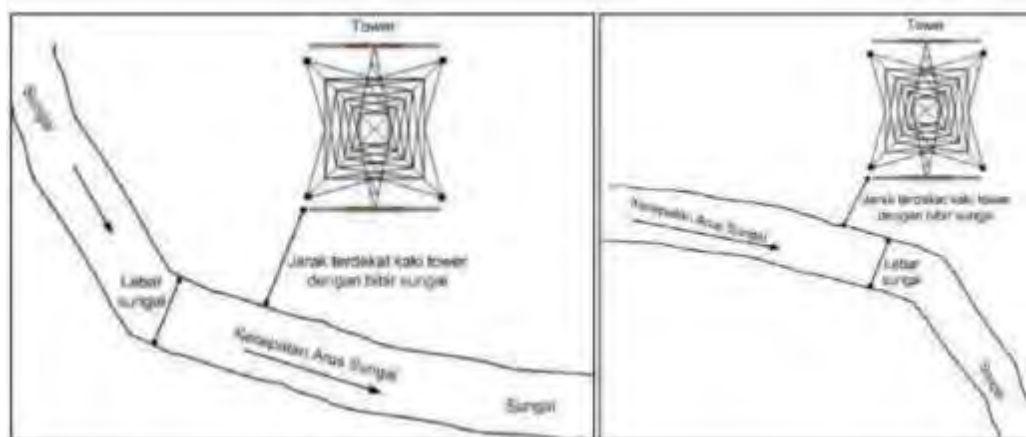
15	JEJAK GANGGUAN	sudut kemiringan (α) lereng 11 - 20 Derajat	1
16		Jarak kaki tower dengan dasar tebing (x_1) < 1 Meter	6
17		Jarak kaki tower dengan jurang tebing (x_2) < 1 Meter	6
18		Jarak kaki tower dengan dasar tebing (x_1) 1 - 10 Meter	5
19		Jarak kaki tower dengan jurang tebing (x_2) 1 - 10 Meter	5
20		Jarak kaki tower dengan dasar tebing (x_1) 11 - 20 meter	4
21		Jarak kaki tower dengan jurang tebing (x_2) 11 - 20 meter	4
22		Jarak kaki tower dengan dasar tebing (x_1) 21 - 30 meter	3
23		Jarak kaki tower dengan jurang tebing (x_2) 21 - 30 meter	3
24		Jarak kaki tower dengan dasar tebing (x_1) 31 - 40 meter	2
25		Jarak kaki tower dengan jurang tebing (x_2) 31 - 40 meter	2

26		Jejak longsor radius < 7 meter dari pondasi	30
27		Genangan air permanen dan bukan design tower tersebut	10
28		Retakan terbuka	10
29		Terdapat jejak erosi pada radius 7 meter dari pondasi	8
30		Terdapat mata air pada radius 7 meter dari pondasi	8
31		Genangan air temporer	5
32		Retakan tertutup (Kecuali tanah sawah kering)	5
33		Jarak terdekat kaki tower dengan bibir sungai ≤ 2 meter	51
34		Jarak terdekat kaki tower dengan bibir sungai 2 - 5 meter	50
35		Jarak terdekat kaki tower dengan bibir sungai 6 - 10 meter	13
36		Jarak terdekat kaki tower dengan bibir sungai 11 - 20 meter	8
37		Jarak terdekat kaki tower dengan bibir sungai 21 - 30 meter	6
38		Jarak terdekat kaki tower dengan bibir sungai 31 - 40 meter	4
39	ALIRAN	Lebar sungai > 10 meter (Diukur jika terdapat sungai dengan jarak $\leq 10m$ dari tower)	13

40	SUNGAI	Lebar sungai 6 - 10 meter (Diukur jika terdapat sungai dengan jarak $\leq 10\text{m}$ dari tower)	10
41		Lebar sungai 3 - 5 meter (Diukur jika terdapat sungai dengan jarak $\leq 10\text{m}$ dari tower)	3
42		Arus sungai Cepat ($\geq 1\text{ m/s}$, diukur jika terdapat sungai dengan jarak $\leq 10\text{m}$ dari tower)	5
43		Arus sungai Sedang ($0,5\text{ m/s} - 1\text{ m/s}$, diukur jika terdapat sungai dengan jarak $\leq 10\text{m}$ dari tower)	3
44		Arus sungai Lambat ($< 0,5\text{ m/s}$, diukur jika terdapat sungai dengan jarak $\leq 10\text{m}$ dari tower)	1
45	POSISI SUNGAI	Luar	10
46		Lurus	5
47		Dalam	1
48	GANGGUAN EKSTERNAL	Penimbunan sampah	25
49		Bangunan di halaman tower	20
50		Aktivitas penduduk / pihak luar di halaman tower	15
51		Tanah Organik, gambut	16
52		Tanah urug, Sirtu	15
53		Tanah merah, berpasir	13
54		Tanah merah, lempung	11
55		Tanah berkerikil	10
56		Tanah batu berpasir	8

57	TANAH & BATUAN	Tanah berbatu	6
58		Batuan campur tanah	5
59		Batuan kali / Cadas	3
60		Batuan Granit	1
61	VEGETASI PENUTUP	Tanah garapan basah (sawah)	5
62		Tanah terbuka	4
63		Tanah garapan kering	3
64		Pohonan Keras	2
65		Rumput alang-alang	1

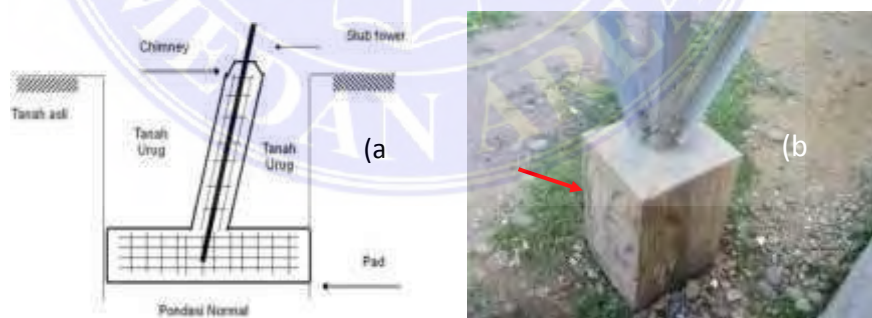
Agar pemeriksaan komponen lereng dan tebing lebih terperinci, posisi sungai dan aliran sungai pada tabel di atas dapat dipahami melalui gambar di bawah.



Gambar 2.9 Contoh kondisi posisi sungai dalam (kiri) dan kondisi posisi Sungai luar (kanan)

2.2.5.2 Pondasi

Pondasi berperan sebagai struktur beton bertulang yang memastikan bahwa kaki tower (stub) tetap terhubung dengan tanah. Jenis pondasi untuk menara berbeda-beda tergantung pada tanah di sekitar lokasi serta beban yang akan ditopang oleh menara tersebut. Pondasi tower menjaga beban dengan kokoh.



Gambar 2.10 (a) Struktur pondasi normal (b) Pondasi Tower

Stub merupakan bagian terbawah dari struktur kaki tower yang dipasang bersama dengan pondasi dan diikat secara menyeluruh dengan pondasi. Bagian atas stub muncul sedikit di atas permukaan tanah sekitar 0,5 hingga 1 meter, yang diberi lapisan semen dan cat agar tidak cepat berkarat..

Pemasangan stub sangat berperan penting dalam menentukan kualitas pemasangan tower, karena harus memenuhi persyaratan tertentu:

1. Jarak antar stub perlu tepat.
2. Sudut Kemiringan stub patutlah seragam dengan kemiringan kaki tower.



Gambar 2.11 Stub

Balok kopel adalah elemen struktural yang digunakan untuk menghubungkan dua komponen atau elemen struktural lainnya, seperti kolom atau dinding geser, sehingga bekerja sebagai satu kesatuan untuk menahan beban. Balok kopel umumnya digunakan dalam struktur bangunan tinggi yang membutuhkan kestabilan tambahan, terutama dalam menahan gaya lateral seperti angin atau gempa, berada di sekitar daerah perairan seperti rawa, sungai atau waduk yang memiliki potensi merusak atau menghancurkan pondasi tower SUTT/SUTET. Balok kopel diaplikasikan di tempat-tempat khusus yang memastikan ketahanannya tanpa mengganggu kemampuan pondasi untuk menopang beban secara maksimal.



Gambar 2.12 Balok kopel

Chimney adalah bagian atas struktur beton yang menyambungkan pondasi dengan stub. *Chimney* berbentuk kerucut dengan tujuan tidak ada genangan air yang terkumpul dan menyebabkan karat pada besi tower. *Chimney* dipelihara secara rutin dengan mengamati kondisi fisik, seperti pecah, retak atau hancur.



Gambar 2.13 *Chimney*

Pemeriksaan dilakukan secara visual pada komponen asesmen yaitu *stub*, *chimney* dan balok kopel yang mengisi *checklist* asesmen pondasi (terlampir). Lihatlah tabel berikut untuk mengetahui standar evaluasi ancaman kondisi pondasi tower SUTT/SUTET.

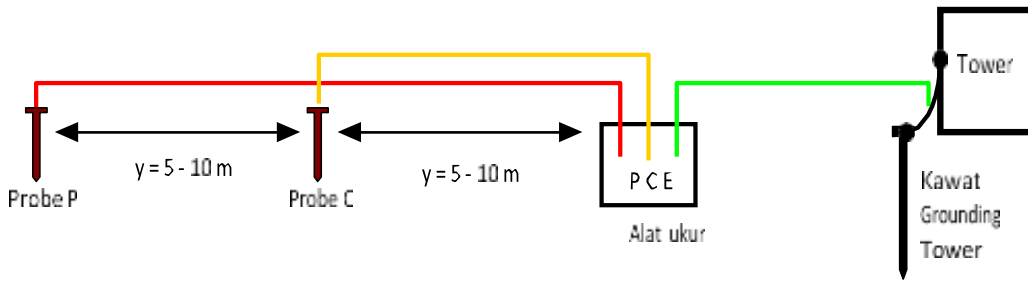
Tabel 2.3 Standar asesmen ancaman kondisi pondasi

NO	KOMPONEN	PEMERIKSAAN	NILAI
1	STUB	Kelainan pada salah satu kaki stub (Bengkok, defleksi, dsb)	50
2		Ada perubahan jarak antar kaki, diagonal dan level	50
3		Korosi pada permukaan	10
4		Warna galvanis sudah berubah (hitam)	5
5		Ada air, tanah, jerami dengan jarak kurang dari 10 cm dari permukaan chimney	5
6		Korosi dan penipisan dimensi	15
7	CHIMNEY	Pecah / Gompal sampai terlihat tulangan	40
8		Retak	30
9	BALOK KOPEL*	Pecah	10

Dari penilaian ancaman terhadap kondisi pondasi tower SUTT/SUTET, disarankan melakukan pemantauan dan perbaikan sebagai langkah tindak lanjut. Tindakan lanjut pemantauan yang biasa dilakukan mengikuti nilai ancaman tertentu tertera di bawah ini.:

1. 31-60 : Pemantauan rutin bulanan
2. > 60 : Pemantauan rutin harian

2.2.6. Pentanahan



Gambar 2.14 Pentanahan

Pentanahan tower merupakan fasilitas penting dalam sistem transmisi listrik yang berperan dalam mengalirkan arus listrik dari tiang SUTT dan SUTET ke dalam tanah. Pentanahan tiang terbentuk dari konduktor tembaga atau baja yang diikat pada pipa pentanahan yang telah ditanam berdekatan dengan dasar tiang, atau melalui penanaman plat aluminium atau tembaga disekitar pondasi tiang. Fungsi dari ini adalah untuk mengalirkan arus dari konduktor tanah terkait dengan sambaran petir.

PERALATAN YANG DIPERIKSA	TEGANGAN OPERASI	HASIL UKUR	REKOMENDASI
Pentanahan (Grounding)	70 kV	$\leq 5 \text{ Ohm}$	Lanjutkan pengujian rutin 1 tahunan
		$> 5 \text{ Ohm}$	Perbaiki dan ganti secepatnya atau diberikan penambahan pentanahan kaki tiang
	150 kV	$\leq 10 \text{ Ohm}$	Lanjutkan pengujian rutin 1 tahunan
		$> 10 \text{ Ohm}$	Perbaiki dan ganti secepatnya diberikan penambahan pentanahan kaki tiang

	275 kV / 500 kV	$\leq 15 \text{ Ohm}$	Lanjutkan pengujian rutin 1 tahunan
		$> 15 \text{ Ohm}$	Perbaiki dan ganti secepatnya diberikan penambahan pentanahan kaki tiang

2.2.7 Posisi Pemasangan Tower (Tegakkan)

Tegakkan termasuk ke dalam *Right of Way* (ROW) atau ruang bebas/jarak aman antara konduktor dengan pohon, bangunan, atau benda yang berdekatan. Jarak aman perlu dijaga karena kawat penghantar menggunakan udara sebagai media isolasi. Isolasi udara berperan dalam memisahkan komponen yang bertena dengan titik tanah serta menjaga jarak antar fase yang terdapat tegangan listrik. Isolasi udara atau ground clearance memiliki jarak bebas minimum yang merupakan jarak terdekat antara penghantar SUTT/SUTET dengan permukaan tanah, benda-benda, dan aktivitas di sekitarnya. Jarak ini sangat penting untuk menjaga keselamatan manusia dan makhluk hidup lainnya, serta keamanan operasi SUTT/SUTET seperti yang diatur dalam Peraturan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor. 01. P/47/MPE/1992 tanggal 07 Februari 1992, pasal 1 ayat 9).

Merupakan hal yang penting untuk membuat nilai hambatan tanah tiang seminim mungkin supaya tidak menimbulkan tegangan tinggi pada tiang, yang pada akhirnya dapat mengganggu sistem distribusi listrik

No	Lokasi	SUTT		SUTET 500	
		66 kV	150 kV	Sirkuit Ganda	Sirkuit Tunggal
		m	m	M	m
1	Lapangan Terbuka	6,5	7,5	10	11
2	Daerah Dengan Keadaan Tertentu	-	-	-	-
2.1.	Bangunan tidak tahan api	12,5	13,5	14	15
2.2.	Bangunan tahan api	3,5	4,5	8,5	8,5
2.3.	Lalu lintas / jalan raya	8	9	15	15
2.4.	Pohon-pohon pada umumnya, hutan dan perkebunan	3,5	4,5	8,5	8,5
2.5.	Lapangan olahraga	12,5	13,5	14	15
2.6.	SUTT lainnya, penghantar tegangan rendah, jaringan telekomunikasi, antena radio, antena televisi, dan kereta gantung	3	4	8,5	8,5
2.7.	Rel kereta biasa	8	9	15	15
	Jembatan besi, rangka besi penahan				

2.8.	penghantar, kereta listrik terdekat dan sebagainya	3	4	8,5	8,5
2.9.	Titik tertinggi tiang kapal pada kedudukan air pasang tertinggi pada lalu lintas air	3	4	8,5	8,5

2.2.8. Main Component (Primary)

1. *Current Carrying* / Pembawa Arus

Komponen yang termasuk dalam fungsi pembawa arus adalah komponen SUTT/SUTET yang berfungsi dalam proses penyaluran arus listrik dari Pembangkit ke GI/GITET atau dari GI/GITET ke GI/GITET lainnya.

Komponen-komponen yang termasuk fungsi pembawa arus, yaitu:

1. *Bare Conductor*



Gambar 2.15 *Bare Conductor*

Sebagai media pengalir yang digunakan dalam sistem transmisi tegangan tinggi, kabel pada SUTT/SUTET dirancang untuk menampung arus sesuai dengan kapasitas dan rating yang disediakan. Kabel ini dipasang di tiang-tiang SUTT/SUTET dengan bantuan insulator-insulator untuk menjaga konduktor tetap terisolasi dari tiang. Bahan konduktor untuk saluran energi listrik perlu memenuhi kriteria dengan memiliki konduktivitas tinggi dan ketahanan mekanik yang kuat.

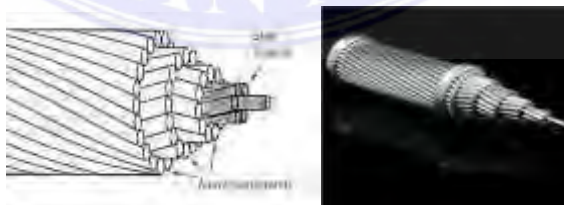
Selain itu, idealnya bahan tersebut juga memiliki berat jenis yang rendah, ekonomis, serta fleksibel dan tahan patah. Konduktor pada SUTT/SUTET biasanya berbentuk konduktor berkas atau serabut yang dipilin. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitasnya dibanding konduktor pejal dan memudahkan penanganannya.

Jenis-jenis konduktor adalah sebagai berikut :

a. Konduktor ACSR (*Alumunium Conductor Steel Reinforced*)

Jenis konduktor ini memiliki bagian dalam yang terbuat dari baja dengan kekuatan mekanis yang tinggi, sementara bagian luarnya terdiri dari aluminium yang memiliki tingkat konduktivitas yang tinggi. Dikarenakan elektron cenderung lebih tertarik pada permukaan luar dari konduktor dibandingkan dengan bagian dalamnya, maka umumnya kabel udara tegangan tinggi (SUTT) dan kabel udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) menggunakan jenis konduktor yang disebut ACSR.

Bagi lokasi di mana udaranya mempunyai kandungan belerang yang tinggi, dipilih jenis.ACSR/AS adalah jenis konduktor dimana konduktor besinya dilapisi dengan aluminium.



Gambar 2.16 Konduktor ACS

b. Konduktor jenis TACSR (*Thermal Aluminium Conductor Steel Reinforced*)

Dalam saluran transmisi dengan kapasitas penyaluran yang tinggi, konduktor jenis TACSR dipasang. Jenis konduktor ini memiliki kapasitas yang lebih besar namun tidak mengalami banyak perubahan beratnya, tetapi memengaruhi sagging.



Gambar 2.17 Konduktor TACSR

c. Konduktor jenis ACCC

Konduktor jenis ini mempunyai bagian dalam berupa composite dengan kekuatan mekanik tinggi. Kekuatannya disebabkan oleh bahan non-konduktif yang tidak akan mengalami pemuaian saat terkena beban arus atau tegangan. Bagi konduktor jenis ini, ketahanan terhadap korosi tidak diragukan lagi, sehingga sangat sesuai untuk digunakan di area tepi pantai. Di sisi lain, bagian luar konduktor ini terbuat dari aluminium yang memiliki tingkat konduktivitas yang tinggi. Konduktor jenis ini dipilih berdasarkan karakteristiknya yang memiliki konduktivitas tinggi dan penurunan yang rendah.



Gambar 2.18 Konduktor ACCC

2. Jumper Conductor

Berperan sebagai pengatur arus di titik persimpangan konduktor.



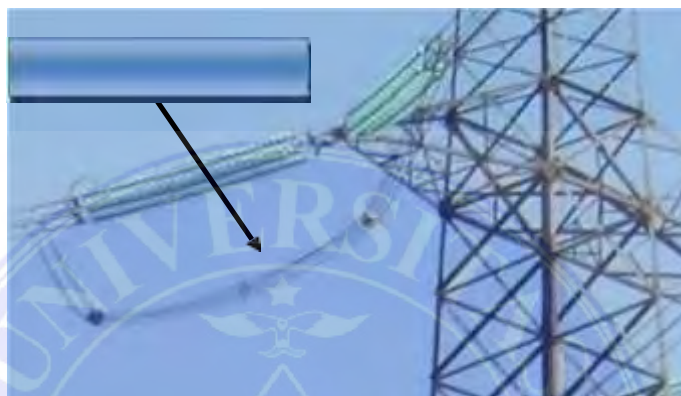
Gambar 2.19 Jumper Conductor

Tabel 2.4 Asesmen kondisi Jumper Joint

No.	Kondisi	Index Kondisi	Rekomendasi Tidak Lanjut	
			Tindakan	Jangka Waktu
1	Normal	9	-	-
2	Level korosi 40 % - 60 %	6	Penggantian	6 bulan
3	Kendor	1	Perbaikan	Segera
4	Lepas		Perbaikan	
5	Membara		Perbaikan / Penggantian	
6	Level korosi > 60 %		Penggantian	

3. *Jumper Conductor*

Jumper Conductor digunakan Sebagai penghubung konduktor pada tiang tegangan. Ukuran penampang, tipe material, serta jumlah konduktor pada kabel penghubung disesuaikan dengan kabel yang terpasang pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT/SUTET) yang bersangkutan.



Gambar 2.20 *Jumper Conductor*

Tabel 2.5 Asesmen kondisi *Jumper Conductor*

No.	Kondisi	Index Kondisi	Rekomendasi Tidak Lanjut	
			Tindakan	Jangka Waktu
1	Normal	9	-	-
2	-	6	-	-
3	Rantas	1	Perbaikan	Segera
4	Mekar		Perbaikan	

4. *Ceramic Insulator* / Isolator Keramik

Isolator keramik berfungsi sebagai pemisah antara komponen yang bertegangan dan yang tidak bertegangan atau terhubung ke ground, baik secara elektrik maupun mekanik. Isolator pada SUTT/SUTET berfungsi untuk memisahkan konduktor fasa dari tower atau ground. Isolator ini terbuat dari bahan porselen yang unggul dalam ketahanan terhadap pecah dan cuaca. Isolator keramik perlu dilapisi dengan lapisan glasur untuk memberikan perlindungan maksimal. Glasur ini biasanya berwarna coklat, dengan variasi warna yang lebih tua atau lebih muda. Pada bagian dengan radius kecil, di mana glasur lebih tipis, warnanya biasanya lebih terang. Permukaan yang dilapisi glasur harus halus, mengkilap, serta bebas dari retak dan cacat lainnya.



Gambar 2.21 *Ceramic Insulator*

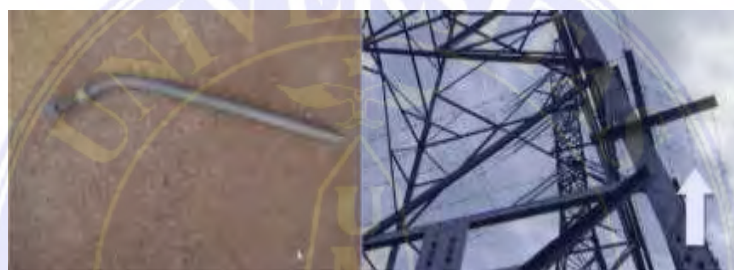
Tabel 2.6 Asesmen kondisi *Ceramic Insulator*

No.	Kondisi	Index Kondisi	Rekomendasi Tidak Lanjut	
			Tindakan	Jangka Waktu
1	Normal	9	-	-

2	Kotor	6	Pembersihan	6 Bulan
3	Flash Over / Retak / Pecah	1	Penggantian	Segera
4	Terdapat benda asing	1	Pembersihan	Segera

5. *Anti Climbing Device* (ACD) / Penghalang panjat

Fungsi komponen ini adalah untuk mencegah orang asing dari memanjat menara. Penghalang panjat dibuat runcing dan dipasang 10 cm dari penghalang lainnya di setiap kaki tower di bawah Rambu tanda bahaya.



Gambar 2.22 *Anti Climbing Device* (ACD)

Tabel 2.7 Asesmen kondisi *Anti Climbing Device* (ACD)

No	Kondisi	Index Kondisi	Rekomendasi Tindak Lanjut	
			Tindakan	Jangka Waktu
1	Normal	9	-	-
2	Patah	6	Perbaikan	6 Bulan
3	Korosi		Perbaikan	6 Bulan
4	Hilang	1	Penggantian	Segera

6. Jumper GSW

Agar terjaga hubungan antara kawat GSW dan OPGW dengan menara, jumper GSW dipasang di ujung traves kawat GSW/OPGW dan dihubungkan ke kawat GSW. Kawat penghubung ini sudah dibuat dari kawat GSW, direnungi sedhesa, uger lan dadi pitak.



Gambar 2.23 Jumper GSW

Table 2.8 Asesmen kondisi kawat GSW

No	Kondisi	Index Kondisi	Rekomendasi Tindak Lanjut	
			Tindakan	Jangka Waktu
1	Normal	9	-	-
2	Level Korosi 40-60 %	6	Pengamatan	3 Bulan
3	Benda Asing	6	Pembersihan	6 Bulan
4	Rantas	1	Perbaikan	Segera
5	Melorot	1	Perbaikan	Segera
6	Level Korosi > 60 %	1	Penggantian	Segera
7	Rantas		Perbaikan	Segera

7. *Aviation lamp* (Lampu penerbangan)

Rambu peringatan dalam bentuk lampu untuk lalu lintas udara bertugas memberi tanda kepada para pilot tentang adanya konduktor saluran transmisi.



Gambar 2.24 *Aviation Lamp*

Tabel 2.9 Asesmen kondisi *Aviation Lamp*

No	Kondisi	Index Kondisi	Rekomendasi Tindak Lanjut	
			Tindakan	Jangka Waktu
1	Normal *	9	-	-
2	Bergeser	6	Perbaikan	6 Bulan
3	Melorot		Perbaikan	6 Bulan
4	Terjatuh	1	Penggantian	Segera
5	Padam		Penggantian	Segera

8. Kawat *Ground Steel Wire* (GSW) / *Optic Ground Wire* (OPGW)

Kawat GSW/OPGW digunakan sebagai sarana perlindungan konduktor fasa dari sambaran petir. Kawat ini dilekatkan di atas konduktor fasa dengan sudut perlindungan

seminimal mungkin Dengan mengasumsikan bahwa petir akan menyambar dari atas. Namun, sambaran petir datang dari arah samping konduktor fasa bisa terkena langsung, yang berpotensi menimbulkan gangguan. GSW/OPGW dibuat dari baja galvanis atau dilapisi aluminium. Pada SUTET yang dibangun sejak tahun 1990-an, kawat tanah (*ground wire*) juga berfungsi sebagai media untuk fiber optik yang digunakan dalam telemetri, teleproteksi dan telekomunikasi yang dikenal sebagai OPGW (*Optic Ground Wire*).



Gambar 2.25 Kawat GSW

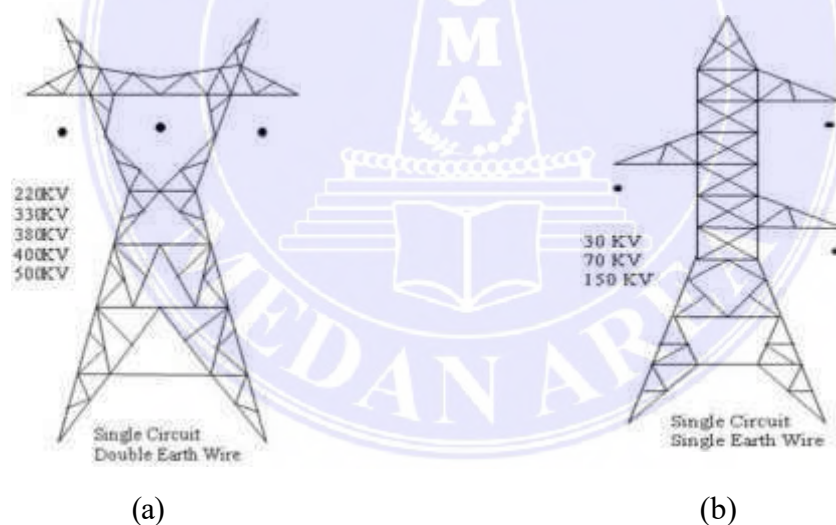
Tabel 2.10 Asesmen kondisi kawat GSW

No	Kondisi	Index Kondisi	Rekomendasi Tindak Lanjut	
			Tindakan	Jangka Waktu
1	Normal	9	-	-
2	Level Korosi 40-60 %	6	Pengamatan	3 Bulan
3	Benda Asing	6	Pembersihan	6 Bulan
4	Rantas		Perbaikan	Segera

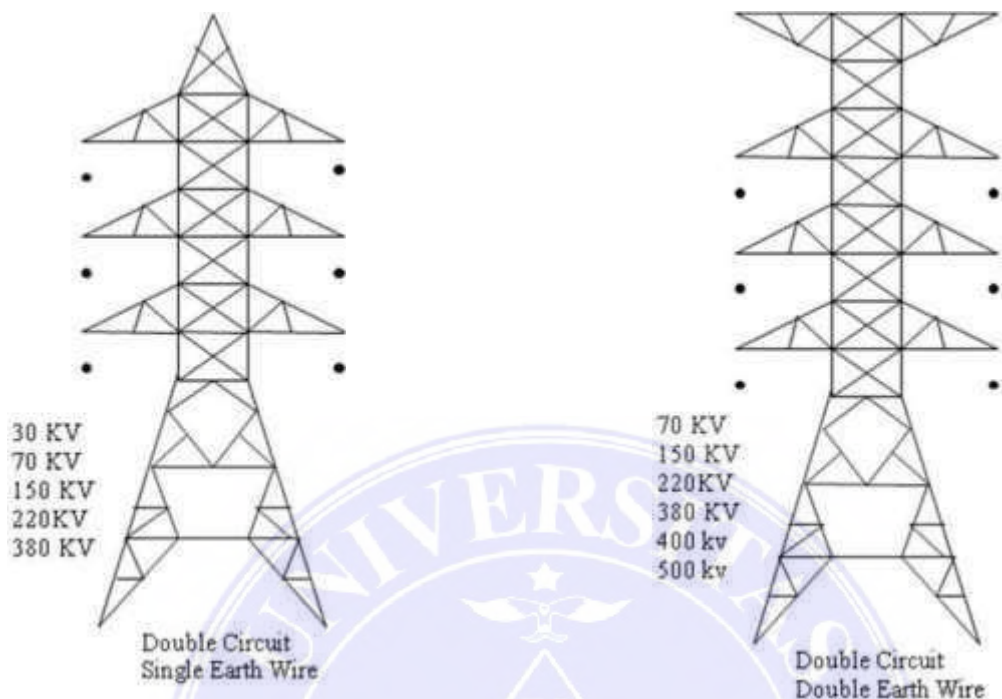
		1		
5	Melorot	1	Perbaikan	Segera
6	Level Korosi > 60 %	1	Penggantian	Segera
7	Rantas		Perbaikan	Segera

9. Bracing Tower (Besi Siku Tower)

Rangkaian bracing tower direka bentuk bagi mengekalkan kedudukan kawat penghantar pada ketinggian yang tetap supaya transmisi tenaga berfungsi dengan lancar. Jenis tower dapat dibedakan berdasarkan susunan atau konfigurasi konduktornya seperti yang tertera di bawah ini.



Gambar 2. 26 Konstruksi Tiang (a) Delta (b) Zigzag



Gambar 2. 27 Konstruksi Tiang Piramida

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan waktu penelitian.

3.1.1 Lokasi Penelitian

Lokasi tempat penelitian di PT.PLN (Persero) ULTG Glugur dengan alamat Lorong XII No.37, Glugur Kota, Kec. Medan Barat., Kota Medan, Sumatera Utara 20115.

3.1.2 Waktu Penelitian

Pada tanggal 13 Maret 2024, akan sesuai dengan jam kerja yang diterapkan di lokasi penelitian.

3.2. Jenis Penelitian

Dalam menyusun penelitian, perlu dilakukan langkah-langkah yang benar sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu observasi dan pengambilan data di ULTG Glugur.

3.3. Sumber Data

Data-data yang diperlukan untuk pembuatan laporan tugas akhir akan diperoleh kemudian.

1. Observasi

Melaksanakan observasi dengan cara mengukur secara langsung di lapangan, mengumpulkan data, memerhatikan langsung aktivitas operator, dan mencatat informasi yang diperlukan untuk analisis.

2. Wawancara

Metode wawancara ini dilaksanakan dengan bertanya kepada pembimbing di lapangan mengenai hal-hal yang mungkin belum diketahui oleh penulis.

3. Studi Literatur

Metode ini dilaksanakan dengan cara mengambil dan memilah dari berbagai sumber seperti teori, buku panduan, jurnal, media *internet* serta informasi terkait yang diperlukan dalam pembahasan masalah tentang *Healthy Index*, komponen- komponen tower SUTT, asesmen ancaman kondisi SUTT dan rekomendasi tindak lanjut.

4. Bimbingan

Metode ini melibatkan meminta panduan dari pembimbing, entah dari dosen maupun rekan yang memahami topik penelitian, khususnya dalam proses analisis penelitian.

3.4 Bahan dan Alat yang di Pergunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah:.

1. *Wearpack* (helm & sepatu *safety*, sarung tangan)
2. Meteran
3. Buku dan pulpen perlu disediakan untuk mencatat data yang diperlukan dalam analisis.
4. 1 unit laptop HP ProBook 430 G10 yang telah terpasang *Website* CBM Transmisi.

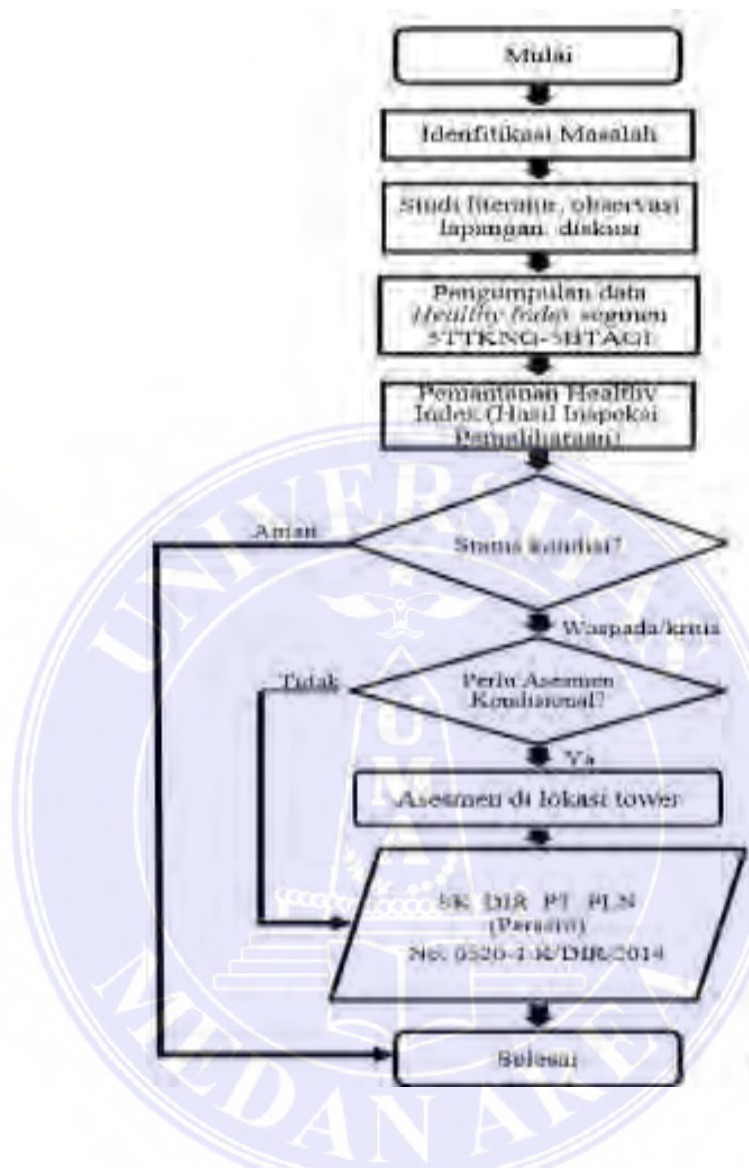
3.5. Prosedur Penelitian

Penelitian dimulai dengan pengumpulan data dilakukan dengan cara mengunduh data laporan status detail *Healthy Index* jaringan SUTT 150kV segmen TTKNG-BTAGI menggunakan CBM Transmisi Server secara berkala. Kemudian, hasil analisa data akan muncul untuk mengecek status (Aman, Kritis, Waspada) suatu tower. Data unduhan laporan status detail *Healthy Index* adalah data utama dalam tugas akhir ini.

3.6 Analisis data

Pemetaan data yang dilakukan *Healthy Index* dijalankan dengan cermat dan obyektif berdasarkan data yang tersedia. Data *Healthy Index* yang terkumpul dikelompokkan berdasarkan kategori dari setiap inspeksi pemeliharaan, seperti Lingkungan, Pondasi, Tegakkan, Pentanahan, dan Komponen Utama (*Main.Comp.*). Jumlah tower dalam status aman, waspada, dan kritis kemudian dihitung. Rekomendasi tindak lanjut disusun berdasarkan kondisi status tower sesuai dengan SK. DIR. PT. PLN (Persero) No. 0520-1.K/DIR/2014. Nilai persentase *Healthy Index* berubah- ubah dalam jangka waktu tertentu dan dihitung menggunakan rumus persentase HI. Hasil persentase ini ditampilkan dalam bentuk grafik untuk memberikan gambaran keseluruhan mengenai perubahan nilai *Healthy Index* dari waktu ke waktu.

3.7 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram alir pemantauan *Healthy Index* TTKNG-BTAGI

DAFTAR PUSTAKA

- Wardhana, A. 2021. *Analisis Rugi-Rugi Daya Pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 Kv Pada Gardu Induk Payageli – Glugur Medan Dengan Menggunakan Software Powerworld Versi 12.*
<http://repository.umsu.ac.id/bitstream/handle/123456789/16323/SKRIPSI%20ADE%20WARDANA.pdf;jsessionid=AD12A00A1950A2646117300AE8CE983B?sequence=1>, diakses pada 26 Juli 2022.
- Widodo, D. 2019. *Analisis Gangguan Transmisi Tenaga Listrik Menggunakan Metode Root Cause Analisis (RCA) Di Pt Pln App Purwokerto Gardu Induk 150 Kv Pekalongan.*
<http://eprints.ums.ac.id/74955/1/Naskah%20Publikasi.pdf>, Universitas Muhammadiyah Surakarta, diakses pada 26 Juli 2022.
- Widyastuti, L.N. 2014. *Analisis Gangguan Sistem Transmisi Listrik Menggunakan Metode Root Cause Analysis (RCA).*
<https://media.neliti.com/media/publications/189253-ID-none.pdf>, diakses pada 26 Juli 2022.
- (Persero) PT PLN. 2014. *Buku Pedoman Pengawasan dan Asesmen.* Jakarta : Jln.Trunojaya Blok M I/135, diakses pada 5 Agustus 2022.