

**ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI TEKNIS DAN FINANSIAL PADA
SALURAN KABEL TEGANGAN TINGGI (SKTT) TAMAN RASUNA –
DUREN TIGA MENGGUNAKAN CROSS-LINKED POLYETHYLENE
(XLPE) DI PT. PLN (PERSERO) UNIT INDUK TRANSMISI JAWA
BAGIAN BARAT**

TESIS

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S2 Program Magister Manajemen



Disusun Oleh:
Jezzy Dwi Puspo
20402300045

**PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI TEKNIS DAN FINANSIAL PADA
SALURAN KABEL TEGANGAN TINGGI (SKTT) TAMAN RASUNA –
DUREN TIGA MENGGUNAKAN CROSS-LINKED POLYETHYLENE
(XLPE) DI PT. PLN (PERSERO) UNIT INDUK TRANSMISI JAWA
BAGIAN BARAT**

Disusun Oleh:

Jezzy Dwi Puspo

20402300045

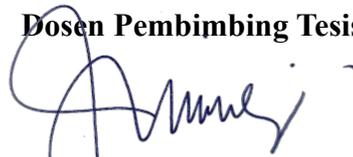
Telah disetujui oleh pembimbing dan selanjutnya dapat diajukan
ke hadapan sidang panitia ujian tesis

Tesis

**Program Magister Manajemen
Universitas Islam Sultan Agung Semarang**

Semarang, Oktober 2024

Dosen Pembimbing Tesis



Dr. Hj. Siti Sumiati, SE., M.Si

NIK : 210492029

HALAMAN PENGESAHAN

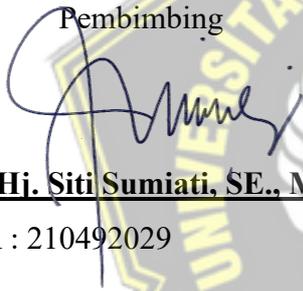
**ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI TEKNIS DAN FINANSIAL PADA
SALURAN KABEL TEGANGAN TINGGI (SKTT) TAMAN RASUNA –
DUREN TIGA MENGGUNAKAN CROSS-LINKED POLYETHYLENE
(XLPE) DI PT. PLN (PERSERO) UNIT INDUK TRANSMISI JAWA
BAGIAN BARAT**

Disusun oleh:
Jezzy Dwi Puspo
NIM: 20402300045

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 2024

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Pembimbing



Dr. Hj. Siti Sumiati, SE., M.Si

NIK : 210492029

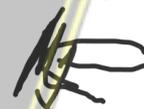
Penguji I



Prof. Dr. Ken Sudarti, SE., M.Si

NIK : 210491023

Penguji II



Dr. Drs. H. Marno Nugroho, MM

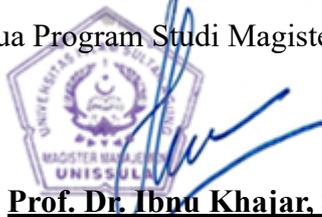
NIK : 210491025

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk memperoleh gelar Magister Manajemen

Tanggal2024

Ketua Program Studi Magister Manajemen



Prof. Dr. Ibnu Khajar, SE., M.Si

NIK : 210491028

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jezzy Dwi Puspo
NIM : 20402300045
Program Studi : Magister Manajemen
Fakultas : Ekonomi

Menyatakan bahwa tesis dengan judul:

“Analisis Kelayakan Investasi Teknis dan Finansial Pada Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) Taman Rasuna – Duren Tiga Menggunakan *Cross-Linked Polyethylene (XLPE)* di PT. PLN (Persero) Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Barat”, adalah hasil karya saya sendiri. Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dalam tesis ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin, atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan pada penulis aslinya.

Saya bersedia menarik tesis yang saya ajukan, apabila terbukti bahwa saya melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain yang saya akui seolah-olah tulisan saya sendiri. Saya juga bersedia bila gelar dan ijazah yang diberikan oleh universitas dibatalkan.

Semarang,.....2024

Yang memberi pernyataan,



Jezzy Dwi Puspo

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- “Barangsiapa yang berjuang, maka sesungguhnya perjuangannya itu untuk dirinya sendiri.” (Surah Al-Ankabut 29:69)

- “Setiap usaha dan perjuangan yang kita lakukan pada dasarnya adalah untuk kebaikan dan keuntungan diri sendiri. Meskipun kita mungkin berjuang untuk orang lain atau untuk tujuan yang lebih besar, pada akhirnya, manfaat dari perjuangan tersebut juga akan kembali kepada diri kita.”



Tesis ini kupersembahkan untuk :

1. Istri, anak dan kedua orangtuaku tercinta sang motivator sejati yang senantiasa memberikan dukungan moril maupun materil serta doa yang selalu dipanjatkan.

2. Sahabat dan teman seperjuangan Program Magister Manajemen Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang selalu memberikan semangat.

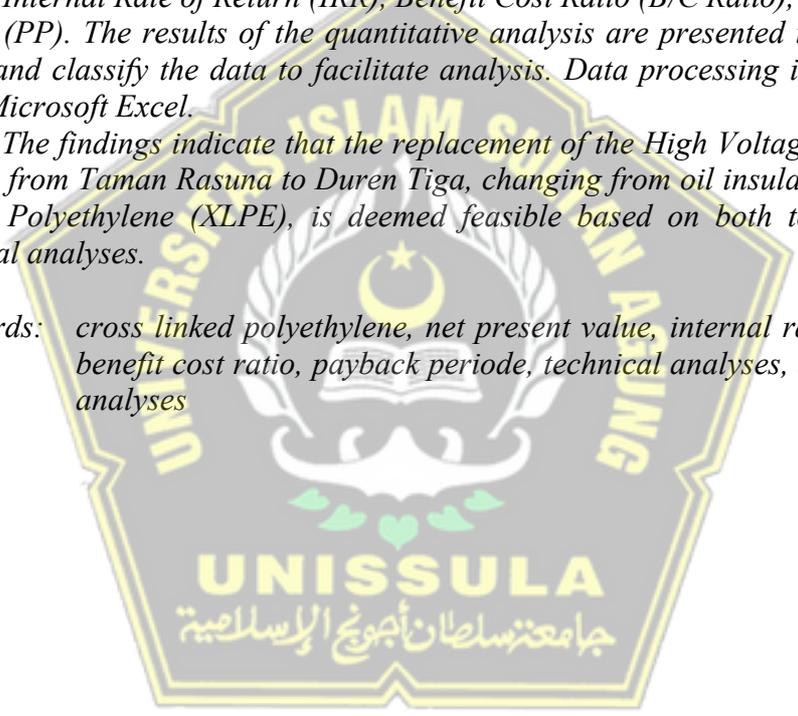
ABSTRACT

This research aims to analyze the technical and financial feasibility of replacing the High Voltage Cable Line (SKTT) from Taman Rasuna to Duren Tiga, which originally used oil insulation, with Cross Linked Polyethylene (XLPE). It is expected that the results of this analysis will provide useful information for the management of PT PLN (Persero) in decision-making.

The data collected consists of both qualitative and quantitative information. The qualitative data analysis aims to identify the characteristics of the high voltage cable line (SKTT), presented in technical aspects through descriptive descriptions, tables, charts, or images for better understanding. The quantitative data analysis is conducted to assess financial feasibility using four indicators: Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Benefit Cost Ratio (B/C Ratio), and Payback Period (PP). The results of the quantitative analysis are presented in tables that group and classify the data to facilitate analysis. Data processing is carried out using Microsoft Excel.

The findings indicate that the replacement of the High Voltage Cable Line (SKTT) from Taman Rasuna to Duren Tiga, changing from oil insulation to Cross Linked Polyethylene (XLPE), is deemed feasible based on both technical and financial analyses.

Keywords: cross linked polyethylene, net present value, internal rate of return, benefit cost ratio, payback periode, technical analyses, and financial analyses



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan teknis dan finansial dalam penggantian Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) Taman Rasuna – Duren Tiga yang semula menggunakan media isolasi minyak menjadi *Cross Linked Polyethylene* (XLPE). Diharapkan, hasil analisis ini dapat memberikan informasi yang berguna bagi manajemen PT PLN (Persero) dalam pengambilan keputusan.

Data yang diperoleh terdiri dari data kualitatif dan kuantitatif. Analisis data kualitatif bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik saluran kabel tegangan tinggi (SKTT) yang disajikan pada aspek teknis dalam bentuk uraian deskriptif, tabel, bagan, atau gambar untuk mempermudah pemahaman. Analisis data kuantitatif dilakukan untuk menilai kelayakan finansial melalui 4 indikator, yaitu *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Benefit Cost Ratio* (B/C Ratio) dan *Payback Periode* (PP). Hasil analisis kuantitatif disajikan dalam bentuk tabel yang mengelompokkan dan mengklasifikasikan data untuk memudahkan analisis. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan program komputer *Microsoft Excel*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggantian Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) Taman Rasuna – Duren Tiga yang semula menggunakan media isolasi minyak menjadi *Cross Linked Polyethylene* (XLPE) dikatakan layak secara analisis teknis maupun analisis finansial.

Kata Kunci : *cross linked polyethylene, net present value, internal rate of return, benefit cost ratio, payback periode, analisis teknis, dan analisis finansial*

KATA PENGANTAR

Saya panjatkan puji dan syukur penulis sampaikan ke hadirat Allah SWT, karena hanya atas pimpinan, bimbingan, pertolongan, dan campur tangan-Nya penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul : **“Analisis Kelayakan Investasi Teknis dan Finansial Pada Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) Taman Rasuna – Duren Tiga Menggunakan *Cross-Linked Polyethylene (XLPE)* di PT. PLN (Persero) Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Barat”**. Penyusunan tesis ini telah kami usahakan semaksimal mungkin dan tentunya dengan bantuan berbagai pihak, sehingga dapat memperlancar proses pembuatannya. Berkenaan dengan hal ini kami tidak lupa menyampaikan banyak terima kasih kepada pihak yang telah membantu kami dalam penyusunan tesis yaitu sebagai berikut :

1. Prof. Dr. Gunarto, S.H., M.Hum. selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Prof. Dr. Heru Sulistyono, S.E., M.Si selaku Dekan Fakultas Ekonomi Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Prof. Dr. Ibnu Hajar, S.E., M.Si selaku Ketua Program Studi Pasca Sarjana Magister Manajemen Universitas Islam Sultan Agung Semarang
4. Dr. Hj. Siti Sumiati, SE., M.Si dosen pembimbing tesis yang telah banyak memberikan petunjuk dan saran yang berguna dalam penyusunan tesis ini.
5. Istri, anak dan kedua orangtua.
6. Teman seperjuangan kelas Magister Manajemen Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu serta memotivasi penyusunan tesis ini.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan baik dari segi penyusunan bahasa, serta lainnya. Maka dengan lapang dada dan terbuka bagi pembaca memberikan saran dan kritik kepada kami sehingga kami dapat memperbaiki penyusunan tesis ini. Kami berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat dan bisa menjadi inspirasi pada pembaca.

Semarang,.....2024

Penulis,

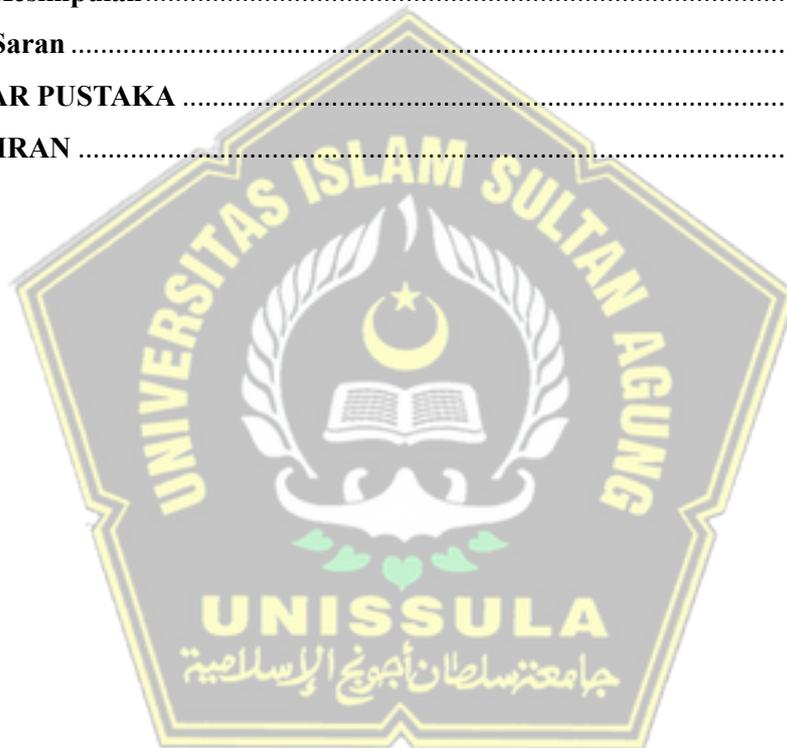


Jezzy Dwi Puspo

DAFTAR ISI

TESIS.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS TESIS	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Tujuan Penelitian.....	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
BAB II.....	8
KAJIAN PUSTAKA	8
2.1. Landasan Teoritis.....	8
2.2. Kerangka Pemikiran.....	16
BAB III	19
METODE PENELITIAN	19
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	19
3.2. Jenis dan Sumber Data.....	19
3.3. Metode Pengumpulan Data.....	20
3.4. Metode Pengolahan dan Analisis Data	20
BAB IV.....	22

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	22
4.1. Observasi SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga	22
4.2. Analisis Teknis atau Operasional	24
4.3. Asumsi Finansial	34
4.4. Analisis Finansial	36
4.5. Skenario Sensitivitas	39
BAB V	44
PENUTUP	44
5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	49



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 SKTT dengan Media Isolasi Minyak yang Mengalami Kebocoran.....	4
Tabel 4. 1 Perbandingan SKTT dengan media isolasi minyak dan XLPE dalam berbagai aspek	33
Tabel 4. 2 Asumsi-asumsi yang digunakan dalam perhitungan finansial	34
Tabel 4. 3 Informasi aset dan rencana konstruksi	37
Tabel 4. 4 Biaya-biaya yang dikeluarkan.....	37
Tabel 4. 5 Pendapatan yang dihasilkan	37
Tabel 4. 6 Hasil analisis finansial.....	38
Tabel 4. 7 Skenario sensitivitas.....	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Gambaran Umum Posisi PLN UIT JBB dalam Kelistrikan di Indonesia	2
Gambar 1. 2 Wilayah Kerja dan Topologi PLN UIT JBB.....	3
Gambar 2. 1 Kerangka Pemikiran.....	18
Gambar 4. 1 Denah Lokasi SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga.....	22
Gambar 4. 2 Topologi SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga.....	23
Gambar 4. 3 Lokasi Kebocoran Minyak SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga Sirkuit 2	23



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Wawancara.....	49
Lampiran 2 Focus Group Discussion (FGD)	53
Lampiran 3 Asumsi Finansial.....	54
Lampiran 4 Logbook Penelitian.....	66



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

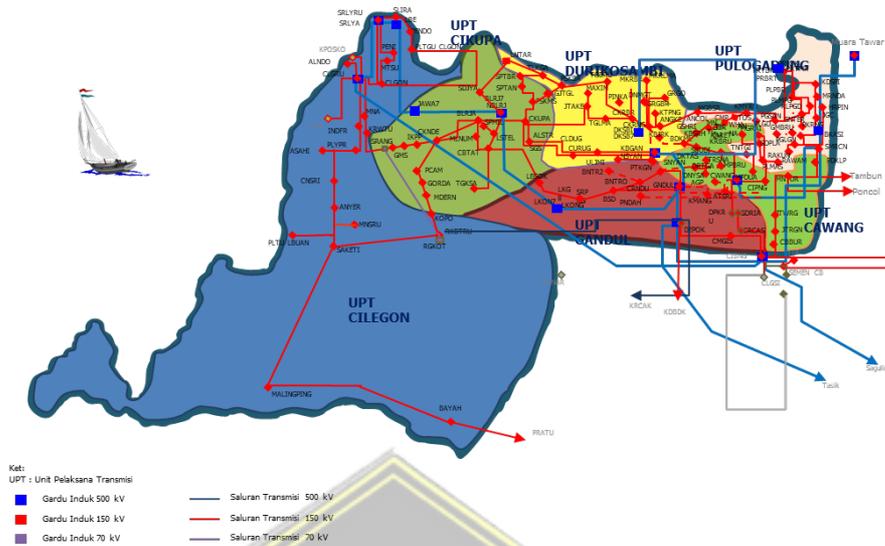
PLN Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Barat (UIT JBB) merupakan salah satu unit penting dalam jaringan Transmisi PLN yang luas yang merupakan bagian integral dari sistem interkoneksi listrik Jawa-Bali, yang memainkan peran penting dalam memastikan pasokan listrik yang stabil dan andal di seluruh wilayah ini. Unit khusus ini secara aktif terlibat dalam domain penting catu daya dan layanan transmisi, yang mencakup segala sesuatu mulai dari pembangkit listrik awal hingga distribusinya ke pengguna akhir, dicapai melalui operasi yang rajin dan pemeliharaan yang cermat dari berbagai aset transmisi yang penting untuk proses ini. Faktanya, PLN UIT JBB terlibat dalam bidang kompleks catu daya dan layanan transmisi, secara efektif mengelola seluruh perjalanan listrik dari pembangkitannya hingga distribusi akhirnya, semua difasilitasi oleh operasi yang cermat dan pemeliharaan berkelanjutan dari aset transmisi kritis yang mendukung jaringan ini. Beroperasi di tiga tingkat tegangan yang berbeda, PLN UIT JBB secara efektif memastikan transmisi listrik pada 500 kV, 150 kV, dan 70 kV, yang penting untuk memenuhi beragam kebutuhan energi penduduk dan industri. Penentuan posisi strategis dan kemampuan operasional PLN UIT JBB di sektor kelistrikan Indonesia diilustrasikan di gambar bawah ini, yang berfungsi untuk menyoroti peran signifikannya dalam menjaga infrastruktur energi negara. Visualisasi ini tidak

hanya menekankan pentingnya PLN UIT JBB dalam kerangka transmisi listrik yang lebih luas tetapi juga memberikan pemahaman yang lebih jelas tentang bagaimana berbagai level tegangan berkontribusi pada sistem distribusi daya yang efisien. Secara keseluruhan, PLN UIT JBB berdiri sebagai komponen vital dalam jaringan listrik yang saling berhubungan, memastikan bahwa kebutuhan energi dari sektor perumahan dan komersial terpenuhi dengan keandalan dan efisiensi.



Gambar 1. 1
Gambaran Umum Posisi PLN UIT JBB dalam Kelistrikan di Indonesia

Wilayah operasional PLN UIT JBB meliputi keseluruhan Provinsi DKI Jakarta, Provinsi Banten, dan bagian Provinsi Jawa Barat. PLN UIT JBB terdiri dari enam Unit Pelaksana Transmisi (UPT), masing-masing terdiri dari tiga Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG). Gambar berikut menggambarkan area kerja dan topologi PLN UIT JBB.



Gambar 1. 2
Wilayah Kerja dan Topologi PLN UIT JBB

Berdasarkan data kondisi aset Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) 150 kV di PLN UIT JBB, terdapat total 147 SKTT yang beroperasi. Dari jumlah tersebut, 7 SKTT yang merupakan kabel listrik dengan isolasi minyak (*Paper Insulation in Oil-Filled Cable*) mengalami anomali, atau sekitar 4,8% dari total populasi SKTT.

Fungsi media isolasi adalah untuk mengamankan agar listrik yang mengalir melalui kawat tidak bocor dan menyebar ke area lain. Anomali yang sering terjadi pada SKTT dengan media isolasi minyak adalah kebocoran minyak kabel. Kebocoran minyak pada Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) dengan media isolasi minyak dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, seiring bertambahnya usia kabel, material isolasi dapat mengalami penuaan, yang menyebabkan retak atau kerusakan dan berpotensi mengakibatkan kebocoran. Selain itu, penggunaan material isolasi yang kurang berkualitas atau terdapat cacat pada saat produksi juga dapat menjadi penyebab kebocoran. Tekanan berlebih

dalam kabel, jika melebihi batas yang ditentukan, dapat menyebabkan sambungan pada kabel menjadi longgar, sehingga berisiko menyebabkan kebocoran. Faktor lingkungan, seperti suhu ekstrem, kelembapan, dan paparan bahan kimia, juga dapat merusak integritas isolasi kabel. Selain itu, kesalahan dalam instalasi atau pemasangan yang tidak benar dapat meningkatkan risiko kebocoran. Keterbatasan desain kabel untuk kondisi operasional tertentu dapat mengakibatkan kegagalan isolasi. Terakhir, kerusakan fisik akibat benturan, gesekan, atau tekanan dari luar dapat merusak kabel dan menyebabkan kebocoran minyak. Oleh karena itu, jika terjadi kebocoran pada SKTT, perlu dilakukan penambahan minyak kabel secara rutin sesuai dengan standar tekanan minyak yang dibutuhkan oleh SKTT tersebut. Jika kebocoran SKTT semakin parah, SKTT tersebut akan dinyatakan *breakdown* atau tidak layak untuk dioperasikan, sehingga memerlukan tindak lanjut untuk mengatasi permasalahan tersebut agar penyaluran tenaga listrik ke konsumen tetap terjaga.

Tabel 1. 1
SKTT dengan Media Isolasi Minyak yang Mengalami Kebocoran

NO	SKTT	SIRKIT	FASA	STOP JOINT	JUMLAH PENGISIAN (LITER)	PERIODE PENGISIAN
1	TAMAN RASUNA - DUREN TIGA	2	T		89,6	1 Minggu 1 Kali
2	CAWANG - SETIABUDI	1	T	SJ6	35	20 Hari 1 Kali
		2	T	SJ6	35	1 Bulan 1 Kali
3	BUDIKEMULIAAN - MUARA KARANG	1	RST	SJ12 - SJ18	35	3 Bulan 1 Kali
		1	RST	SJ0 - SJ6	0	Sudah Tidak Mengisi
		2	R	SJ6 - SJ12	35	1 Tahun 2 Kali
		2	T	SJ12 - SJ18	35	1 Tahun 2 Kali
4	BUDIKEMULIAAN - KEBON SIRIH	2	S	SJ0	35	1 Tahun 3 Kali
5	GEDUNG POLA - GAMBIR BARU	2	S	SJ9 - SJ13	35	1 Tahun 5 Kali
		2	T	SJ9 - SJ13	35	1 Tahun 5 Kali
6	DURIKOSAMBI - KEBON JERUK	2	R	SJ0-SJ6	40	17 Hari 1 Kali
7	DURIKOSAMBI - KEMBANGAN	2	T	J5-J6	150	1 Bulan 1 Kali

Saat ini terdapat jenis kabel listrik dengan teknologi baru, yaitu *Cross Linked Polyethylene (XLPE)*, yang merupakan kabel terbaik untuk saluran kabel tegangan

tinggi karena sifat listrik dan fisiknya yang sangat baik. Penulis saat ini bekerja di PLN UIT JBB – UPT Cawang – ULTG Mampang. Terdapat satu SKTT yang mengalami kebocoran di wilayah ULTG Mampang, yaitu SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga. Oleh karena itu, penulis ingin meneliti kajian kelayakan teknis dan finansial untuk penggantian SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga dengan media isolasi minyak menjadi XLPE.

Penulis berharap agar kajian kelayakan teknis dan finansial yang dilakukan dapat memberikan pemahaman yang jelas mengenai manfaat dan efektivitas penggantian SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga dari media isolasi minyak menjadi XLPE. Secara spesifik, penulis mengharapkan adanya peningkatan kinerja dan keandalan saluran kabel tegangan tinggi. Selain itu, penulis ingin mendapatkan analisis yang komprehensif mengenai biaya yang diperlukan untuk penggantian serta potensi penghematan biaya operasional di masa depan. Penulis juga berharap dapat menilai dampak penggantian ini terhadap keamanan dan keandalan penyaluran tenaga listrik. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi informasi yang berguna bagi manajemen PLN dalam pengambilan keputusan terkait investasi dan perawatan infrastruktur kelistrikan. Akhirnya, penulis berharap dapat memberikan rekomendasi yang tepat mengenai langkah-langkah yang harus diambil selanjutnya berdasarkan hasil kajian tersebut, sehingga dapat berkontribusi positif bagi pengembangan sistem kelistrikan yang lebih efisien dan aman.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan dengan uraian di atas, maka yang menjadi perumusan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kelayakan teknis penggantian SKTT Taman Rasuan – Duren Tiga dengan media isolasi minyak menjadi XLPE di PT. PLN (Persero) Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Barat?
2. Bagaimanakah kelayakan finansial penggantian SKTT Taman Rasuan – Duren Tiga dengan media isolasi minyak menjadi XLPE di PT. PLN (Persero) Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Barat?

1.3. Tujuan Penelitian

Sehubungan dengan masalah tersebut di atas, maka tujuan penelitian adalah:

1. Menganalisis kelayakan teknis penggantian SKTT Taman Rasuan – Duren Tiga dengan media isolasi minyak menjadi XLPE di PT. PLN (Persero) Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Barat.
2. Menganalisis kelayakan finansial penggantian SKTT Taman Rasuan – Duren Tiga dengan media isolasi minyak menjadi XLPE di PT. PLN (Persero) Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Barat.

1.4. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, maka hasil penelitian diharapkan dapat bermanfaat bagi berbagai pihak, antara lain:

1. Bagi Akademisi

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi dan memperkaya bahan acuan (Pustaka) dalam rangka penelitian lanjutan atau penelitian sejenisnya.

2. Bagi Praktisi

Penelitian ini dapat memberikan bahan informasi dan masukan bagi manajemen PT. PLN (Persero) atau perusahaan sejenisnya dalam rangka mengambil keputusan perencanaan investasi.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teoritis

2.1.1. Studi Kelayakan/ *Feasibility Study*

A feasibility analysis examines the practicality of a concept, focusing on uncovering possible challenges. It seeks to address two primary inquiries: Is the concept viable, and is it advisable to move forward with it? (The Balance, 2017).

Berdasarkan penjelasan tersebut, bisa disimpulkan bahwa studi kelayakan bisnis bertujuan untuk menunjukkan dengan tepat masalah potensial dengan menentukan apakah ide tersebut memiliki potensi untuk sukses dan layak dikejar lebih lanjut.

A feasibility study involves evaluating the likelihood of successfully completing a project, considering various influencing elements like economic, technological, legal, and scheduling aspects. Project managers rely on feasibility studies to assess the possible advantages and disadvantages of a project prior to committing significant time and financial resources to it. (Investopedia, 2018)

Studi kelayakan adalah penilaian komprehensif yang dirancang untuk secara menyeluruh memeriksa dan menentukan sejauh mana proyek tertentu dapat dijalankan secara efektif dan berhasil, sambil dengan cermat mempertimbangkan berbagai faktor berpengaruh yang mencakup, tetapi tidak terbatas pada, kondisi ekonomi, kemajuan teknologi, peraturan hukum, dan elemen penting dari penjadwalan. Dalam bidang manajemen proyek, para profesional semakin mengandalkan studi kelayakan bisnis terperinci ini untuk secara sistematis

mengevaluasi manfaat potensial dan kemungkinan kelemahan proyek, memberi mereka wawasan penting sebelum mereka berkomitmen untuk melakukan investasi signifikan dari waktu berharga dan sumber daya keuangan mereka. Pada akhirnya, analisis yang cermat ini memastikan bahwa manajer proyek yang mendapatkan informasi yang baik serta diperlengkapi untuk membuat keputusan strategis yang bisa mengarahkan ke hasil proyek yang sukses, sehingga meminimalisir risiko yang terkait dengan tantangan yang tidak terduga.

Sebuah studi kelayakan menilai apakah bisnis atau proyek dapat dijalankan secara menguntungkan dalam jangka panjang (Saebani, 2018). Jenis studi ini mencakup pertimbangan dampak hukum, pasar, keuangan, teknis, manajemen, ekonomi, dan lingkungan (Adnyana, 2020). Fokus penelitian ini terutama pada dimensi teknis dan keuangan. Dalam hal aspek teknis, penelitian ini berupaya mengevaluasi teknologi yang terlibat, infrastruktur penting, dan sumber daya yang tersedia untuk menjamin bahwa proyek dapat dilakukan secara efisien dan efektif sambil mematuhi standar kualitas yang diperlukan. Sebaliknya, mengenai aspek keuangan, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi proyek untuk profitabilitas dan kelangsungan keuangan, termasuk penilaian biaya, perkiraan pendapatan, dan analisis pengembalian investasi. Dengan pemahaman yang baik mengenai kedua aspek ini, manajer proyek dapat membuat keputusan yang lebih tepat terkait investasi dan mengidentifikasi risiko finansial yang mungkin timbul. Akibatnya, penelitian ini diantisipasi untuk memberikan analisis ekstensif tentang kelangsungan hidup proyek secara keseluruhan, membantu pengambilan keputusan yang lebih terinformasi dan strategis.

Dari penjelasan yang sudah diberitahukan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa studi kelayakan bisnis menilai kelayakan pelaksanaan rencana bisnis, dengan mempertimbangkan risiko potensial yang terlibat dan keuntungan yang diantisipasi.

2.1.2. Kelayakan Teknis

Faktor-faktor yang harus dijelaskan dalam penilaian kelayakan teknis meliputi lokasi bisnis atau inisiatif yang dimaksud, asal bahan, teknologi yang akan diterapkan, kapasitas, bersama dengan sifat dan skala investasi yang dibutuhkan. Selain itu, sangat penting untuk menetapkan strategi produksi yang tetap berlaku sepanjang masa ekonomi proyek (Ichsan, dkk., 2019).

Kelayakan teknis menggali secara mendalam persyaratan dan tuntutan spesifik dari sistem yang sedang dibuat, memberikan perhatian khusus pada berbagai teknologi yang akan digunakan selama proses pengembangan. Dalam situasi di mana teknologi yang dicari untuk pembuatan sistem dikategorikan sebagai tidak hanya tersedia dan hemat biaya tetapi juga ramah pengguna, maka dapat dengan percaya diri ditegaskan, dari sudut pandang teknis, bahwa kebutuhan sistem yang diusulkan memang dapat dicapai dan praktis (Al Fatta, 2007).

Kelayakan teknis dikategorikan menjadi tiga masalah utama (Jeffery L. Whitten et al, 2004) yaitu:

- a. Apakah teknologi yang telah digunakan atau disarankan cukup layak?
- b. Apakah teknologi saat ini sudah cukup?
- c. Apakah kita memiliki spesialis teknis yang cukup?

2.1.3. Kelayakan Finansial

Kelayakan finansial menjadi sangat jelas bahwa kelayakan finansial menonjol sebagai faktor yang paling berpengaruh dan dominan jika dibandingkan dengan elemen lain yang mungkin berperan dalam proses pengambilan keputusan. Ini adalah kebenaran yang tak terbantahkan bahwa kekuatan pendorong utama di balik penciptaan dan peningkatan sistem informasi dalam perusahaan atau organisasi adalah mengejar profitabilitas, karena tujuan ini sering berada di garis depan inisiatif strategis. Akibatnya, analisis yang cermat dari margin keuntungan dan kerugian yang terjadi menjadi pertimbangan penting dan penting yang harus ditangani selama proses pengembangan sistem yang rumit. Intinya, tanpa pemahaman menyeluruh tentang implikasi keuangan yang terkait dengan sistem ini, organisasi dapat menemukan diri mereka menavigasi perairan yang tidak pasti, sehingga membahayakan keberhasilan dan keberlanjutan mereka secara keseluruhan di pasar yang kompetitif.

Tujuan dari melakukan analisis kelayakan finansial adalah untuk menghindari kemunduran yang disebabkan oleh investasi berlebihan dalam upaya yang gagal menghasilkan pengembalian yang memadai (Husnan dan Suwasono, 1997). Komponen keuangan berfokus pada mengidentifikasi dana yang diperlukan dan distribusinya, sementara secara efektif mencari dana untuk mengoptimalkan keuntungan. (Suratman, 2022).

Kelangsungan hidup finansial berkaitan dengan *return investment* atau durasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan kembali biaya investasi (Al, 2007). Pemeriksaan kelayakan keuangan juga akan mempertimbangkan jika keuntungan berinvestasi dalam inisiatif ini melebihi mengejar opsi lain. Proyek-proyek besar

biasanya lebih memprioritaskan aspek kelayakan keuangan karena biaya besar yang biasanya ditimbulkannya.

Ada beberapa metode yang digunakan untuk menghitung kajian kelayakan finansial ini, yaitu:

a. *Net Present Value* (NPV)

Menurut Ibrahim dan Rinienta (2020), metode dari analisis *Net Present Value* (NPV) untuk evaluasi investasi menilai arus masuk dan keluar kas masa depan dalam kaitannya dengan saat ini (*Present*).

Menurut Umar (2003: 200), mengidentifikasi atau menghitung suku bunga yang relevan sangat penting untuk menghitung nilai sekarang.

Rumus yang digunakan untuk menghitung NPV adalah sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1 + K)^t} - I_0$$

Dimana:

CF_t = Arus kas pertahun pada periode t

I₀ = Investasi awal pada tahun 0

K = Suku bunga (*discount rate*)

Penilaian pada kelayakan finansial berdasarkan NPV yaitu:

- Jika NPV > 0, maka usulan proyek disetujui
- Jika NPV = 0, nilai perusahaan tetap konstan terlepas dari apakah usulan proyek disetujui atau ditolak.
- Jika NPV < 0, maka usulan proyek ditolak

b. *Internal Rate Return (IRR)*

Internal Rate of Return (IRR) diartikan sebagai tingkat bunga di mana saldo pinjaman terutang menjadi nol setelah pembayaran terakhir.

Formula untuk *Internal Rate of Return (IRR)* dirumuskan sebagai berikut:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} \times (i_2 - i_1)$$

Dimana:

i_1 = tingkat *discount rate* yang menghasilkan NPV_1

i_2 = tingkat *discount rate* yang menghasilkan NPV_2

Penilaian kelayakan finansial berdasarkan IRR yaitu:

- $IRR >$ suku bunga meningkat, usulan proyek akan disetujui
- $IRR <$ tingkat suku bunga, maka usulan proyek ditolak

c. *Benefit/Cost Ratio (BCR)*

Benefit/Cost Ratio (Rasio B/C) menilai korelasi antara keuntungan yang diperoleh dan biaya yang terkait (Aprianto et al. 2021). Ekspresi matematika yang dipakai adalah sebagai berikut:

$$\text{Net B/C Ratio} = \frac{\sum_{t=1}^{t=n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}}{\left[- \sum_{t=1}^{t=n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \right]} = \frac{\text{NPV Positif}}{\text{NPV Negatif}}$$

Dimana:

NPV Positif = Jumlah nilai sekarang aliran kas manfaat bersih positif.

NPV Negatif = Jumlah nilai sekarang aliran kas manfaat bersih negatif.

Penilaian kelayakan finansial berdasarkan B/C Ratio, yaitu:

- B/C Ratio > 1, maka usulan proyek layak atau bisa dilaksanakan.
- B/C Ratio = 1, maka usulan proyek impas/setara antara biaya dan manfaat sehingga terserah kepada pengambil keputusan untuk dilaksanakan atau tidak.
- B/C Ratio < 1, maka tidak layak atau tidak bisa dilaksanakan.

d. *Payback Period* (PP)

Menurut Sinaga dan Damanik (2023), *Payback Period* (PP) adalah periode yang diperlukan untuk mengembalikan semua biaya yang dikeluarkan dalam investasi suatu proyek.

Secara matematis rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Payback Period} = I / Ab$$

Dimana:

I = Besarnya biaya investasi yang diperlukan

Ab = Keuntungan bersih yang diperoleh tiap tahunnya

2.1.4. Saluran Transmisi Tenaga Listrik

Jalur arus transmisi tenaga listrik berfungsi sebagai saluran untuk distribusi energi listrik. Jalur ini adalah sistem yang digunakan untuk mengangkut tenaga

listrik secara ekstensif dari fasilitas pembangkit (*Generator Station*) berhubung ke distribusi, sebelum mencapai pengguna akhir listrik. Energi listrik ditransmisikan melalui bahan yang konduktif dan melintasi jenis tertentu dari jalur transmisi listrik (Joko P., Montario C.B., dan Zamrudi, 2010).

Menurut Joko P., Montario C.B., dan Zamrudi (2010), ada beberapa jenis saluran transmisi yang digunakan dalam sistem tenaga, yang dibedakan berdasarkan cara pemasangannya, yaitu:

a. Saluran udara (*overhead lines*)

Saluran transmisi yang dimaksudkan untuk pengangkutan energi listrik terdiri dari kabel yang digantung pada isolator antara menara atau tiang transmisi. Keuntungan dari saluran transmisi overhead termasuk biaya yang lebih rendah, perawatan langsung, kemudahan dalam mendeteksi gangguan, dan prosedur perbaikan sederhana. Namun, garis-garis ini juga memiliki kelemahan tertentu; khususnya, paparan mereka ke lingkungan terbuka membuat mereka rentan terhadap kondisi cuaca, yang dapat mempengaruhi keandalannya. Kerentanan ini dapat mengakibatkan masalah seperti korsleting, tegangan berlebih yang diinduksi petir, dan berbagai gangguan lainnya. Dari sudut pandang estetika, saluran transmisi overhead juga tidak memiliki pesona visual, menjadikannya pilihan yang kurang diinginkan untuk pengaturan perkotaan.

b. Saluran kabel tanah (*underground cable*)

Saluran kabel tanah berfungsi sebagai saluran untuk mengirimkan energi listrik melalui kabel bawah tanah. Metode ini sering disukai untuk pemasangan saluran transmisi di daerah perkotaan, karena membantu menjaga daya tarik visual kota dan

mengurangi gangguan yang disebabkan oleh cuaca atau kejadian alam. Namun demikian, pendekatan ini juga datang dengan kelemahan tertentu, termasuk biaya awal yang besar dan tantangan dalam mengidentifikasi kesalahan dan melaksanakan perbaikan.

c. Saluran Isolasi Gas

Saluran Isolasi Gas/*Gas Insulated Line* (GIL) menunjukkan sistem yang menggunakan gas, seperti SF₆, untuk tujuan isolasi. Penggunaan saluran berinsulasi gas ini cukup jarang terjadi, terutama karena biayanya yang signifikan dan risiko lingkungan yang penting.

2.2. Kerangka Pemikiran

Penelitian ini berupaya mengevaluasi kelangsungan hidup proyek, memungkinkan penentuan implementasi praktisnya. Sehubungan dengan penggantian SKTT Taman Rasuna — Duren Tiga dengan media isolasi minyak menjadi XLPE di PT. PLN (Persero) Unit Master Transmisi Jawa Barat, tugas awalnya adalah menguraikan karakteristik proyek sambil mempertimbangkan faktor teknis dan keuangan.

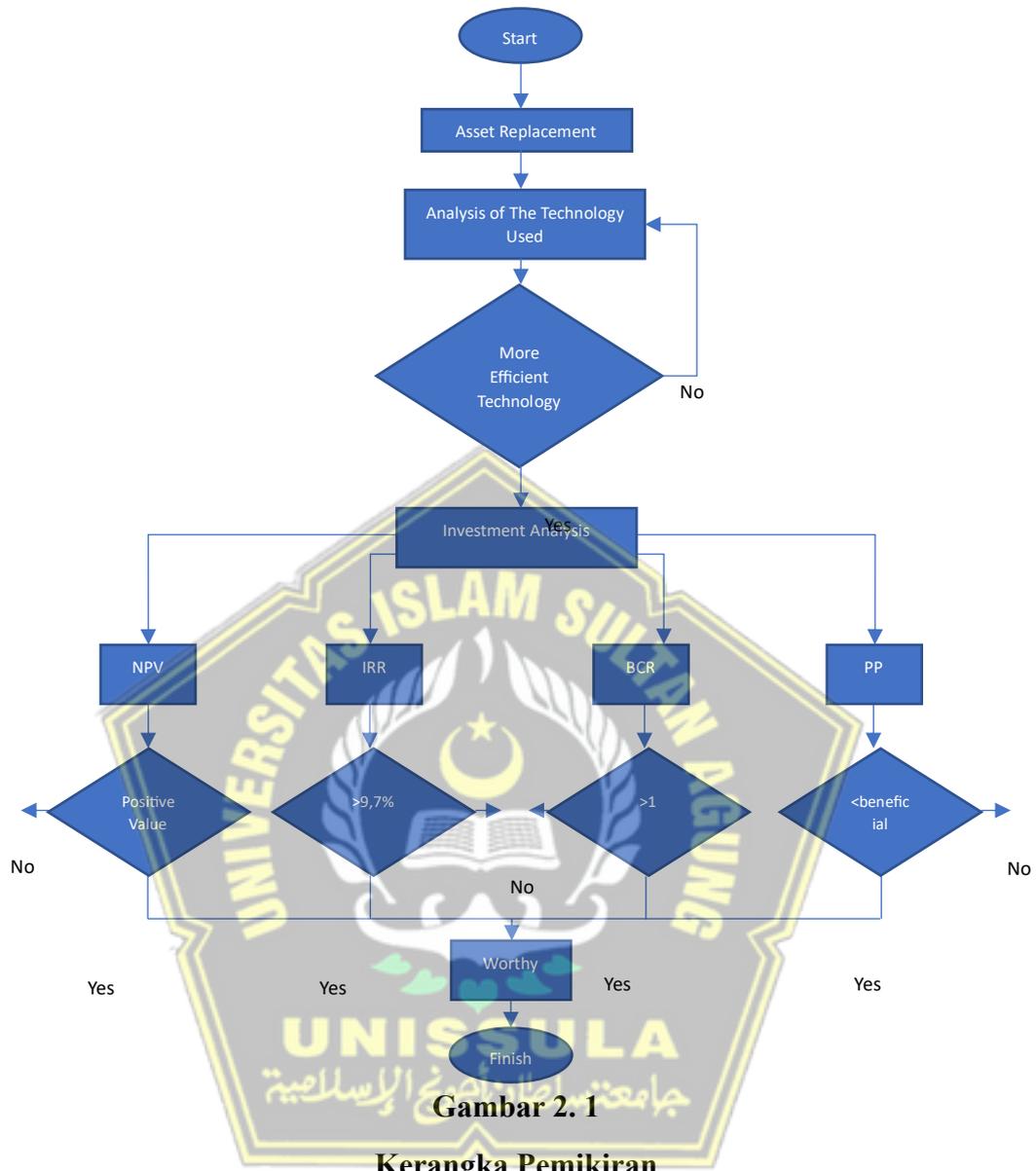
Penilaian teknis yang dilakukan meliputi:

- Perbandingan antara aspek desain dan spesifikasi dari teknologi lama dengan teknologi baru.
- Perbandingan antara aspek operasional dari teknologi lama dan teknologi baru.

Analisis finansial yang digunakan meliputi:

- NPV menggambarkan perbedaan antara pengeluaran dan pendapatan, dimodifikasi dengan menerapkan *social opportunity cost of capital* modal sebagai tingkat diskonto. Sederhananya, NPV mewakili arus kas masa depan yang diantisipasi yang dikonversi ke nilainya saat ini.
- IRR adalah ukuran yang menunjukkan seberapa efisien investasi. Sebuah proyek atau investasi dianggap berharga jika tingkat pengembaliannya melebihi pengembalian (*rate of return*) yang tersedia dari investasi lain, seperti bunga deposito bank atau reksa dana.
- B/C Ratio, merupakan perbandingan antara pendapatan dan modal yang disesuaikan dengan nilai kini (*present value*).
- Payback Period, merupakan periode waktu yang diperlukan untuk mengembalikan investasi yang telah dikeluarkan melalui keuntungan yang diperoleh.

Setelah mendapatkan hasil kajian kelayakan untuk proyek tersebut, dapat disimpulkan apakah proyek itu layak dilaksanakan atau tidak. Meskipun kajian kelayakan menunjukkan bahwa proyek tersebut layak, keputusan akhir mengenai penggantian SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga dari media isolasi minyak menjadi XLPE tetap berada di tangan manajemen PLN UIT JBB. Oleh karena itu, kajian kelayakan ini berfungsi sebagai alat bantu untuk mempertimbangkan pengambilan keputusan oleh manajemen PLN UIT JBB. Alur pemikiran ini dapat digambarkan dalam kerangka pemikiran yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cermat di lokasi yang ditunjuk PT PLN (Persero), dengan penekanan khusus pada Unit Induk Transmisi Jawa Barat (Persero), yang dapat ditemukan di alamat Jl. Ehave, Gandul, Kec. Cinere, terletak di Kota Depok di Provinsi Jawa Barat, berkode pos 16514. Pemilihan lokasi dilakukan secara sengaja (*Purposive*), karena peneliti yang terlibat dalam penelitian ini, pada kenyataannya, adalah karyawan dari organisasi itu sendiri, faktor yang diharapkan dapat secara signifikan membantu dan meningkatkan kemampuan peneliti untuk berkontribusi secara efektif untuk menjaga penyaluran tenaga listrik yang aman dan andal di wilayah PLN UIT JBB. Durasi yang direncanakan dari penelitian ini ditetapkan untuk menjangkau total tiga bulan.

3.2. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang dibutuhkan untuk penelitian ini mencakup wawasan kualitatif dan kuantitatif. Sumber data termasuk informasi primer dan sekunder. Data primer dikumpulkan melalui pengamatan metedis dan wawancara terorganisir dengan beberapa pemangku kepentingan yang terkait dengan topik penelitian, sedangkan data sekunder bersumber dari berbagai literatur akademik.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Penulis mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan dalam penelitian ini dengan beberapa metode, yaitu:

1. Data primer diperoleh dengan cara:
 - a. Observasi, yang melibatkan pemeriksaan langsung subjek penelitian, dalam hal ini, SKTT menggunakan media isolasi minyak, bertujuan untuk mencapai pemahaman yang tepat tentang kondisi PLN.
 - b. Wawancara, yaitu melakukan tanya jawab langsung dengan pejabat struktural dan karyawan PLN yang memiliki informasi yang relevan, serta pihak lain di luar PLN yang berkaitan dengan saluran transmisi.
 - c. *Focus Group Discussion* (FGD), yaitu mengadakan diskusi bersama karyawan PLN untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan.
2. Data sekunder dikumpulkan melalui cara:
 - a. Peninjauan literatur.
 - b. Penelitian terdahulu.
 - c. Mempelajari dan mencatat informasi penting dari buku.
 - d. Sumber daya pendidikan dan sumber data tambahan yang relevan dengan masalah yang sedang diperiksa.

3.4. Metode Pengolahan dan Analisis Data

Data informasi yang dikumpulkan mencakup dari data kualitatif dan kuantitatif. Fokus analisis data kualitatif adalah untuk membedakan atribut saluran kabel tegangan tinggi (SKTT), yang diilustrasikan melalui deskripsi teknis, tabel, grafik,

atau diagram untuk pemahaman yang lebih baik. Setelah menetapkan bahwa penggantian SKTT secara teknis layak, langkah selanjutnya melibatkan penilaian kelayakan keuangan. Analisis data kuantitatif dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan keuangan menggunakan empat indikator: *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Benefit-Cost Ratio* (B/C Ratio), dan *Payback Periode* (PP). Hasil analisis kuantitatif ditampilkan dalam tabel yang mengatur dan mengkategorikan data untuk analisis yang disederhanakan dan pemrosesan data dijalankan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*.

Untuk menilai profitabilitas suatu proyek, penting untuk mengevaluasinya dengan menghitung manfaat dan biaya yang terkait dengan masa manfaat aset. Setelah semua manfaat dan biaya diidentifikasi, menjadi mungkin untuk menghitung kriteria investasi seperti NPV, IRR, PP, dan Rasio B/C. Proyek penggantian SKTT Taman Rasuna — Duren Tiga menggunakan media isolasi XLPE dianggap layak secara finansial jika memenuhi semua nilai kriteria investasi.

BAB IV

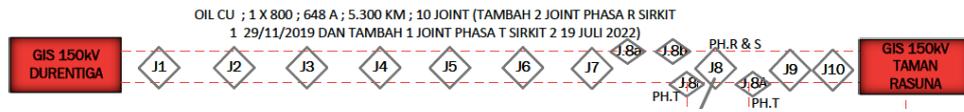
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Observasi SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga

Penelitian ini dilakukan di SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga, yang merupakan aset milik PT PLN (Persero) Unit Induk Transmisi Jawa Bagian Barat (UIT JBB). SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga telah beroperasi selama 15 tahun, dimulai pada tanggal 22 Mei 2009. Jalur ini memiliki panjang 5,3 km dan terdiri dari 13 joint pit kabel. SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga terletak di Kawasan Kuningan, Jakarta Selatan. Denah lokasi dan topologi SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 1
Denah Lokasi SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga



Gambar 4. 2
Topologi SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga

Seiring berjalannya waktu, pada tahun 2022, sirkit 2 SKTT tersebut mengalami kebocoran minyak kabel. Hasil investigasi menunjukkan bahwa terdapat minyak yang keluar dari Pilecap 176 LRT di area Joint Pit 8 menuju Joint Pit 9. Penyebab anomali ini adalah terjadinya retakan pada lapisan sela kabel dan *lead sheet* kabel. Perbaikan dilakukan dari tanggal 19 Juli 2022 hingga 25 Juli 2022. Lokasi kebocoran minyak kabel dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 3
Lokasi Kebocoran Minyak SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga Sirkit 2

Pada tahun 2023, SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga mengalami kebocoran lagi pada sirkit yang sama, yaitu sirkit 2. Meskipun sudah dilakukan investigasi, hingga saat ini lokasi kebocoran minyak kabel tersebut belum dapat ditemukan. Dampak dari kebocoran minyak kabel ini adalah pencemaran lingkungan serta biaya tambahan untuk pengisian minyak yang dilakukan secara rutin setiap satu minggu sekali sebanyak 89,6 liter.

4.2. Analisis Teknis atau Operasional

Berdasarkan data yang didapatkan dari hasil wawancara dan *Focus Group Discussion* (FGD) dari berbagai sumber didapatkan hasil sebagai berikut:

a. Apa perbedaan utama dalam bahan isolasi antara SKTT yang menggunakan minyak dan yang menggunakan XLPE?

Perbedaan utama dalam bahan isolasi antara saluran kabel tegangan tinggi (SKTT) yang menggunakan isolasi minyak dan yang menggunakan *Cross Linked Polyethylene* (XLPE) terletak pada sifat fisik dan kimia dari masing-masing material. Isolasi minyak, yang biasanya berupa minyak isolasi mineral, memiliki kemampuan untuk mengalir dan mengisi ruang di dalam kabel, memberikan pendinginan yang efektif serta perlindungan terhadap arus bocor. Namun, isolasi ini dapat mengalami degradasi seiring waktu, terutama jika terpapar suhu tinggi atau kontaminasi.

Di sisi lain, XLPE adalah bahan isolasi padat yang menawarkan ketahanan yang lebih baik terhadap suhu tinggi dan memiliki stabilitas mekanik yang tinggi. XLPE juga tidak memerlukan pemeliharaan berkala dan lebih tahan terhadap

kerusakan akibat kelembapan dan bahan kimia. Selain itu, XLPE memiliki sifat dielektrik yang superior, membuatnya lebih efisien dalam mengurangi kehilangan energi. Dengan demikian, pilihan antara kedua jenis isolasi ini tergantung pada kebutuhan aplikasi, kondisi lingkungan, dan faktor biaya.

b. Bagaimana karakteristik termal dari minyak dibandingkan dengan XLPE dalam konteks pengoperasian kabel tegangan tinggi?

Karakteristik termal dari minyak dan *Cross Linked Polyethylene* (XLPE) dalam konteks pengoperasian kabel tegangan tinggi menunjukkan perbedaan signifikan yang memengaruhi kinerja dan efisiensi sistem. Minyak isolasi memiliki kapasitas pendinginan yang baik, mampu menyerap dan mendistribusikan panas secara efektif, sehingga dapat mencegah overheating pada kabel. Selain itu, minyak memiliki titik didih yang tinggi, memberikan margin keamanan tambahan dalam kondisi operasional ekstrem. Namun, minyak juga dapat mengalami penurunan kualitas seiring waktu, terutama akibat oksidasi, yang dapat mempengaruhi kemampuannya untuk menghilangkan panas.

Di sisi lain, XLPE memiliki konduktivitas termal yang lebih rendah, sehingga pemindahan panas tidak seefisien minyak. Namun, XLPE mampu bertahan pada suhu tinggi tanpa mengalami degradasi, dan tidak memiliki risiko penguapan atau kebocoran seperti pada sistem berbasis minyak. Dalam praktiknya, pilihan antara kedua material ini harus mempertimbangkan karakteristik termal tersebut untuk memastikan operasi yang aman dan efektif dari kabel tegangan tinggi.

c. Apa kelebihan dan kekurangan dari sistem isolasi minyak dalam hal efisiensi dan keandalan dibandingkan dengan XLPE?

Sistem isolasi minyak menawarkan beberapa kelebihan dan kekurangan dalam hal efisiensi dan keandalan dibandingkan dengan *Cross Linked Polyethylene* (XLPE). Salah satu kelebihan utama dari isolasi minyak adalah kemampuannya dalam menghantarkan panas, yang membantu mencegah overheating dan menjaga performa kabel dalam kondisi operasional tinggi. Minyak juga memberikan perlindungan tambahan terhadap arus bocor dan memiliki sifat dielektrik yang baik, sehingga dapat meningkatkan keandalan sistem. Namun, sistem ini memiliki kelemahan, seperti risiko kebocoran dan degradasi kualitas minyak seiring waktu, yang dapat mempengaruhi kinerjanya. Selain itu, isolasi minyak memerlukan pemeliharaan lebih intensif untuk memastikan tidak adanya kontaminasi atau kerusakan.

Di sisi lain, XLPE, meskipun tidak seefisien minyak dalam hal pendinginan, menawarkan stabilitas yang lebih baik terhadap kondisi lingkungan, risiko kerusakan yang lebih rendah, dan membutuhkan lebih sedikit pemeliharaan. Dengan demikian, pilihan antara kedua sistem ini bergantung pada prioritas antara efisiensi termal dan kebutuhan pemeliharaan serta keandalan jangka panjang.

d. Dalam hal ketahanan terhadap kondisi lingkungan, mana yang lebih unggul: isolasi minyak atau XLPE?

Dalam hal ketahanan terhadap kondisi lingkungan, *Cross Linked Polyethylene* (XLPE) lebih unggul dibandingkan dengan isolasi minyak. XLPE memiliki sifat

yang sangat tahan terhadap kelembapan, suhu ekstrem, dan bahan kimia, sehingga mampu beroperasi secara optimal di berbagai kondisi lingkungan tanpa mengalami degradasi yang signifikan. Selain itu, XLPE tidak rentan terhadap kebocoran atau kontaminasi, yang sering menjadi masalah pada sistem isolasi minyak, terutama jika terjadi kerusakan pada kabel.

Sementara itu, isolasi minyak dapat terpengaruh oleh faktor-faktor seperti oksidasi dan pencemaran, yang dapat mengurangi kinerjanya seiring waktu. Dengan kemampuannya untuk mempertahankan integritas material dalam kondisi lingkungan yang menantang, XLPE menjadi pilihan yang lebih andal dan praktis untuk aplikasi kabel tegangan tinggi.

e. Bagaimana pengaruh umur pakai dari masing-masing jenis isolasi terhadap biaya pemeliharaan dan penggantian kabel?

Umur pakai dari masing-masing jenis isolasi, yaitu isolasi minyak dan *Cross Linked Polyethylene* (XLPE), memiliki dampak signifikan terhadap biaya pemeliharaan dan penggantian kabel. Isolasi minyak, meskipun dapat memberikan performa yang baik pada awalnya, cenderung memerlukan pemeliharaan rutin untuk memastikan kualitas minyak tetap optimal dan bebas dari kontaminasi. Degradasi minyak seiring waktu dapat memicu kebutuhan untuk penggantian yang lebih sering, sehingga meningkatkan total biaya pemeliharaan.

Sebaliknya, XLPE memiliki umur pakai yang lebih panjang dan stabil, dengan sedikit atau bahkan tanpa kebutuhan pemeliharaan yang intensif. Hal ini berarti bahwa meskipun biaya awal pemasangan mungkin lebih tinggi, penghematan

jangka panjang dari pengurangan frekuensi pemeliharaan dan penggantian kabel dapat membuat XLPE menjadi pilihan yang lebih ekonomis secara keseluruhan. Dengan demikian, pemilihan jenis isolasi berpengaruh langsung pada proyeksi biaya dan efisiensi operasional dalam jangka panjang.

f. Apa dampak kebocoran yang mungkin terjadi pada sistem isolasi minyak dibandingkan dengan potensi risiko dari kabel XLPE?

Dampak kebocoran yang mungkin terjadi pada sistem isolasi minyak dapat sangat signifikan dan berpotensi menimbulkan risiko lingkungan serta keselamatan. Kebocoran minyak dapat menyebabkan pencemaran tanah dan air, yang berpotensi merusak ekosistem lokal dan membahayakan kesehatan masyarakat. Selain itu, kebocoran ini dapat mengurangi efektivitas sistem isolasi, menyebabkan arus bocor, dan meningkatkan risiko kegagalan operasional.

Di sisi lain, kabel dengan isolasi *Cross Linked Polyethylene* (XLPE) tidak memiliki risiko kebocoran seperti pada sistem minyak, karena XLPE adalah material padat yang tidak mengandung cairan. Meskipun demikian, XLPE dapat mengalami kerusakan akibat faktor eksternal seperti tekanan mekanis atau paparan bahan kimia tertentu. Namun, risiko tersebut lebih dapat dikelola dan tidak menimbulkan dampak lingkungan yang sama seriusnya seperti kebocoran minyak. Dengan demikian, sistem isolasi XLPE menawarkan keuntungan dari segi keamanan lingkungan dan keandalan operasional, mengurangi potensi risiko yang dihadapi pada sistem isolasi minyak.

g. Bagaimana proses instalasi dan perawatan masing-masing jenis saluran kabel berbeda dalam praktik?

Proses instalasi dan perawatan saluran kabel dengan isolasi minyak dan *Cross Linked Polyethylene* (XLPE) memiliki pendekatan yang berbeda dalam praktik. Instalasi kabel dengan isolasi minyak biasanya memerlukan perhatian lebih karena melibatkan penanganan cairan isolasi dan kebutuhan untuk memastikan bahwa sistem tertutup dan bebas dari kebocoran. Ini mencakup langkah-langkah untuk mengisi kabel dengan minyak dan memantau kualitasnya selama proses instalasi. Selain itu, pemeliharaan berkala diperlukan untuk memeriksa kondisi minyak dan mengganti jika terkontaminasi atau mengalami degradasi.

Di sisi lain, instalasi kabel XLPE lebih sederhana dan cepat, karena tidak melibatkan cairan dan bisa lebih mudah dalam hal penanganan. Kabel XLPE biasanya lebih ringan dan fleksibel, sehingga lebih mudah dipasang dalam berbagai kondisi. Dalam hal perawatan, XLPE membutuhkan lebih sedikit perhatian, dengan risiko kerusakan yang lebih rendah dan tidak memerlukan penggantian cairan, sehingga mengurangi biaya dan waktu pemeliharaan. Dengan demikian, perbedaan dalam instalasi dan perawatan antara kedua jenis kabel ini mencerminkan keunikan masing-masing material serta kebutuhan operasionalnya.

h. Apa saja aplikasi spesifik di mana satu jenis isolasi lebih disukai daripada yang lain?

Aplikasi spesifik untuk isolasi minyak dan *Cross Linked Polyethylene* (XLPE) menunjukkan preferensi yang berbeda tergantung pada kebutuhan teknis dan

lingkungan. Isolasi minyak sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan kabel tegangan tinggi, seperti saluran transmisi listrik yang berada di bawah tanah atau di luar ruangan, di mana kemampuan pendinginan dan perlindungan terhadap arus bocor sangat penting. Minyak juga lebih disukai dalam sistem yang memiliki risiko kebakaran tinggi, karena sifatnya yang dapat mengalir dan mendistribusikan panas secara efektif.

Di sisi lain, XLPE lebih umum digunakan dalam aplikasi yang memerlukan instalasi yang lebih cepat dan biaya pemeliharaan yang rendah, seperti kabel distribusi listrik di area perkotaan dan sistem energi terbarukan, termasuk tenaga angin dan solar. Keunggulan XLPE dalam hal ketahanan terhadap kelembapan, suhu ekstrem, dan bahan kimia membuatnya ideal untuk lingkungan yang keras dan memerlukan keandalan jangka panjang. Dengan demikian, pilihan antara kedua jenis isolasi ini sangat dipengaruhi oleh kondisi aplikasi dan kebutuhan operasional yang spesifik.

i. Bagaimana kedua jenis isolasi ini berperilaku dalam situasi overvoltage atau kegagalan sistem?

Dalam situasi *overvoltage* atau kegagalan sistem, perilaku isolasi minyak dan *Cross Linked Polyethylene* (XLPE) menunjukkan perbedaan yang signifikan. Isolasi minyak, yang memiliki sifat dielektrik yang baik, dapat menangani fluktuasi tegangan sementara dengan cukup baik, tetapi bisa mengalami degradasi jika tekanan berlebih berlanjut, menyebabkan potensi arus bocor dan kerusakan pada

sistem. Kebocoran minyak atau pembentukan busa di dalam kabel dapat terjadi, yang mengurangi kemampuan isolasi dan meningkatkan risiko kegagalan.

Sementara itu, XLPE cenderung lebih tahan terhadap kondisi *overvoltage* dalam jangka pendek, berkat ketahanan mekanis dan dielektrik yang lebih baik. Namun, jika terjadi *overvoltage* yang berkepanjangan, XLPE dapat mengalami fenomena yang disebut "*aging*" atau penuaan, yang dapat mengurangi daya isolasinya dan meningkatkan risiko keretakan. Meskipun kedua jenis isolasi ini memiliki kemampuan untuk menangani situasi darurat, perbedaan dalam respons dan risiko jangka panjang perlu dipertimbangkan dalam desain sistem untuk memastikan keandalan dan keselamatan operasional.

j. Apa pertimbangan lingkungan dalam penggunaan isolasi minyak dibandingkan dengan XLPE, terutama dalam konteks limbah dan pencemaran?

Pertimbangan lingkungan dalam penggunaan isolasi minyak dibandingkan dengan *Cross Linked Polyethylene* (XLPE) sangat penting, terutama dalam konteks limbah dan pencemaran. Isolasi minyak, meskipun efektif dalam aplikasi kabel tegangan tinggi, berisiko menimbulkan pencemaran jika terjadi kebocoran atau tumpahan. Minyak isolasi dapat mencemari tanah dan sumber air, yang dapat memiliki dampak jangka panjang pada ekosistem dan kesehatan manusia. Selain itu, pengelolaan limbah minyak yang terdegradasi menjadi tantangan tersendiri, memerlukan proses daur ulang atau pembuangan yang aman.

Di sisi lain, XLPE lebih ramah lingkungan karena tidak mengandung cairan yang dapat bocor dan tidak memerlukan pengelolaan limbah berbahaya. Meskipun proses pembuatan XLPE juga memiliki dampak lingkungan, material ini memiliki umur pakai yang lebih panjang dan risiko pencemaran yang lebih rendah. Oleh karena itu, dalam mempertimbangkan aspek keberlanjutan dan dampak lingkungan, XLPE sering kali menjadi pilihan yang lebih baik dibandingkan dengan isolasi minyak, terutama dalam konteks pengurangan risiko pencemaran dan pengelolaan limbah yang lebih sederhana.

Hasil Analisis Teknis atau Operasional

Perbandingan antara sistem isolasi kabel tegangan tinggi yang menggunakan minyak dan *Cross Linked Polyethylene* (XLPE) menunjukkan bahwa XLPE memiliki keunggulan signifikan dalam berbagai aspek penting. XLPE menawarkan stabilitas yang lebih baik terhadap suhu tinggi, kelembapan, dan bahan kimia, sedangkan minyak, meskipun efektif dalam pendinginan, rentan terhadap degradasi seiring waktu.

Selain itu, XLPE memiliki umur pakai yang lebih panjang dengan kebutuhan pemeliharaan yang minimal, sementara sistem isolasi minyak memerlukan perawatan rutin dan penggantian berkala akibat degradasi minyak. Dalam hal keamanan lingkungan, XLPE tidak berisiko bocor, sehingga mengurangi potensi pencemaran tanah dan air yang dapat terjadi dengan isolasi minyak.

Proses instalasi XLPE juga lebih sederhana dan cepat, mengurangi waktu dan biaya. Meskipun isolasi minyak masih relevan untuk aplikasi tertentu yang

memerlukan kemampuan pendinginan tinggi, XLPE lebih cocok untuk kondisi yang membutuhkan keandalan dan ketahanan jangka panjang. Dengan mempertimbangkan efisiensi, biaya jangka panjang, dan dampak lingkungan, XLPE menjadi pilihan yang lebih baik untuk kebanyakan aplikasi kabel tegangan tinggi. Tabel perbandingan SKTT dengan media isolasi minyak dan XLPE dalam berbagai aspek dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 4. 1
Perbandingan SKTT dengan media isolasi minyak dan XLPE dalam berbagai aspek

No	Aspek	Isolasi Minyak	XLPE
1	Sifat Isolasi	Baik dalam pendinginan, tetapi rentan terhadap degradasi	Stabil terhadap suhu tinggi dan bahan kimia
2	Pemeliharaan	Memerlukan pemeliharaan rutin dan penggantian berkala	Umur pakai lebih panjang dengan sedikit pemeliharaan
3	Keamanan Lingkungan	Risiko kebocoran dapat menyebabkan pencemaran tanah dan air	Tidak berisiko bocor, mengurangi potensi pencemaran
4	Proses Instalasi	Instalasi lebih kompleks, memerlukan perhatian khusus	Instalasi lebih sederhana dan cepat
5	Aplikasi	Cocok untuk aplikasi yang memerlukan pendinginan tinggi	Ideal untuk aplikasi yang membutuhkan ketahanan dan keandalan
6	Biaya Jangka Panjang	Biaya pemeliharaan dan penggantian yang lebih tinggi	Penghematan jangka panjang karena biaya pemeliharaan yang rendah

4.3. Asumsi Finansial

Asumsi perhitungan finansial adalah anggapan atau estimasi yang digunakan sebagai dasar dalam analisis keuangan dan perencanaan suatu proyek atau investasi. Asumsi ini penting karena memengaruhi hasil analisis dan keputusan investasi; jika asumsi yang dibuat tidak akurat, hasil perhitungan finansial dapat menyesatkan. Dalam penelitian ini, terdapat beberapa asumsi utama yang digunakan dalam perhitungan finansial, yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2
Asumsi-asumsi yang digunakan dalam perhitungan finansial

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kapasitas Daya Maksimum	285.865,2	kW
2	<i>Growth</i> / Pertumbuhan Beban	3,8	%
3	<i>Losses</i> / Susut Transmisi	1,95	%
4	<i>Lifetime</i>	40	tahun
5	Biaya Investasi	264.130.274.912	Rupiah
6	<i>Variable Cost</i> Pembangkit	698	Rp/KWh
7	Biaya O&M	1.637.607.704	Rupiah
8	Inflasi	2,8	%
9	<i>Discount Rate</i> / WACC PLN	9,7	%
10	ppH	22	%
11	ENS	103.757,77	MWh
12	Tarif Jual	1.263	Rp/KWh
13	Pendapatan <i>Beyond</i> KWh	687.439.872	Rp

Kapasitas daya maksimum dalam saluran transmisi merujuk pada jumlah daya listrik maksimum yang dapat ditransmisikan melalui Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) Taman Rasuna – Duren Tiga, yaitu sebesar 285.865,2 kW. Potensi *Energy Not Served* (ENS) yang dapat terjadi jika tidak segera dilakukan penggantian SKTT adalah sebesar 103.757,77 MWh. Data tersebut diambil dari

Laporan Evaluasi Operasi bulan Agustus tahun 2024 dan Laporan *Forced Outage Information System* (FOIS) tahun 2016-2024.

Berdasarkan Buku Rencana Penyediaan Tenaga Listrik (RPTL) tahun 2024-2028, nilai pertumbuhan beban pada tahun 2024 adalah sebesar 3,8%, sementara nilai susut transmisi adalah sebesar 1,95%. Mengacu pada Peraturan Direksi PT PLN (Persero) nomor 0299.P/DIR/2016, masa manfaat aset tetap Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) ditetapkan selama 40 tahun.

Nilai *variable cost* pembangkit adalah Rp 698/KWh, sedangkan tarif jual adalah Rp 1.263/KWh, mengacu pada Surat Harga Transfer SSA, TSA, dan PSA Tahun 2024. Biaya operasional dan pemeliharaan dihitung berdasarkan perkalian antara biaya investasi dengan rasio biaya pemeliharaan terhadap nilai aset (0,62%), sehingga diperoleh total sebesar Rp 1.637.607.704,00.

Inflasi yang digunakan dalam perhitungan finansial adalah sebesar 2,8%, berdasarkan surat penyampaian asumsi penyusunan Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP) oleh Direktur Keuangan PT PLN (Persero) tahun 2023. Selain itu, berdasarkan surat penyampaian *discount rate* oleh *Executive Vice President* MVA PT PLN (Persero) tahun 2023, nilai *discount rate* atau *Weighted Average Cost of Capital* (WACC) PT PLN (Persero) adalah sebesar 9,7%.

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2021, Bab III tentang Pajak Penghasilan, tarif pajak untuk wajib pajak badan dalam negeri dan bentuk usaha tetap adalah sebesar 22%, yang mulai berlaku pada tahun 2022. Pendapatan lain yang dapat dihitung dalam analisis finansial penggantian Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) ini adalah biaya yang dikeluarkan untuk

menambahkan minyak kabel yang mengalami kebocoran sebanyak 4.300,8 liter per tahun atau Rp. 687.439.872,00 per tahun.

4.4. Analisis Finansial

Analisis finansial mencerminkan tingkat pengembalian investasi yang diharapkan oleh pemilik suatu proyek. Keuntungan pada analisis finansial direpresentasikan oleh pendapatan yang diperoleh dari investasi proyek selama jangka waktu tertentu.

Pada penelitian ini, analisis finansial didasarkan pada prinsip *least cost* untuk mengukur tingkat keuntungan Penggantian SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga dari media isolasi minyak menjadi XLPE yang ditunjukkan dengan indikator *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Benefit Cost Ratio* (B/C Ratio) dan *Payback Periode* yang dicapai.

- NPV merupakan selisih antara pengeluaran dan pemasukan yang telah didiskon dengan menggunakan *social opportunity cost of capital* sebagai diskon faktor, atau dengan kata lain merupakan arus kas yang diperkirakan pada masa yang akan datang yang didiskonkan pada saat ini.
- IRR merupakan indikator tingkat efisiensi dari suatu investasi. Suatu proyek/investasi dapat dilakukan apabila laju pengembaliannya (*rate of return*) lebih besar daripada laju pengembalian apabila melakukan investasi di tempat lain (bunga deposito bank, reksadana dan lain-lain).
- B/C Ratio merupakan perbandingan antara pendapatan dan modal yang disesuaikan dengan *present value*.

- Payback Period merupakan jangka waktu kembalinya investasi yang telah dikeluarkan melalui keuntungan yang didapatkan.

Tabel 4. 3
Informasi aset dan rencana pembayaran konstruksi

Uraian	Prosentase	Nilai	Satuan
Tegangan		150,00	kV
Kapasitas Maksimum Daya yang dilalui		285.865,20	kW
Energi Maksimum yang dilalui		2.504.179.152,00	kWh per year
Growth/ Pertumbuhan beban	3,80%		
Losses	1,95%		
Lifetime		40	tahun
Biaya Investasi		264.130.275	x1000 Rp
Construction Start		2025	
Construction Period		2	tahun
Commision Year (Year 0)		2027	
Construction Disbursement			
Year 2025	50%	132.065.137	x1000 Rp
Year 2026	45%	118.858.624	x1000 Rp
Year 2027	5%	13.206.514	x1000 Rp
Year 2028	0%	-	x1000 Rp
Year 2029	0%	-	x1000 Rp

Tabel 4. 4
Biaya-biaya yang dikeluarkan

Uraian	Prosentase	Nilai	Satuan
Biaya Penyediaan Listrik di Pembangkit			
Variable Cost Pembangkit		698	Rp/kWh
Eskalasi Biaya Variable cost	3,00%		
Biaya O&M			
Biaya Fixed & Variable O&M		1.637.608	x1000 Rp/tahun
Eskalasi Biaya O&M	2,80%		
Parameter Umum			
Discount Rate	9,70%		
Asumsi Nilai Tukar		0	Rp/USD
ppH	22%		

Tabel 4. 5
Pendapatan yang dihasilkan

Uraian	Nilai	Satuan
A. Tambahan Penjualan		
Delta ENS	103.757.771	kWh
Tarif Jual	1.263	Rp/kWh
B. Pendapatan Beyond kWh		
Pendapatan Beyond kWh	687.440	x1000 Rp / tahun

Tabel 4. 6
Hasil analisis finansial

Uraian	Nilai	Satuan	Kriteria Kelayakan	Kesimpulan
IRR	19,39%		> 9,7% (Discount Rate)	Layak
NPV	364.855.740	x1000 Rp	> 0 (Positive Value)	Layak
B/C Ratio	1,25		> 1	Layak
Payback Period	5,37	tahun	< Beneficial Periode	Layak

Analisis finansial yang dilakukan berdasarkan asumsi-asumsi yang telah ditetapkan oleh PT PLN (Persero) dapat dilihat pada Tabel-Tabel di atas ini. Dari empat indikator finansial, yaitu *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Benefit Cost Ratio* (B/C Ratio), dan *Payback Period*, menunjukkan bahwa penggantian SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga dari media isolasi minyak menjadi XLPE dikatakan layak secara perhitungan finansial.

Net Present Value (NPV) yang dihasilkan dari selisih antara pengeluaran dan pendapatan sebesar Rp 364.855.740.000,00. NPV yang positif mengindikasikan bahwa penggantian SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga dari media isolasi minyak menjadi XLPE layak untuk dilanjutkan, karena diharapkan dapat memberikan nilai tambah bagi PT PLN (Persero).

Internal Rate of Return (IRR) yang dihasilkan sebesar 19,39%. Penggantian SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga dari media isolasi minyak menjadi XLPE diharapkan memberikan tingkat pengembalian yang signifikan di atas biaya modalnya. Karena IRR lebih besar dari *discount rate*, proyek ini dianggap layak

untuk dilanjutkan, karena diharapkan dapat menghasilkan keuntungan yang lebih besar daripada yang diperlukan untuk mendanai proyek tersebut.

Benefit Cost Ratio (B/C Ratio) yang dihasilkan adalah sebesar 1,25. Angka ini menunjukkan bahwa Penggantian SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga dari media isolasi minyak menjadi XLPE menghasilkan lebih banyak manfaat dibandingkan biaya yang dikeluarkan, sehingga proyek ini dianggap layak secara ekonomi. Secara umum, *B/C Ratio* yang lebih besar dari 1 menunjukkan bahwa proyek tersebut menguntungkan dan berpotensi memberikan nilai tambah.

Payback period yang dihasilkan selama 5,37 tahun. Dengan kata lain, setelah periode 5,37 tahun, proyek diperkirakan akan mulai memberikan keuntungan bersih. *Payback period* yang lebih pendek biasanya dianggap lebih baik, karena menunjukkan bahwa investasi dapat kembali lebih cepat.

4.5. Skenario Sensitivitas

Skenario sensitivitas dalam analisis finansial adalah metode untuk mengevaluasi bagaimana perubahan dalam asumsi atau variabel kunci dapat memengaruhi hasil dari suatu proyek atau investasi. Dengan menggunakan skenario sensitivitas, analisis ini mengidentifikasi variabel-variabel yang paling berpengaruh, yaitu biaya investasi, pertumbuhan ENS, susut transmisi dan potensi ENS. Kemudian menganalisis dampaknya jika variabel-variabel tersebut berubah. Skenario sensitivitas bisa dilihat pada Tabel 4.7 di bawah ini.

Tabel 4. 7
Skenario sensitivitas

SKENARIO	SKENARIO SENSITIVITAS					OUTPUT							
	Δ Sensitivitas Investment Cost	Δ Sensitivitas Growth ENS	Δ Sensitivitas Susut Teknis	Δ Sensitivitas ENS	1	IRR	NPV	BCR	PBP	Investasi	Growth ENS	Susut Teknis	ENS
	(Persen)	(Persen)	(Persen)	(Persen)		(Persen)	Rupiah (x1000)		(Year)	Rupiah (x1000)	%	Kwh	Kwh
Case -1 (Basecase)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1	19,39%	364.855.740	1,25	5,37 Tahun	264.130.275	3,80%	-	103.757.771
Case -2	↑ 35%	→ 0%	→ 0%	→ 0%	2	15,51%	281.530.383	1,18	6,98 Tahun	356.575.871	3,80%	-	103.757.771
Case -3	↑ 40%	→ 0%	↓ -5%	→ 0%	3	15,09%	269.626.761	1,18	7,19 Tahun	369.782.385	3,80%	-	103.757.771
Case -4	→ 0%	↓ -40%	↓ -10%	→ 0%	4	17,98%	265.908.668	1,21	5,55 Tahun	264.130.275	2,28%	-	103.757.771
Case -5	→ 0%	↓ -60%	↓ -15%	→ 0%	5	17,27%	225.875.015	1,19	5,64 Tahun	264.130.275	1,52%	-	103.757.771
Case -6	→ 0%	→ 0%	↓ -5%	↓ -40%	6	13,15%	119.402.417	1,12	8,40 Tahun	264.130.275	3,80%	-	62.254.663
Case -7	→ 0%	→ 0%	↓ -10%	↓ -45%	7	12,31%	88.720.751	1,10	9,05 Tahun	264.130.275	3,80%	-	57.066.774
Case -8	↑ 25%	→ 0%	↓ -5%	↓ -10%	8	15,16%	243.974.297	1,18	7,16 Tahun	330.162.844	3,80%	-	93.381.994
Case -9	↑ 25%	↓ -10%	↓ -10%	↓ -15%	9	14,17%	189.958.095	1,15	7,60 Tahun	330.162.844	3,42%	-	88.194.106
Case -10	↑ 30%	→ 0%	↓ -15%	↓ -30%	10	12,18%	109.344.013	1,09	9,15 Tahun	343.369.357	3,80%	-	72.630.440

Tujuan dari skenario sensitivitas adalah untuk:

1. Menilai Risiko

Menilai potensi risiko yang dapat dihadapi proyek dengan memeriksa bagaimana fluktuasi faktor-faktor penting dapat mempengaruhi hasil.

2. Membantu Pengambilan Keputusan

Memberikan informasi yang lebih tepat untuk membuat pilihan berdasarkan informasi, dengan mempertimbangkan spektrum hasil potensial yang luas.

3. Merancang Strategi Mitigasi

Mengembangkan serta memajukan strategi untuk mengurangi dampak negatif dari perubahan yang tidak terduga.

Dengan menguji berbagai scenario sensitivitas, manajemen PT PLN (Persero) dapat mempertimbangkan hasil terbaik dan terburuk. Informasi ini memberikan dasar yang kuat untuk pengambilan keputusan, termasuk pilihan investasi dan strategi pengembangan.

Hasil analisis finansial yang positif untuk penggantian SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga dari media isolasi minyak menjadi XLPE memiliki pengaruh yang signifikan terhadap organisasi PT PLN (Persero). Pertama, keputusan investasi yang lebih baik dapat diambil karena manajemen memiliki dasar analisis yang kuat,

sehingga mereka dapat membuat keputusan yang lebih terinformasi dan strategis, sekaligus mengurangi ketidakpastian dan risiko keuangan. Kedua, penggunaan media isolasi XLPE yang lebih efisien dapat mengurangi biaya operasional dan meningkatkan kinerja sistem transmisi, yang pada akhirnya berdampak positif pada layanan yang diberikan kepada pelanggan. Terakhir, NPV yang positif menunjukkan adanya potensi nilai tambah, yang dapat meningkatkan profitabilitas perusahaan dan memperkuat posisi kompetitif PT PLN (Persero) di pasar.

Untuk memastikan keberhasilan penggantian SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga, PT PLN (Persero) perlu segera mengimplementasikan proyek tersebut dengan mengoptimalkan waktu pelaksanaan agar manfaat, seperti pengurangan biaya operasional dan peningkatan efisiensi, dapat segera dirasakan. Selain itu, penting untuk menyusun rencana pemeliharaan dan monitoring untuk sistem baru guna memastikan performa yang optimal dan mengurangi risiko kegagalan di masa depan. Terakhir, melakukan pelatihan bagi karyawan terkait teknologi baru dan sistem yang diimplementasikan juga sangat krusial untuk memastikan transisi yang mulus dan meminimalkan gangguan operasional.

Alternatif lain yang dapat dilakukan oleh PT PLN (Persero) adalah melakukan perbaikan pada SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga yang mengalami kebocoran cukup parah. Namun, perbaikan ini berpotensi menimbulkan masalah serupa di titik lain. Oleh karena itu, penting bagi PT PLN (Persero) untuk melakukan investigasi mendalam guna menentukan penyebab kebocoran pada SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga serta menganalisis faktor-faktor yang menyebabkannya, agar kejadian serupa dapat dicegah di masa depan. Selain itu, pemasangan sistem pemantauan

untuk mendeteksi kebocoran di masa mendatang sangat penting, disertai dengan pelatihan bagi karyawan tentang cara mendeteksi dan menangani kebocoran minyak.

Jika PT PLN (Persero) tidak melakukan penggantian pada SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga menjadi XLPE, akan muncul sejumlah risiko yang signifikan. Pertama, mempertahankan sistem yang menggunakan media isolasi minyak dapat mengakibatkan kenaikan biaya operasional, saat ini PT PLN (Persero) mengeluarkan Rp. 687.439.872,00 per tahun untuk melakukan penambahan minyak kabel. Kedua, penggunaan media isolasi yang lebih tua dapat meningkatkan risiko kegagalan sistem, yang berdampak negatif pada keandalan pasokan listrik dan kepuasan pelanggan. Selain itu, jika kebocoran semakin parah dapat memiliki dampak lingkungan yang lebih besar, dapat merusak reputasi perusahaan dan menimbulkan biaya hukum. Terakhir, tidak melakukan penggantian berpotensi menyebabkan perusahaan tertinggal dalam hal teknologi dan efisiensi, sehingga mengurangi daya saing di pasar yang semakin ketat.

Penggantian Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) Taman Rasuna – Duren Tiga dari media isolasi minyak ke XLPE (Cross-Linked Polyethylene) berpotensi menghadapi beberapa hambatan teknis, ekonomi, dan operasional. Secara teknis, XLPE memiliki perbedaan dalam sifat isolasi dan pendinginan dibandingkan minyak, yang bisa memengaruhi kinerja kabel pada tegangan tinggi. Selain itu, desain kabel, pengujian, dan pemeliharaan kabel XLPE memerlukan penyesuaian yang berbeda. Dari sisi ekonomi, meskipun XLPE lebih ekonomis dalam jangka panjang, biaya penggantian kabel yang sudah ada dan instalasi infrastruktur baru

cukup tinggi. Proses regulasi dan standarisasi juga menjadi tantangan karena diperlukan pembaruan standar serta persetujuan dari pihak berwenang. Di sisi infrastruktur, penggantian kabel lama dengan XLPE bisa memerlukan modifikasi pada saluran yang ada, dan lokasi pemasangan yang sulit dapat memperlambat proses. Selain itu, keterbatasan pengetahuan dan keterampilan teknis mengenai teknologi XLPE juga bisa menghambat implementasi. Meskipun demikian, dengan perencanaan matang dan adaptasi teknologi yang tepat, penggantian ini dapat meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem kelistrikan dalam jangka panjang.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis teknis / operasional, Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT) dengan media isolasi *Cross Linked Polyethylene* (XLPE) memiliki lebih banyak keunggulan. Dalam hal stabilitas, XLPE lebih tahan terhadap suhu tinggi, kelembapan, dan bahan kimia. Sementara itu, meskipun minyak efektif untuk pendinginan, ia rentan terhadap degradasi seiring waktu.

XLPE juga memiliki umur pakai yang lebih panjang dan memerlukan sedikit pemeliharaan, sedangkan sistem isolasi berbasis minyak memerlukan perawatan rutin dan penggantian berkala karena degradasi. Dari sisi keamanan lingkungan, XLPE tidak memiliki risiko kebocoran, sehingga mengurangi kemungkinan pencemaran tanah dan air yang dapat terjadi dengan isolasi minyak.

Dalam hal keamanan lingkungan, XLPE tidak berisiko bocor, sehingga mengurangi potensi pencemaran tanah dan air yang dapat terjadi dengan isolasi minyak. Proses instalasi XLPE juga lebih sederhana dan cepat, mengurangi waktu dan biaya. Meskipun isolasi minyak masih relevan untuk aplikasi tertentu yang memerlukan kemampuan pendinginan tinggi, XLPE lebih cocok untuk kondisi yang membutuhkan keandalan dan ketahanan jangka panjang.

Dengan mempertimbangkan efisiensi, biaya jangka panjang, dan dampak lingkungan, XLPE menjadi pilihan yang lebih baik, sehingga penggantian SKTT

Taman Rasuna – Duren Tiga dengan media isolasi minyak menjadi XLPE dikatakan layak secara teknis / operasional.

Berdasarkan analisis finansial, *Net Present Value* (NPV) yang dihasilkan dari selisih antara pengeluaran dan pendapatan sebesar Rp 364.855.740.000,00. NPV yang positif mengindikasikan bahwa penggantian SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga dari media isolasi minyak menjadi XLPE layak untuk dilanjutkan, karena diharapkan dapat memberikan nilai tambah bagi PT PLN (Persero).

Internal Rate of Return (IRR) yang dihasilkan sebesar 19,39%. Penggantian SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga dari media isolasi minyak menjadi XLPE diharapkan memberikan tingkat pengembalian yang signifikan di atas biaya modalnya. Karena IRR lebih besar dari *discount rate*, proyek ini dianggap layak untuk dilanjutkan, karena diharapkan dapat menghasilkan keuntungan yang lebih besar daripada yang diperlukan untuk mendanai proyek tersebut.

Benefit Cost Ratio (B/C Ratio) yang dihasilkan adalah sebesar 1,25. Angka ini menunjukkan bahwa Penggantian SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga dari media isolasi minyak menjadi XLPE menghasilkan lebih banyak manfaat dibandingkan biaya yang dikeluarkan, sehingga proyek ini dianggap layak secara ekonomi. Secara umum, B/C Ratio yang lebih besar dari 1 menunjukkan bahwa proyek tersebut menguntungkan dan berpotensi memberikan nilai tambah.

Payback period yang dihasilkan selama 5,37 tahun. Dengan kata lain, setelah periode 5,37 tahun, proyek diperkirakan akan mulai memberikan keuntungan bersih. *Payback period* yang lebih pendek biasanya dianggap lebih baik, karena menunjukkan bahwa investasi dapat kembali lebih cepat.

Skenario sensitivitas dilakukan untuk mengevaluasi bagaimana perubahan dalam asumsi atau variabel kunci dapat memengaruhi hasil dari suatu proyek atau investasi. Dari empat indikator finansial, yaitu *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Benefit Cost Ratio* (B/C Ratio), dan *Payback Period*, menunjukkan bahwa penggantian SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga dari media isolasi minyak menjadi XLPE dikatakan layak secara analisis finansial pada semua skenario sensitivitas.

Dapat disimpulkan bahwa penggantian SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga dari media isolasi minyak menjadi XLPE dinyatakan layak berdasarkan analisis teknis/operasional dan analisis finansial. Penelitian ini dapat memberikan informasi dan masukan yang berguna bagi manajemen PT. PLN (Persero) dalam membuat keputusan yang tepat terkait anomali yang terjadi pada SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai penggantian SKTT Taman Rasuna – Duren Tiga, disarankan agar manajemen PT. PLN (Persero) segera melaksanakan penggantian media isolasi dari minyak ke *Cross Linked Polyethylene* (XLPE). Penggunaan XLPE tidak hanya meningkatkan keandalan sistem, tetapi juga mengurangi risiko pencemaran lingkungan akibat kebocoran minyak. Selain itu, disarankan agar dilakukan pelatihan bagi petugas pemeliharaan untuk memahami karakteristik dan keunggulan XLPE, sehingga mereka dapat melakukan pemantauan dan perawatan secara efektif. Selanjutnya, perlu dilakukan studi

lanjutan untuk mengevaluasi performa XLPE dalam jangka panjang dan dampaknya terhadap pengoperasian sistem kelistrikan di daerah tersebut. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan PT. PLN (Persero) dapat meningkatkan efisiensi operasional dan keselamatan lingkungan secara berkelanjutan.



DAFTAR PUSTAKA

- Aprianto, T., Saili, M., & Abadi, M. (2021). *Analisis pendapatan Usaha Pemotongan Ayam Pedaging Pada CV. Abu Chicken di Kecamatan Poasia Kota Kendari*, 3(4), 379-385.
- Elvanto Yanuar Iksan et al., (2024). *Dokumen Nomor 025/RK/P2B-OPS-ANV/2024 Evaluasi Operasi Sistem Jawa Madura Bali Bulan Agustus 2024*. Revisi 00.
- Erwin Ansori et al., (2023). *Dokumen Nomor PDM/GM/SMT-004 Rencana Jangka Panjang Perusahaan PT PLN (Persero) UIT JBB Tahun 2022-2026*. Edisi 2022, Revisi 03.
- Gittinger, J. Price. 1928. *Analisis Ekonomi Proyek-Proyek Pertanian*. Terj. dari *Economic Analysis Of Agriculture* oleh Slamet Sutomo dan Komet Mangiri., Ed ke-2 (Jakarta: UI Press, 1986).
- Gunawan Yudi Hariyanto (2023). *Nota Dinas Nomor 42479/KEU.00.02/PLT EVP MVA/2023 Penyampaian Asumsi Discount Rate untuk Penyusunan RKAP 2024-2025*.
- Hartanto Wibowo (2024). *Surat Nomor 17709/REN.00.03/F01030000/2024 Harga Transfer SSA, TSA dan PSA Tahun 2024 di Sistem Jawa Bali*.
- Ibrahim, M.Y. *Studi Kelayakan Bisnis*. (Jakarta: Rineka Cipta, 2003).
- Ibrahim, M. F., dan Rinienta, M. (2020). *Ekonomi Teknik*. Andi.
- Kasmir & Jakfar. *Studi Kelayakan Bisnis*. (Jakarta: Kencana, 2004).
- Munawwar Furqam et al., (2023). *Dokumen Nomor 01/RK/P2B-REN-RNS/2023 Rencana Penyediaan Tenaga Listrik (RPTL) 2024 – 2028*. Revisi 0.
- Sinthya Roesly (2023). *Surat Nomor 9529/KEU.00.02/F01070000/2023 Penyusunan RKAP Tahun 2024-2025*.
- Sofyan Basir (2016). *Peraturan Direksi PT PLN (Persero) Nomor 0299.P/DIR/2016 Tentang Masa Manfaat Aset Tetap dan Perhitungan Biaya Penyusutan Aset Tetap*.
- Syofvi F. Roekman (2018). *Edaran Direksi PT PLN (Persero) Nomor 0004.E/DIR/2018 Tentang Petunjuk Penyusunan Kajian Kelayakan Proyek Sarana Ketenagalistrikan Dalam RUPTL*.
- Joko Widodo (2021). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2021 Harmonisasi Peraturan Perpajakan*
- Umar, Husein. *Studi Kelayakan Bisnis: Teknik Menganalisis Kelayakan Rencana Bisnis secara Komprehensif*, Ed ke-2. (Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2003).