

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian yang Relevan

Pada penelitian ini penulis melakukan tinjauan literatur pada beberapa penelitian yang relevan untuk dijadikan referensi. Referensi dapat berasal dari jurnal, artikel, skripsi, atau buku yang relevan. Beberapa referensi yang penulis dapatkan sebagai berikut :

1. Menurut Mochamad Aji Gema Pribaya dan Ivany Sarief (2021) dalam penelitian berjudul “Analisis Energi Terselamatkan pada PDKB PT. PLN (Persero) Jawa Barat Bandung”, Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) terbukti mampu menjaga kontinuitas pasokan listrik selama kegiatan pemeliharaan berlangsung. Berdasarkan analisis data PDKB Tegangan Menengah bulan Juni 2020, diperoleh energi terselamatkan sebesar 510.260,43 kWh dari hasil pengukuran dan 678.477,24 kWh dari hasil perhitungan, yang memberikan potensi keuntungan finansial lebih dari Rp600 juta. Penelitian ini menegaskan bahwa pelaksanaan PDKB berkontribusi dalam mengurangi potensi kehilangan energi dan meningkatkan keandalan sistem distribusi, sehingga relevan sebagai dasar analisis pada perbaikan isolator tanpa padam dalam penelitian ini. [10]
2. Menurut Yolnasdi dkk. (2022) dalam penelitian “*Evaluasi Pemeliharaan Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 kV Dalam Upaya Menekan Jumlah Energi yang Tidak Tersalurkan dan Frekuensi Gangguan pada Penyulang Losari*” menjelaskan bahwa pemeliharaan pada jaringan distribusi berperan penting dalam meningkatkan keandalan penyaluran energi listrik. Evaluasi dilakukan pada penyulang Losari sebelum dan sesudah pemeliharaan dengan menggunakan indeks ENS, AENS, dan FGTM. Hasil analisis menunjukkan terjadinya penurunan signifikan ENS dari 6.492,6 kWh menjadi 103 kWh, AENS dari 6,65 kWh/pelanggan menjadi 0,1 kWh/pelanggan, serta penurunan FGTM sebesar 75%, yang menandakan peningkatan keandalan sistem distribusi dan kualitas pelayanan kepada pelanggan. Penelitian ini relevan karena

memperkuat bahwa pemeliharaan jaringan dapat secara langsung mengurangi energi yang tidak tersalurkan dan meningkatkan kontinuitas pasokan listrik. [9]

3. Menurut Heru Priyatno (2023) dalam jurnal berjudul “Peralatan Inovasi Live-Line Maintenance: Temporary Cross Arm Support Insulator” menjelaskan bahwa pekerjaan PDKB pada konstruksi Double Circuit 20 kV masih sering memerlukan pemadaman karena belum tersedianya peralatan khusus yang memadai. Penelitian ini mengusulkan desain Temporary Cross Arm Support Insulator sebagai alat inovasi yang memungkinkan pemeliharaan atau penggantian isolator dan cross-arm dilakukan tanpa pemadaman. Hasil pengujian dan implementasi menunjukkan bahwa peralatan ini dapat meningkatkan efisiensi waktu kerja, menjaga kontinuitas energisasi pelanggan, serta menekan risiko gangguan jaringan saat pemeliharaan dilakukan dalam keadaan bertegangan..[11]
4. Menurut Indra Roza dkk. (2021) dalam jurnal berjudul “Analisa Energi Terselamatkan SUTT 150 kV Tanpa Pemadaman Di PT. PLN (Persero) UPT Medan”, penelitian ini membahas efektivitas penerapan teknik Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) pada jaringan transmisi 150 kV untuk menjaga kontinuitas penyaluran tenaga listrik. Pekerjaan pemeliharaan secara padam dapat menimbulkan kerugian kWh dan mempengaruhi indikator keandalan seperti TLOD dan TLOF. Melalui penggantian isolator *flashover* dan inspeksi bertegangan, penelitian ini menunjukkan bahwa selama periode 1 tahun terdapat energi terselamatkan sebesar 2025,85 MWh serta nilai TLOD sebesar 2,59 dan TLOF sebesar 1,02 yang berada di bawah batas target PLN, sehingga keandalan sistem tetap terjaga. Studi ini menegaskan bahwa PDKB dapat meminimalkan kerugian energi dan meningkatkan keandalan sistem transmisi listrik. [8]

Tabel 2.1 Penelitian yang Relevan

No	Judul dan Tahun	Masalah	Metodologi	Hasil	Riset Gap
1.	Analisis Energi Terselamatkan pada PDKB PT. PLN (Persero) Jawa Barat Bandung” (Mochamad Aji Gema Priyaya & Ivany Sarief, 2021)	Pemeliharaan jaringan listrik yang dilakukan secara padam dapat menyebabkan energi tidak tersalurkan (KWh losses) sehingga menimbulkan kerugian dan menurunkan keandalan sistem.	Studi kuantitatif dengan menghitung energi dan rupiah terselamatkan dari pekerjaan PDKB TM berdasarkan data beban penyulang pada 15 GI dan 33 penyulang selama bulan Juni 2020.	Energi terselamatkan sebesar 510.260,43 kWh (pengukuran) dan 678.477,24 kWh (perhitungan), dengan potensi manfaat finansial lebih dari Rp600 juta. PDKB terbukti menjaga kontinuitas pasokan dan menekan kerugian energi.	Penelitian fokus pada analisis energi terselamatkan secara umum, namun tidak mengkaji jenis pekerjaan tertentu, seperti perbaikan isolator tumpu, serta tidak menganalisis indikator keandalan (SAIDI/SAIFI) sebelum dan sesudah pekerjaan.
2.	“Evaluasi Pemeliharaan Jaringan Distribusi Tegangan	Tingginya energi tidak tersalurkan (ENS) dan frekuensi	Evaluasi kuantitatif dengan membandingkan nilai ENS,	ENS turun dari 6.492,6 kWh menjadi 103 kWh, AENS turun dari 6,65	Penelitian hanya mengevaluasi pemeliharaan berbasis

Menengah 20 kV dalam Upaya Menekan Jumlah Energi yang Tidak Tersalurkan dan Frekuensi Gangguan pada Penyulang Losari” (Yolnasdi dkk., 2022)	gangguan pada Penyulang Losari akibat pemeliharaan jaringan distribusi yang belum optimal.	AENS, dan FGTM pada penyulang sebelum dan sesudah pemeliharaan.	menjadi 0,1 kWh/pelanggan, serta FGTM turun 75% setelah pemeliharaan → keandalan sistem meningkat signifikan.	padam, tidak meninjau pekerjaan tanpa padam (PDKB) serta tidak menilai dampak pemeliharaan spesifik pada perangkat tertentu seperti isolator tumpu.
---	--	--	--	--

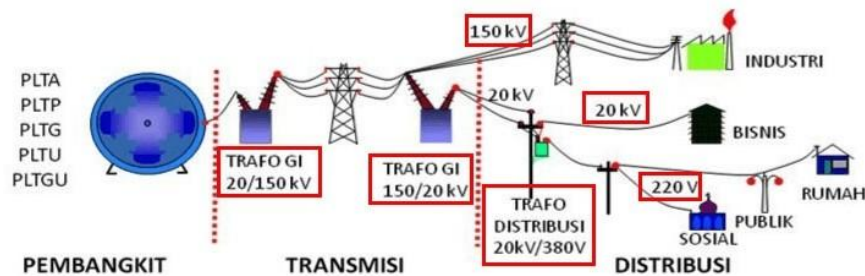
- | | | | | | |
|----|--|--|--|---|---|
| 3. | “Peralatan
Inovasi
Live-Line
Maintenance:
Temporary
Cross Arm
Support
Insulator”
(Heru | Pekerjaan
PDKB pada
konstruksi
Double Circuit
20 kV masih
sering
membutuhkan
pemadaman
karena
keterbatasan
peralatan | Pengembangan
dan pengujian
inovasi alat
Temporary
Cross Arm
Support
Insulator untuk
mendukung
pemeliharaan
tanpa padam
pada jaringan | Alat inovasi ini
terbukti mampu
menjaga
jaringan tetap
bertegangan saat
pemeliharaan
isolator dan
cross-arm
dilakukan,
meningkatkan
efisiensi waktu | Tidak
mengkaji
pengaruh
perbaikan
terhadap
keandalan
sistem
(SAIDI/SAIFI)
atau energi
terselamatkan
(kWh losses), |
|----|--|--|--|---|---|

	Priyatno, 2023)	pendukung pemeliharaan.	Double Circuit.	kerja, serta kontinuitas penyaluran energi ke pelanggan.	serta tidak fokus secara spesifik pada isolator tumpu di jaringan distribusi 20 kV.
4.	““Analisa Energi Terselamatkan SUTT 150 kV Tanpa Pemadaman di PT PLN (Persero) Unit Pelayanan Transmisi Medan” (Indra Roza dkk., 2021)	Pemeliharaan pada jaringan transmisi yang dilakukan secara padam dapat mengakibatkan energi yang tidak tersalurkan dan menurunkan keandalan sistem.	Metode kuantitatif dengan menghitung energi terselamatkan dan keandalan (TLOD & TLOF) dari kegiatan PDKB transmisi selama 1 tahun.	Energi terselamatkan mencapai 2025,85 MWh, dan nilai TLOD (2,59) serta TLOF (1,02) berada di bawah target → menunjukkan peningkatan keandalan penyaluran energi. menunjukkan bahwa total rugi lebih besar pada malam hari.	Penelitian fokus pada jaringan transmisi (150 kV), sehingga belum menilai penerapan PDKB pada jaringan distribusi 20 kV, khususnya terkait perbaikan isolator tumpu dan dampaknya terhadap SAIDI/SAIFI

2.2 Landasan Teori

2.1.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan bagian akhir dari sistem penyaluran energi listrik yang berfungsi menyalurkan daya dari gardu induk menuju pelanggan. Pada sistem ini, energi listrik diturunkan tegangannya dari level transmisi ke level distribusi agar dapat digunakan secara aman dan efisien oleh konsumen. Umumnya, sistem distribusi dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu distribusi primer dan distribusi sekunder. [3]



Gambar 2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Distribusi primer bekerja pada tegangan menengah, salah satunya jaringan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV. Jaringan ini menjadi jalur utama yang menghubungkan gardu induk dengan gardu distribusi atau penyulang yang memasok beban pelanggan. Keandalan sistem distribusi primer sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik komponen jaringan seperti konduktor, isolator, sambungan, dan peralatan proteksi.

Distribusi sekunder bekerja pada tegangan rendah (220/380 V) yang langsung terhubung dengan pelanggan. Pada tahap ini, kontinuitas pasokan listrik menjadi faktor penting karena pemadaman sekecil apa pun dapat berpengaruh langsung terhadap aktivitas masyarakat dan sektor industri.

Dalam konteks penelitian ini, keandalan sistem distribusi tegangan menengah memegang peran utama karena gangguan yang terjadi pada komponen jaringan — seperti isolator tumpu — dapat menyebabkan pemadaman, lonjakan arus bocor, peningkatan rugi-rugi energi, hingga penurunan kualitas layanan. Oleh karena itu, pemeliharaan yang tepat, termasuk Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) metode sentuh langsung, menjadi strategi penting untuk menjaga kontinuitas penyaluran energi tanpa perlu melakukan pemadaman pada penyulang. [4]

2.1.2 Isolator Tumpu (*Pin Post Insulator*)

Isolator tumpu atau *Pin Post Insulator* adalah salah satu komponen penting pada jaringan Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 kV yang berfungsi untuk menopang konduktor sekaligus mengisolasi bagian bertegangan dari struktur penopang seperti tiang atau *cross-arm*. Isolator ini dirancang untuk menahan gaya mekanis dari konduktor dan menahan tegangan listrik agar aliran arus tidak mengalir ke tanah. [5]



Gambar 2.2 Isolator Pin

Secara konstruksi, isolator tumpu terbuat dari bahan porselen atau komposit polimer yang memiliki kekuatan dielektrik tinggi, tahan terhadap cuaca, serta memiliki permukaan yang dirancang untuk meminimalkan arus bocor. Pada aplikasinya, isolator dipasang dengan

posisi berdiri di atas *pin* atau batang tumpu, sehingga mampu menahan beban tegangan mekanis dan listrik secara simultan.

Kinerja isolator sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungannya. Kontaminasi berupa debu, polusi industri, asap kendaraan, dan kandungan garam di wilayah pesisir dapat menyebabkan degradasi permukaan isolator. Kontaminasi ini meningkatkan nilai arus bocor, menurunkan tegangan tembus, dan berpotensi menyebabkan munculnya jejak arus (*tracking*), percikan api (*arcing*), hingga *flashover*. Gangguan tersebut dapat menyebabkan pemadaman listrik, lonjakan rugi-rugi energi (KWh *losses*), dan menurunkan keandalan sistem distribusi. [5]

Dalam penelitian ini, isolator tumpu menjadi objek utama pemeliharaan karena kerusakan atau kontaminasi pada isolator dapat segera diperbaiki melalui Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) metode sentuh langsung tanpa harus melakukan pemadaman. Dengan pemeliharaan yang tepat, potensi gangguan dapat diminimalkan, sehingga efisiensi energi dan tingkat keandalan sistem distribusi dapat meningkat.

2.1.3 Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) Sentuh Langsung

Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) merupakan metode pemeliharaan jaringan listrik yang memungkinkan pekerjaan dilakukan tanpa memutus aliran listrik pada penyulang. Tujuan utama PDKB adalah menjaga kontinuitas penyaluran energi kepada pelanggan sekaligus memastikan keandalan sistem tetap terjaga selama proses pemeliharaan berlangsung. PDKB menjadi strategi penting dalam operasional PT PLN (Persero), terutama pada jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV yang memiliki karakteristik beban sensitif terhadap pemadaman. [6]

Salah satu teknik PDKB pada jaringan tegangan menengah adalah PDKB Sentuh Langsung (*Bare Hand Method*). Pada metode ini, petugas melakukan pekerjaan dengan cara menyamakan potensial tubuh dengan konduktor bertegangan menggunakan peralatan khusus seperti *hot stick*, sarung tangan isolasi, *conductive suit*, dan sistem pentanahan portabel.

Dengan berada pada potensial yang sama, petugas dapat menyentuh bagian yang bertegangan tanpa terjadi aliran arus melalui tubuh karena tidak terjadi beda potensial.

PDKB Sentuh Langsung memungkinkan berbagai bentuk pekerjaan pemeliharaan, seperti pembersihan isolator, penggantian isolator tumpu, perbaikan sambungan, hingga penanganan *hotspot* pada jaringan. Keunggulan utama metode ini adalah kemampuan melakukan pemeliharaan tanpa menyebabkan pemadaman, sehingga tidak menambah nilai SAIDI dan SAIFI, serta menghindari kerugian energi seperti *Unplanned Energy Not Supplied* (UENS). [7]

Dalam konteks penelitian ini, PDKB Sentuh Langsung memiliki peran penting dalam meminimalkan gangguan akibat kontaminasi atau kerusakan isolator tumpu. Dengan pemeliharaan yang dilakukan tanpa padam, energi yang sebelumnya berpotensi hilang tetap tersalurkan, sehingga berkontribusi pada peningkatan efisiensi energi serta menjaga kualitas layanan dan kepuasan pelanggan.

2.1.4 Dampak PDKB Terhadap Kinerja Operasional PLN

Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) adalah suatu strategi pemeliharaan yang fundamental dalam industri ketenagalistrikan modern. Literatur dan laporan PLN secara konsisten menunjukkan bahwa penerapan PDKB (khususnya PDKB Tegangan Menengah/TM 20 kV) memberikan dampak positif dan terukur terhadap tiga indikator kinerja utama perusahaan (Keandalan Sistem, Penyelamatan Energi (KWh Saving), dan Efisiensi Biaya)

1. Peningkatan Keandalan Sistem (SAIDI dan SAIFI) PDKB secara langsung bertujuan untuk menekan nilai indeks keandalan sistem distribusi :
 - a. Definisi : Keandalan diukur dengan SAIDI (*System Average Interruption Duration Index* / Durasi rata-rata pemadaman) dan SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index* / Frekuensi rata-rata pemadaman). Semakin kecil nilai SAIDI dan SAIFI, semakin andal pelayanan PLN kepada pelanggan.

- b. Dampak PDKB: Pemeliharaan jaringan (seperti penggantian isolator atau perbaikan hotspot) yang dilakukan dengan metode offline (padam) akan menambahkan durasi dan frekuensi pemadaman terencana, yang secara otomatis memperburuk nilai SAIDI dan SAIFI.
 - c. Hasil Kuantitatif (Contoh Kasus PLN Rayon Kota Malang): Penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode PDKB TM 20 kV, nilai SAIDI dapat ditekan secara signifikan (misalnya, menjadi sekitar 21,9 menit/pelanggan/tahun) dibandingkan dengan nilai SAIDI apabila tidak menggunakan PDKB (misalnya, 292 menit/pelanggan/tahun). Hal serupa berlaku untuk SAIFI, di mana nilai frekuensi pemadaman menjadi jauh lebih rendah.
 - d. Kesimpulan : Penggunaan PDKB memungkinkan PLN untuk melakukan pemeliharaan preventif dan korektif tanpa harus melakukan pemadaman, sehingga menghilangkan kontribusi pemadaman terencana terhadap peningkatan nilai SAIDI dan SAIFI.
2. Penyelamatan Energi (KWh Saving) dan Nilai Rupiah
- Salah satu kontribusi finansial terbesar dari PDKB adalah penyelamatan energi yang seharusnya hilang atau tidak tersalurkan : [8]
- a. KWh Saving dari Penghindaran Pemadaman (*Unplanned Energy Not Supplied - UENS*)
- Ketika pekerjaan dilakukan tanpa padam, energi yang seharusnya hilang (Energy Not Supplied/ENS) akibat pemadaman terencana dapat disalurkan kepada pelanggan. Nilai ENS yang terselamatkan ini dihitung sebagai KWh Saving.
- b. Hasil Kuantitatif (Contoh Kasus)
- Berbagai laporan mencatat penyelamatan KWh yang signifikan. Sebagai contoh, di salah satu unit PLN, penyelamatan energi dari pelaksanaan PDKB dalam satu tahun dapat mencapai 2.490.360,18 kWh, yang setara dengan nilai rupiah miliaran.
- c. KWh Saving dari Perbaikan *Losses* Teknis
- Selain menghindari pemadaman, perbaikan komponen yang rusak (misalnya, isolator bocor atau sambungan hotspot) yang dilakukan melalui PDKB akan mengurangi arus

bocor dan rugi-rugi resistansi. Penelitian lain mencatat bahwa perbaikan hotspot dengan metode PDKB dapat menghemat energi (mengurangi *losses*) sebesar 694.440 kWh, berbeda jauh dengan metode offline yang justru menimbulkan kerugian daya karena harus memadamkan penyulang.

3. Efisiensi dan Keuntungan Ekonomis

Penerapan PDKB Sentuh Langsung atau Hot Line Maintenance terbukti lebih efisien dan menguntungkan secara ekonomi dibandingkan pemeliharaan dengan vendor yang memerlukan pemadaman :

a. Keuntungan

Dengan menghemat KWh *losses* dan *Unplanned Energy Not Supplied* (UENS), PLN tidak hanya menjaga kepuasan pelanggan, tetapi juga memperoleh laba bersih yang signifikan dari energi yang terselamatkan dan dapat dijual.

2.1.5 Indeks Keandalan Sistem

Indeks keandalan sistem merupakan parameter yang digunakan untuk menilai tingkat kontinuitas pelayanan tenaga listrik pada suatu wilayah distribusi. Keandalan sistem distribusi sangat dipengaruhi oleh jumlah gangguan, durasi pemadaman, serta kualitas pemeliharaan jaringan. PT PLN (Persero) menggunakan beberapa indikator utama untuk mengukur tingkat keandalan tersebut, terutama SAIDI dan SAIFI, yang keduanya menggambarkan dampak pemadaman terhadap pelanggan. [7]

1. *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI)

SAIDI adalah indeks yang menyatakan rata-rata durasi pemadaman yang dialami oleh setiap pelanggan dalam periode tertentu (jam/pelanggan/tahun). Nilai SAIDI yang tinggi menunjukkan durasi pemadaman yang sering atau panjang, sehingga menandakan tingkat keandalan yang rendah. Oleh karena itu, menurunkan nilai SAIDI menjadi target utama dalam upaya peningkatan kualitas layanan distribusi.

2. *System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)*

SAIFI adalah indeks yang menggambarkan rata-rata frekuensi pemadaman yang dialami setiap pelanggan dalam periode tertentu (kali/pelanggan/tahun). Semakin kecil nilai SAIFI, semakin jarang pelanggan mengalami pemadaman sehingga kualitas pelayanan listrik dianggap lebih baik.

Selain dua indeks utama tersebut, PT PLN (Persero) juga mempertimbangkan parameter *Unplanned Energy Not Supplied (UENS)*, yaitu energi yang tidak tersalurkan akibat gangguan tak terencana. UENS memberikan gambaran kuantitatif mengenai besarnya kerugian energi yang terjadi selama pemadaman, sehingga menjadi indikator penting dalam evaluasi efisiensi energi dan kinerja operasional sistem distribusi.

Dalam konteks penelitian ini, Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) metode sentuh langsung berperan signifikan dalam menurunkan nilai SAIDI, SAIFI, dan UENS. Karena pemeliharaan dilakukan tanpa memadamkan penyulang, kontribusi pemadaman terencana terhadap indeks keandalan dapat dihilangkan, sehingga meningkatkan kualitas pelayanan sekaligus mendukung efisiensi energi pada jaringan SUTM.

2.1.6 Rugi-Rugi Energi (kWh Losses) dan Efisiensi Energi

Rugi-rugi energi (KWh losses) adalah selisih antara energi listrik yang dipasok ke jaringan dan energi yang terukur pada sisi pelanggan. Rugi-rugi ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu rugi-rugi teknis dan rugi-rugi non-teknis. Rugi-rugi teknis disebabkan oleh karakteristik fisik peralatan jaringan, seperti resistansi konduktor, arus bocor pada isolator, sambungan yang tidak sempurna, serta degradasi komponen lain pada jaringan distribusi. Sementara itu, rugi-rugi non-teknis umumnya disebabkan oleh pencatatan energi yang tidak akurat, gangguan administrasi, atau penyimpangan energi.

Pada jaringan SUTM 20 kV, kondisi isolator tumpu memiliki pengaruh besar terhadap rugi-rugi teknis. Kontaminasi atau kerusakan pada permukaan isolator dapat meningkatkan arus bocor sehingga menurunkan efisiensi penyaluran energi. Selain itu, pemadaman tak

terencana yang terjadi akibat gangguan isolator menyebabkan *Unplanned Energy Not Supplied* (UENS), yaitu energi yang gagal tersalurkan kepada pelanggan. [9]

Penerapan Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) metode sentuh langsung berfungsi mengurangi potensi rugi-rugi tersebut dengan memungkinkan pemeliharaan isolator tanpa perlu memadamkan jaringan. Dengan menurunnya arus bocor dan hilangnya energi tak tersalurkan, maka efisiensi energi pada jaringan distribusi meningkat secara signifikan. Secara umum, peningkatan efisiensi energi dapat diestimasi dari penurunan nilai UENS serta berkurangnya rugi-rugi teknis akibat perbaikan isolator.

2.1.7 Aplikasi SIMPDKB

SIMPDKB (*Sistem Informasi Manajemen Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan*) merupakan aplikasi berbasis web yang digunakan sebagai pusat data terintegrasi untuk seluruh kegiatan PDKB Tegangan Tinggi (TT) dan Tegangan Menengah (TM) di lingkungan PT PLN (Persero). Aplikasi ini berfungsi sebagai *centralized database* yang mencatat, memonitor, dan melaporkan seluruh pekerjaan pemeliharaan tanpa padam secara real-time.

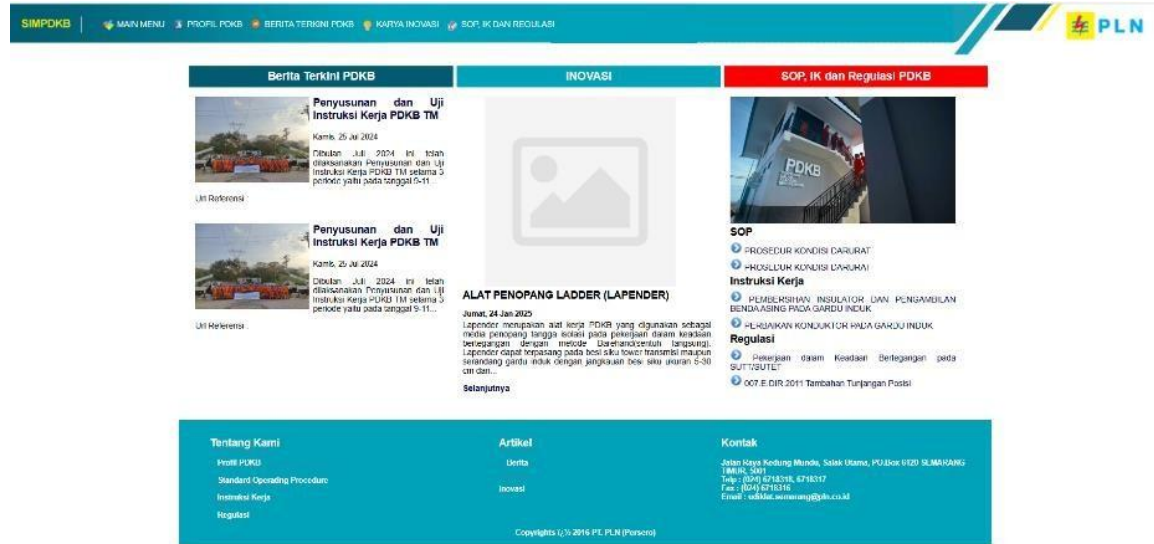
Secara umum, SIMPDKB menyediakan fitur pencatatan lokasi pekerjaan, jenis tindakan pemeliharaan, durasi pelaksanaan, personel yang terlibat, hingga rekapitulasi gangguan yang berdampak pada nilai SAIDI, SAIFI, dan potensi energi tak tersalurkan (*Unplanned Energy Not Supplied* / UENS). Dengan sistem yang terpusat, proses evaluasi operasi maupun perencanaan pemeliharaan dapat dilakukan lebih cepat dan akurat.

Tampilan awal SIMPDKB, yang menampilkan halaman login dan identitas aplikasi, ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Tampilan Awal Aplikasi SIMPDKB

Selain halaman awal, SIMPDKB juga menyediakan halaman profil sistem yang menampilkan menu-menu seperti berita terbaru PDKB, inovasi, SOP, dan regulasi. Halaman ini memudahkan petugas mendapatkan informasi terkini terkait prosedur kerja dan dokumentasi pemeliharaan.



Gambar 2.4 Profil Aplikasi SIMPDKB

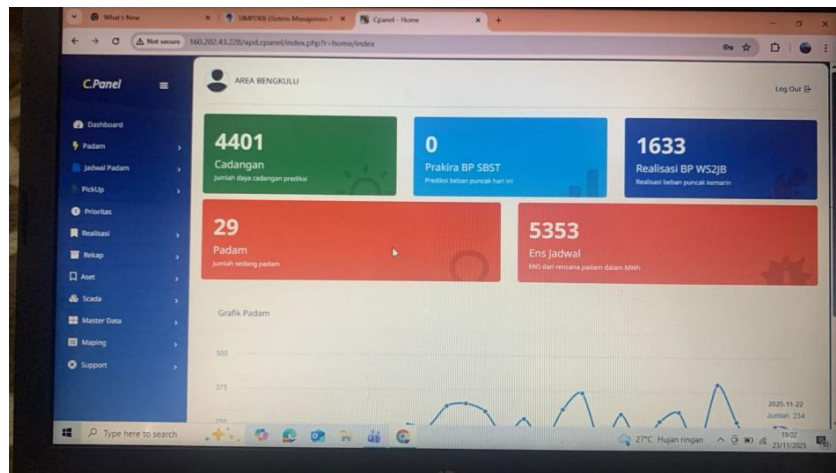
Dalam konteks penelitian ini, SIMPDKB menjadi sumber utama untuk mendapatkan data energi tersalurkan, data UENS, nilai SAIDI dan SAIFI, serta data historis pekerjaan perbaikan isolator tumpu yang dilakukan dengan metode PDKB sentuh langsung maupun pekerjaan padam pada cPanel.

A. Aplikasi cPanel (Pekerjaan Padam)

Selain SIMPDKB yang digunakan untuk pencatatan pekerjaan PDKB tanpa padam, PT PLN (Persero) juga menggunakan aplikasi **cPanel** sebagai sistem informasi untuk memantau dan mencatat seluruh kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dengan pemadaman listrik. Aplikasi ini berfungsi sebagai pusat data operasional yang berisi informasi jumlah padam, jadwal padam, nilai *Unplanned Energy Not Supplied* (UENS), realisasi beban puncak, hingga grafik historis gangguan.

cPanel menjadi alat penting dalam proses evaluasi keandalan sistem karena setiap kejadian padam—baik terencana maupun tidak terencana—akan berkontribusi langsung terhadap nilai SAIDI, SAIFI, dan total energi yang gagal tersalurkan kepada pelanggan. Oleh karena itu, data dari cPanel digunakan sebagai pembanding dengan hasil pekerjaan PDKB tanpa padam yang tercatat pada SIMPDKB.

Tampilan umum aplikasi cPanel dapat dilihat pada Gambar 2.9, yang menunjukkan menu utama meliputi dashboard, jadwal padam, prioritas, realisasi, rekap gangguan, SCADA, master data, dan menu pendukung lainnya.



Gambar 2.5 Tampilan Aplikasi cPanel (Pekerjaan Padam)

Dalam konteks penelitian ini, aplikasi cPanel digunakan untuk memperoleh data pekerjaan pemeliharaan isolator tumpu yang dilakukan dengan padam, nilai UENS yang ditimbulkan akibat pemadaman, serta data historis gangguan pada penyulang. Data ini kemudian dibandingkan dengan pekerjaan PDKB sentuh langsung (tanpa padam) dari SIMPDKB untuk mengevaluasi peningkatan efisiensi energi dan keandalan sistem.

Aplikasi SIMPDKB merupakan sistem informasi yang digunakan untuk mendukung manajemen kegiatan pekerjaan dalam keadaan bertegangan pada jaringan distribusi. Sistem ini dirancang sebagai media pencatatan, pengendalian, dan evaluasi seluruh aktivitas PDKB agar terdokumentasi secara terstruktur dan terintegrasi. Melalui aplikasi ini, proses administrasi pekerjaan menjadi lebih sistematis dibandingkan pencatatan manual.

Pada tampilan awal aplikasi, pengguna disajikan halaman login sebagai bentuk pengamanan akses sistem. Fitur ini memastikan bahwa hanya personel yang memiliki kewenangan yang dapat mengakses data pekerjaan. Setiap akun umumnya terhubung dengan unit kerja tertentu sehingga memudahkan pengawasan dan pelacakan aktivitas.

Setelah berhasil masuk ke sistem, pengguna dapat mengakses menu utama yang memuat berbagai modul, seperti perencanaan pekerjaan, jadwal pelaksanaan, data penyulang, serta rekapitulasi gangguan. Struktur menu yang terorganisasi mempermudah proses navigasi dan pencarian informasi. Hal ini penting mengingat kegiatan PDKB melibatkan koordinasi lintas fungsi dan membutuhkan ketelitian administrasi.

Dalam konteks penelitian ini, SIMPDKB digunakan sebagai sumber data sekunder untuk memperoleh informasi pelaksanaan pekerjaan perbaikan isolator tumpu. Data yang tersedia meliputi waktu pelaksanaan, lokasi pekerjaan, jenis peralatan yang digunakan, serta dokumentasi kegiatan. Informasi tersebut menjadi dasar dalam mengidentifikasi periode sebelum dan sesudah tindakan perbaikan dilakukan.

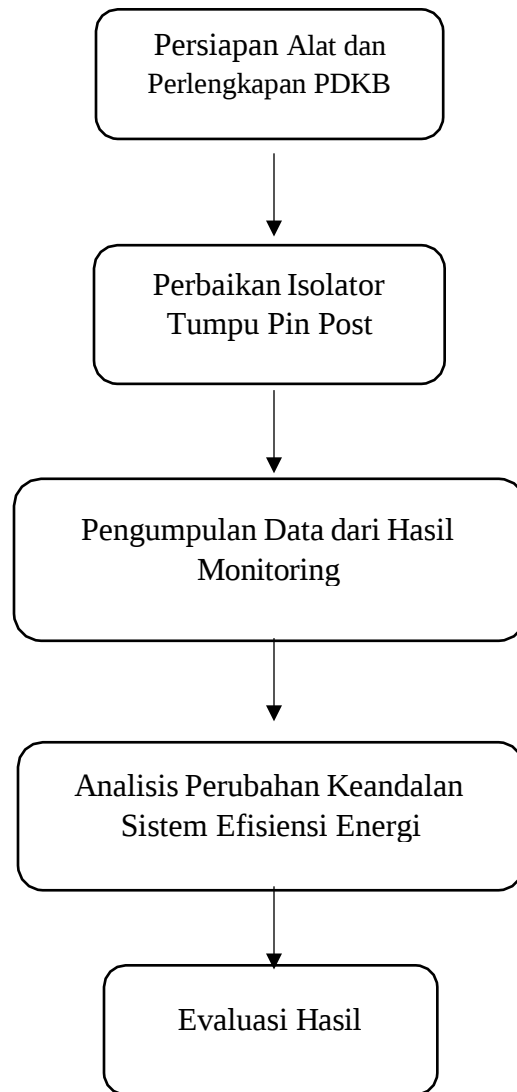
Selain itu, SIMPDKB juga memuat histori pekerjaan yang dapat dikaitkan dengan data gangguan pada sistem distribusi. Dengan adanya histori tersebut, analisis hubungan antara tindakan perbaikan dan perubahan indeks keandalan seperti SAIDI dan SAIFI dapat dilakukan secara lebih objektif. Dokumentasi yang terdigitalisasi membantu meminimalkan kesalahan interpretasi data.

Keunggulan lain dari aplikasi ini adalah kemampuannya dalam mendukung transparansi dan akuntabilitas pekerjaan. Setiap tahapan kegiatan tercatat lengkap, mulai dari pengajuan pekerjaan hingga pelaporan hasil akhir. Hal ini mempermudah proses evaluasi internal maupun audit teknis terhadap pelaksanaan PDKB.

Dari sisi operasional, penggunaan SIMPDKB meningkatkan efisiensi koordinasi antar tim. Informasi yang diperbarui secara real-time memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat, terutama ketika terjadi perubahan kondisi di lapangan. Dengan demikian, potensi keterlambatan pekerjaan atau miskomunikasi dapat diminimalkan.

Dalam penelitian ini, integrasi data SIMPDKB dengan data indeks keandalan memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai dampak pekerjaan perbaikan terhadap performa sistem. Data administrasi pekerjaan menjadi pendukung dalam menjelaskan fluktuasi nilai SAIDI dan SAIFI pada periode tertentu. Dengan kata lain, aplikasi ini berperan sebagai alat validasi terhadap hasil analisis kuantitatif.

2.3 Kerangka Pemikiran



Gambar 2.6 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran penelitian ini dimulai dari tahap persiapan alat dan perlengkapan Pekerjaan Dalam Keadaan Bertegangan (PDKB) yang diperlukan untuk melakukan pemeliharaan tanpa padam pada jaringan SUTM. Setelah seluruh peralatan siap, tahap berikutnya adalah pelaksanaan perbaikan isolator tumpu (pin post) menggunakan metode PDKB sentuh langsung. Tindakan ini dilakukan sebagai langkah preventif maupun korektif untuk menghilangkan potensi gangguan akibat kontaminasi atau kerusakan isolator.

Selanjutnya, setelah pekerjaan lapangan selesai, dilakukan pengumpulan data hasil monitoring, yang mencakup data keandalan seperti SAIDI, SAIFI, serta data energi tidak tersalurkan (UENS) dan rugi-rugi energi sebelum dan sesudah perbaikan. Data ini diperoleh dari aplikasi SIMPDKB untuk pekerjaan tanpa padam dan dari cPanel untuk pekerjaan pemeliharaan yang menimbulkan padam.

Tahap berikutnya adalah analisis perubahan keandalan sistem dan efisiensi energi dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah pelaksanaan PDKB sentuh langsung. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana tindakan perbaikan isolator tumpu dapat meningkatkan kontinuitas penyaluran energi dan mengurangi nilai rugi-rugi.

Akhirnya, dilakukan evaluasi hasil untuk menyimpulkan efektivitas penerapan metode PDKB sentuh langsung dalam meningkatkan keandalan sistem distribusi serta kontribusinya terhadap efisiensi energi di wilayah kerja ULP Kepahiang UP3 Bengkulu.