

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem tenaga listrik dapat dikatakan baik jika memenuhi tiga kriteria yaitu keandalan (*reliability*), ketercukupan (*adequacy*), dan kualitas (*quality*). Keandalan atau *reliability* adalah suatu ukuran berapa kali sistem mengalami gangguan atau tidak mampu melayani pengguna listrik dalam suatu periode tertentu, dan berapa lama proses pemulihan sistem setiap mengalami gangguan. Ketercukupan atau *adequacy* adalah kriteria yang menunjukkan daya mampu pembangkit ketika mensuplai listrik yang mampu mengatasi kebutuhan beban konsumen, Sedangkan kualitas atau *quality* adalah kriteria yang menunjukkan kestabilan tegangan di titik nominalnya dan rendahnya gangguan kualitas daya seperti harmonisa.

Sistem kelistrikan pada dasarnya terdiri dari 3 komponen yaitu pembangkitan, transmisi dan distribusi. Pembangkitan adalah sistem yang berfungsi membangkitkan energi listrik dari berbagai macam pembangkit tenaga listrik. Transmisi adalah sistem yang berfungsi menyalurkan listrik dari pembangkit ke beban. Distribusi adalah sistem yang berfungsi membagikan listrik ke konsumen.

Di sistem pembangkitan, indikator keandalan (*reliability*) diukur menggunakan indikator LOLP (*Loss of Load Probability*). LOLP adalah besarnya nilai kemungkinan terjadinya kehilangan beban karena kapasitas daya tersedia sama atau lebih kecil dari beban sistem, yang dinyatakan dalam hari per tahun. Ukuran LOLP adalah ketersediaan (*availability*) dan ketidakterediaan (*unavailability*). Secara umum metode menentukan LOLP adalah melibatkan suatu faktor yang dinamakan FOR (*Forced Outage Rate*). FOR adalah sebuah faktor yang menggambarkan sering-tidaknya suatu unit pembangkit mengalami gangguan, biasanya diukur untuk masa satu tahun. Dalam istilah reliabilitas, FOR dapat juga disebut sebagai *unavailability* [1].

Penentuan nilai indeks LOLP dapat dihitung secara konvensional atau menggunakan perangkat lunak khusus. Dalam perhitungan secara konvensional biasanya digunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Penggunaan Microsoft Excel untuk proses hitung nilai indeks LOLP akan semakin rumit jika pembangkit semakin banyak. Sedangkan salah satu contoh perhitungan menggunakan perangkat lunak khusus adalah penggunaan WASP IV. Perangkat lunak tersebut dapat menghitung dengan cepat nilai indeks LOLP dan digunakan untuk perencanaan pembangkit, namun fungsi spesifik perangkat lunak tersebut bukan untuk menghitung nilai indeks LOLP.

Menentukan nilai LOLP pada pembangkit eksisting, tidak dalam rangka perencanaan dengan jumlah pembangkit yang banyak jika dilakukan secara manual akan memakan waktu yang lama, sedangkan jika menggunakan perangkat lunak khusus di perencanaan pembangkit dapat menimbulkan hasil perhitungan yang kurang tepat karena modularitas dari perangkat lunak hanya berfungsi untuk menghitung perencanaan pembangkit. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka diperlukan suatu alat bantu perhitungan LOLP berupa perangkat lunak yang fungsi spesifiknya untuk mempermudah dalam menentukan nilai indeks LOLP pada pembangkit eksisting.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana perancangan perangkat lunak sederhana dalam penentuan indeks LOLP, yang diharapkan dapat mempermudah proses hitung nilai indeks LOLP pada jumlah pembangkit yang banyak, serta dapat digunakan untuk menentukan nilai LOLP pada pembangkit eksisting.

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah merancang sebuah perangkat lunak sederhana untuk mempermudah proses hitung nilai indeks LOLP dan dapat digunakan untuk menghitung LOLP pada pembangkit yang eksisting yang di dalamnya berisi:

1. Proses hitung cepat dalam menghitung keandalan pada sistem pembangkitan yang mempunyai jumlah pembangkit yang banyak.
2. Hasil dari perangkat lunak adalah valid.
3. Fungsi spesifik untuk menghitung nilai indeks LOLP pada pembangkit eksisting.

1.4. Manfaat

Dengan melakukan penelitian ini, diharapkan memperoleh manfaat dari sisi praktis dan sisi akademis. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1.4.1. Manfaat Akademis

Manfaat di bidang akademis dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik dalam pembuatan perancangan perangkat lunak sederhana.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya pengetahuan penerapan ilmu kalkulasi pada perancangan perangkat lunak, khususnya penentuan nilai LOLP.

1.4.2. Manfaat Praktis

Manfaat praktis dari penelitian ini diharapkan menjadi alat bantu bagi PLN dan peneliti yang mendalami analisa keandalan pada sistem pembangkitan agar mempermudah proses hitung nilai indeks LOLP pada sistem pembangkitan eksisting yang mempunyai jumlah pembangkit yang banyak.

1.5. Batasan Masalah

Batasan Masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini difokuskan pada studi perancangan perangkat lunak untuk kalkulasi beberapa variabel, khususnya variabel untuk menentukan nilai indeks LOLP.
2. Analisis yang dilakukan menggunakan teori rekayasa perangkat lunak.
3. Perancangan perangkat lunak menggunakan bahasa pemrograman *Java*.
4. Model yang digunakan adalah sistem pembangkitan pada model IEEE 7 Bus.

1.6. State of the Art

State of the art adalah pernyataan yang menunjukkan bahwa penyelesaian masalah yang diajukan merupakan hal yang berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti lain. Dalam bagian ini akan diuraikan secara singkat penelitian sebelumnya yang dapat memperkuat alasan mengapa penelitian ini akan dilakukan. Adapun *state of the art* penelitian lainnya dijabarkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Referensi

NO.	JUDUL	PENELITI	TAHUN	DESKRIPSI PENELITIAN
1.	Perhitungan <i>Loss of Load Probability</i> (Probabilitas Kehilangan Beban) Sistem Tenaga Listrik di PT.Pupuk Sriwidjaja	Rina Apriani, Rudyanto Thayib	2015	Penelitian ini meneliti tentang nilai indeks LOLP di PT.Pupuk Sriwidjaja dengan metode pengambilan data yang berkaitan dengan jumlah pembangkit, kapasitas pembangkit, jumlah beban, dan beban puncak harian selama beberapa tahun terakhir. Hasil dari penelitian tersebut, setelah perencanaan penambahan beban, maka nilai indeks keandalan sistem tenaga listrik meningkat dibandingkan sistem pembangkitan saat ini.
2.	<i>Fast Heuristic Algorithm for Maximum LOLP</i>	Ming Yang, dkk	2012	Penelitian ini meneliti penemuan untuk mempercepat algoritma maksimum untuk

NO.	JUDUL	PENELITI	TAHUN	DESKRIPSI PENELITIAN
	<i>Constrained Unit Commitment</i>			menentukan LOLP yang dibatasi <i>unit commitment</i> dengan metode membandingkan probabilitas kendala dengan pendekatan <i>unit commitment</i> deterministik tradisional dalam komputasi. Hasil dari penelitian tersebut adalah efisiensi perhitungan secara signifikan meningkat tanpa kehilangan banyak akurasi hitungan.
3.	<i>Applying function point to unified modeling language: Conversion model and pilot study</i>	Giovanni Cantone, Davide Pace, Giuseppe Calavaro	2004	Penelitian ini mempertimbangkan konvertibilitas elemen UML menjadi entitas dari <i>Function Point Analysis</i> . Penelitian ini mengembangkan pedoman, aturan, heuristik, dan spesifikasi fleksibilitas. Makalah ini menyajikan dan membahas desain, konduksi dan hasil dari studi percontohan. Hasil dari Penelitian tersebut adalah untuk menguji model seperti, sebuah studi percontohan dapat dilakukan: Bagian dari aplikasi industri (sebuah sistem untuk mengelola tanda tangan digital melalui jaringan elektronik) digunakan sebagai objek studi percontohan, dan sekelompok orang berpartisipasi sebagai subyek studi percontohan
4.	<i>Generating expected results for automated black-box testing</i>	P. J. Schroeder, P. Faherty, B. Korel	2002	Penelitian ini dijelaskan sebuah teknik untuk menghasilkan hasil yang diharapkan untuk pengujian kotak hitam otomatis. Teknik yang digunakan hubungan Input-Output (IO) program untuk mengidentifikasi kombinasi input program yang unik yang mempengaruhi keluaran program. Hasil dari penelitian

NO.	JUDUL	PENELITI	TAHUN	DESKRIPSI PENELITIAN
				ini adalah sebuah studi eksperimental di mana memeriksa hasil dari 384 kasus uji memungkinkan dapat menghasilkan hasil yang diharapkan dan mengotomatisasi hampir 600.000 kasus uji secara keseluruhan.
5.	<i>Accuracy of The Edgeworth Approximation for LOLP Calculations in Small Power System</i>	Donald J. Levy, Edward P. Kahn	1982	Penelitian ini melakukan penelitian tentang akurasi kalkulasi LOLP pada sistem tenaga listrik berskala kecil dengan menggunakan pendekatan teori Edgeworth. Hasil dari penelitian ini menambahkan generator lebih besar dari keadaan yang sudah ada, membuat ekspansi <i>Edgeworth-type</i> lebih tidak akurat dibandingkan menambahkan salah satu ukuran optimal.
6.	<i>Variance and Approximate Confidence Limits on LOLP for A Single-Area System</i>	A. D. Patton, A. Stasinou	1975	Penelitian ini meneliti metode untuk mengenali generator alami yang tidak pasti yang menghasilkan pemadaman dan biasa digunakan dalam menghitung indeks reliabilitas LOLP dengan mengubah FOR sebagai variabel acak. Hasil penelitian ini perkiraan <i>confidence limits</i> dapat dengan mudah dihitung karena parameter distribusi ditentukan oleh nilai yang diharapkan dan perbedaan LOLP.

Penelitian yang dilakukan oleh Rina Apriani dan Rudyanto Thayib yang berjudul *Perhitungan Loss of Load Probability (Probabilitas Kehilangan Beban) Sistem Tenaga Listrik di PT.Pupuk Sriwidjaja* merupakan paper yang diterbitkan oleh ISSN pada tahun 2015, yang membahas tentang nilai indeks LOLP di PT.Pupuk Sriwidjaja dengan metode pengambilan data yang berkaitan dengan

jumlah pembangkit, kapasitas pembangkit, jumlah beban, dan beban puncak harian selama beberapa tahun terakhir. Data yang diambil adalah data gangguan pada tahun 2013 untuk menentukan nilai *Forced Outage Rate* (FOR), untuk menentukan hasil probabilitas individu setiap pembangkit. Setelah menentukan probabilitas individu setiap pembangkit dilakukan proses hitung probabilitas gabungan pembangkit. Langkah terakhir adalah hasil perhitungan LOLP. Hasil dari penelitian tersebut, setelah penambahan beban, maka nilai indeks keandalan sistem tenaga listrik meningkat dibandingkan sistem pembangkitan saat ini [2].

Penelitian yang dilakukan oleh Ming Yang, dkk dengan judul *Fast Heuristic Algorithm for Maximum LOLP Constrained Unit Commitment* yang dimuat IEEE pada tahun 2012, di penelitian ini dilakukan sebuah penemuan untuk mempercepat algoritma maksimum untuk menentukan LOLP yang dibatasi *unit commitment* dengan metode membandingkan probabilitas kendala dengan pendekatan *unit commitment* deterministik tradisional dalam komputasi. Dalam paper tersebut didapatkan kebaruan untuk menentukan keandalan yang dibatasi oleh *Unit Commitment*. Dengan pendekatan efisiensi komputasi secara signifikan membaik tanpa kehilangan banyak akurasi hitungan, serta dapat memajukan aplikasi dengan pendekatan probabilitas *Unit Commitment* (UC). Dibandingkan dengan algoritma yang sudah ada, algoritma yang diteliti dari secara penuh menganggap *Spinning Reserve Requirement* (SRR) meningkat dikarenakan peningkatan dari *committed units*, dan perkiraan SRR secara langsung dari hasil perulangan terakhir UC. Dengan cara ini, kecepatan dari *SRR update* menjadi lebih cepat dan komputasi efisiensi pun meningkat [3].

Penelitian yang dilakukan oleh Giovanni Cantone, dkk dengan judul *Applying function point to unified modeling language: Conversion model and pilot study* yang dimuat IEEE pada tahun 2004, menjelaskan *Unified Modeling Language* (UML) adalah keluarga yang sebagian besar merupakan notasi visual yang telah menjadi "lingua franca" dari rekayasa perangkat lunak. Dalam setting industri UML digunakan terutama sebagai sarana untuk memfasilitasi komunikasi antar manusia sehingga kualitas visualnya menentukan kegunaan dan nilai praktisnya. Namun,

sangat jarang melihat analisis kualitas visual dan keefektifannya. Karena UML terus berkembang, beberapa pedoman dan kriteria untuk membantu menganalisis setiap perubahan atau notasi usulan tambahan akan bermanfaat. Dengan membangun beberapa kerangka dasar dan kriteria desain, kami mengembangkan beberapa prinsip untuk perancangan yang efektif, terutama bila mempertimbangkan bahasa dengan semantik yang kabur. Kami menggunakan ini untuk mengidentifikasi sejumlah masalah UML yang muncul dalam representasi diagram model dan mengusulkan perbaikan yang mengatasi kesulitan ini. Metodologi ini berlaku untuk menganalisis bahasa kompleks lainnya dengan semantik samar untuk mencoba mengurangi kesalahan manusia[4].

Penelitian yang dilakukan P. J. Schroeder, ddk yang berjudul *Generating expected results for automated black-box testing* yang dimuat IEEE pada tahun 2002, dilakukan penelitian sebuah teknik untuk menghasilkan hasil yang diharapkan untuk pengujian *Black Box* otomatis. Menghasilkan hasil yang diharapkan *suite* tes otomatis yang lebih besar memungkinkan untuk dibuat, untuk pengujian produk secara kontinyu. Teknik ini menggunakan hubungan Input-Output (IO) program untuk mengidentifikasi kombinasi input program yang unik yang mempengaruhi keluaran program. Dengan informasi ini, sejumlah kecil kasus uji coba dilakukan dan diperiksa kebenarannya. Mengingat ketepatan himpunan ini, hasil yang diharapkan untuk rangkaian uji kombinatorial yang lebih besar dapat dihasilkan secara otomatis. Termasuk dalam makalah ini adalah sebuah studi eksperimental di mana memeriksa hasil dari 384 kasus uji memungkinkan kita menghasilkan hasil yang diharapkan dan mengotomatisasi hampir 600.000 kasus uji secara keseluruhan[5].

Penelitian yang dilakukan oleh Donald J. Levy dan Edward P. Kahn dengan judul penelitian *Accuracy of The Edgeworth Approximation for LOLP Calculations in Small Power System* yang dimuat IEEE pada tahun 1982. Di penelitian ini membahas akurasi kalkulasi LOLP pada sistem tenaga listrik berskala kecil dengan menggunakan pendekatan teori *Edgeworth*. Pada penelitian tersebut diperlihatkan dua kriteria. Kriteria pertama, jika FOR terlalu rendah, maka

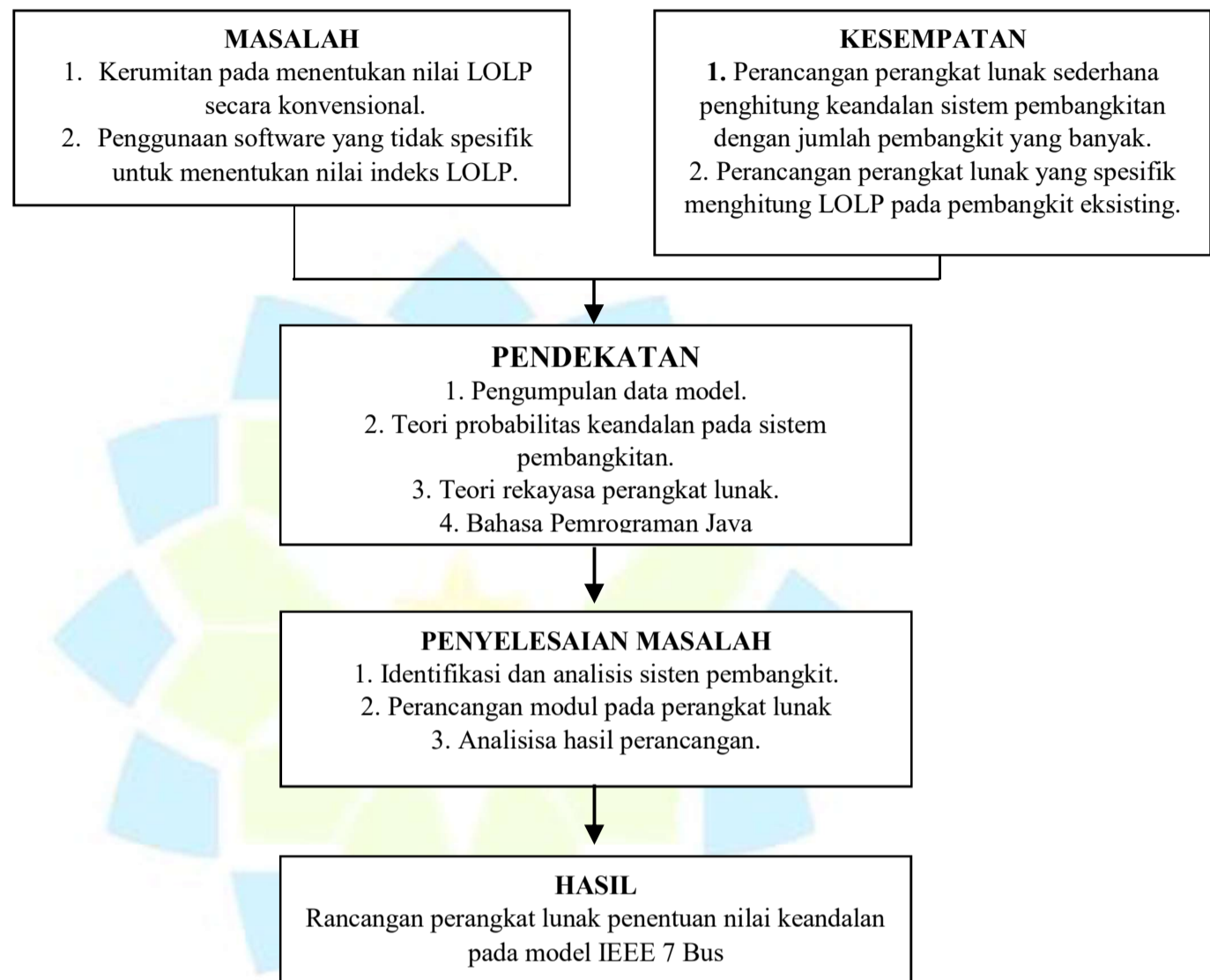
perkiraan LOLP dengan seri *Edgeworth-type* menjadi rendah. Kriteria kedua, jika menambahkan generator lebih besar dari keadaan yang sudah ada, membuat ekspansi *Edgeworth-type* lebih tidak akurat dibandingkan menambahkan salah satu ukuran optimal. Asal-usul dari kenegatifan LOLP pada saat menggunakan perkiraan *Edgeworth*, digunakan dua kriteria yang telah dijelaskan di atas [6].

Penelitian yang dilakukan oleh A. D. Patton dan A. Stasinou dengan judul penelitian *Variance and Approximate Confidence Limits on LOLP for A Single-Area System* yang dimuat IEEE pada tahun 1975, penelitian ini membahas metode untuk mengenali generator alami yang menghasilkan pemadaman dan biasa digunakan dalam menghitung indeks reliabilitas LOLP dengan mengubah FOR sebagai variabel acak dengan maksud dan perbedaan variabel yang ditentukan. Hasil penelitian ini perkiraan *confidence limits* dapat dengan mudah dihitung karena parameter distribusi ditentukan oleh nilai yang diharapkan dan perbedaan LOLP [7].

Berdasarkan Tabel 1.1., sudah banyak penelitian dalam menghitung nilai LOLP. Namun, dibandingkan penelitian-penelitian di atas, tugas akhir ini memiliki kemiripan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rani Apriani dan Rudyanto Thayib [8] yaitu penentuan nilai indeks LOLP di sistem pembangkitan yang jumlah pembangkitnya sedikit dengan metode perhitungan konvensional. Dalam penelitian tugas akhir ini terdapat perbedaan dengan penelitian Rani Apriani dan Rudyanto Thayib, karena penelitian tugas akhir ini terfokus pada perancangan perangkat lunak untuk menentukan nilai indeks LOLP pada sistem pembangkitan eksisting yang mempunyai jumlah pembangkit yang banyak, bukan menggunakan metode perhitungan konvensional dengan jumlah pembangkit yang sedikit. Hal tersebut menjadikan penelitian ini secara metodologi menawarkan kebaruan (*novelty*) dari sisi hasil penelitian. Penelitian tugas akhir ini tidak mengulangi metode seperti di penelitian yang sudah ada. Meskipun demikian, dalam penelitian tugas akhir ini penerapan perhitungan nilai indeks LOLP lebih menekankan pada kajian rekayasa perangkat lunak untuk menghitung nilai indeks LOLP yang rumit.

1.7. Kerangka Pemikiran

Adapun kerangka berpikir dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut:



Gambar 1.1. Kerangka Berfikir

1.8. Sistematika Penulisan

Penulisan laporan penelitian tugas akhir ini memiliki sistematika penulisan dengan jumlah 4 bab, dimana setiap masing-masing bab mempunyai isi, berikut penjabaran isi setiap bab:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, yang melatar belakangi mengapa penelitian tugas akhir ini dilakukan, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, posisi penelitian, kerangka berpikir serta sistematika penulisan yang akan dilakukan dalam tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tinjauan pustaka yang sangat relevan dengan kegiatan penelitian ini, berupa kajian keandalan sistem pembangkitan dengan metode LOLP dan kajian rekayasa perangkat lunak yang akan digunakan untuk perancangan perangkat lunak sederhana penentuan nilai LOLP.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai metodologi yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini, yang dimulai dari studi literatur, merumuskan masalah, mengumpulkan data, perancangan, simulasi, dan validasi rancangan perangkat lunak. Untuk optimasi kalkulasi penentuan nilai pada nilai indeks LOLP.

BAB IV IMPLEMENTASI PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Bab ini membahas mengenai tahap – tahap dari yang telah dijelaskan pada metodologi penelitian untuk merancang perangkat lunak penentuan nilai indeks *Loss of Load Probability* (LOLP) secara mendalam dan dijelaskan secara runtut.

BAB V VALIDASI PERANGKAT LUNAK

Bab ini membahas mengenai validasi dari perancangan perangkat yang telah dibuat, validasi dilakukan dengan 2 langkah, langkah pertama adalah perhitungan secara manual dan langkah selanjutnya adalah perhitungan dengan perangkat lunak yang sudah dirancang. Selanjutnya dilakukan analisa terhadap perhitungan manual yang dibandingkan dengan perhitungan menggunakan perangkat lunak.

BAB VI PENUTUP

Bab ini membahas mengenai hasil dari tugas akhir yang telah dilakukan dengan menjelaskan dari kesimpulan tugas akhir dan memberikan saran untk penelitian yang serupa untuk waktu yang akan datang.

