

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik perdesaan adalah listrik yang dibangkitkan dan disalurkan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat perdesaan[1]. Karakteristik listrik perdesaan adalah pada dasarnya untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat perdesaan ditujukan terutama untuk kepentingan penerangan[2]. Dalam perencanaan dan pengembangan listrik perdesaan faktor utama yang perlu dipertimbangkan yaitu jarak yang jauh dari jaringan listrik yang dioperasikan oleh *utility*/PLN dan pengoptimalan sumber daya alam setempat[1][3]. Jarak perdesaan yang jauh dari pusat pembangkit atau gardu induk tegangan tinggi dan gardu induk tegangan *extra* tinggi memerlukan investasi yang besar dan juga harus mempertimbangkan rugi-rugi daya saat pendistribusian *energy* listrik. Sehingga perlu adanya pengoptimalan potensi *energy* sumber daya alam yang ada[1].

Listrik perdesaan yang dikembangkan dengan Ekspansi jaringan listrik *eksisting* akan memiliki persoalan kualitas layanan listrik. Pendistribusian *energy* listrik dari pembangkit hingga sampai ke konsumen dengan jarak yang jauh, akan mengakibatkan terjadi penurunan kualitas akibat timbulnya rugi tegangan dan rugi daya saluran[4]. Timbulnya rugi-rugi tersebut saling berkaitan karena rugi tegangan yang timbul pada saluran selanjutnya akan menghasilkan rugi daya pada saluran. Rugi tegangan sendiri terjadi dari dua komponen yakni rugi-rugi tegangan akibat *resistansi* saluran dan rugi-rugi tegangan akibat *reaktansi* saluran. Rugi-rugi *resistansi* akibat tahanan saluran akan menimbulkan rugi daya aktif sedangkan rugi-rugi tegangan akibat *reaktansi* saluran akan menimbulkan rugi daya *reaktif*. Rugi daya aktif akan terdisipasi dalam bentuk *energy* sedangkan rugi daya *reaktif* akan di kembalikan ke sistem dalam bentuk medan magnet dan atau medan listrik. Rugi daya aktif ini menghasilkan susut daya sehingga daya aktif yang sampai ke beban pada sisi penerima selalu lebih kecil dari daya aktif dari sisi pengirim[4]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka listrik perdesaan dapat dikembangkan dengan memprioritaskan penggunaan sumber daya alam yang terdapat di kawasan perdesaan tersebut. Sumber daya alam yang terdapat di kawasan perdesaan, pada dasarnya bersifat *opsional* atau pilihan, sehingga pada perencanaan listrik perdesaan adalah perencanaan untuk menjamin ketersediaan tenaga listrik dengan jumlah yang cukup, kualitas yang baik dan harga yang terjangkau.

Sumber daya alam di kawasan perdesaan yang bersifat *opsional* menyebabkan terdapat sejumlah alternatif sumber pasokan listrik. Kombinasi alternatif pasokan listrik yang optimal bersifat *site spesifik* atau bergantung pada lokasi. Untuk mendapatkan kombinasi pasokan listrik yang optimal diperlukan sebuah teknik optimasi yang dapat memilih pasokan listrik yang optimal guna memenuhi kebutuhan listrik di wilayah perdesaan.

Salah satu teknik optimasi yang berkembang dengan pemakaian yang meluas saat ini adalah metode *Particle Swarm Optimization* (PSO)[5]. Metode *Particle Swam Optimization* (PSO) adalah algoritma pencarian keputusan berbasis populasi dan pencarian keputusan secara paralel menggunakan sekelompok partikel[6]. Untuk mengetahui kombinasi pasokan listrik yang optimum, maka metode PSO dipilih karena memiliki beberapa kelebihan dibandingkan metode lainnya, yaitu mudah diimplementasikan, parameter yang digunakan sedikit, dan diharapkan bisa menjadi solusi optimasi dalam perencanaan kelistrikan perdesaan[5][6]. Meskipun demikian, model penggunaan PSO di perencanaan kelistrikan perdesaan belum banyak diteliti. Oleh karena itu, dalam penelitian Tugas Akhir ini perencanaan kelistrikan perdesaan yang optimal dicoba menggunakan metode optimasi *Particle Swarm Optimization* (PSO), untuk studi kasus di Dusun Cisoka Desa Citengah, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka pokok masalah pada penelitian Tugas Akhir ini adalah bagaimana perencanaan listrik perdesaan yang optimal dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO), studi kasus dalam penelitian Tugas Akhir dilakukan di Dusun Cisoka Desa Citengah, Kabupaten Sumedang Jawa Barat.

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merencanakan listrik perdesaan yang optimal menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). Studi kasus dilakukan di Dusun Cisoka Desa Citengah, Kabupaten Sumedang Jawa Barat.
2. Memilih alternatif pembangkit tenaga listrik yang optimal dalam perencanaan listrik perdesaan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam setempat.

1.4 Manfaat

Dengan melakukan penelitian Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diperoleh manfaat dari sisi akademis dan juga sisi praktis. Manfaat yang diharapkan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1.4.1 Manfaat Akademis

Manfaat di bidang akademis dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan jawaban akademis mengenai alternatif teknik penyediaan listrik bagi masyarakat perdesaan.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik mengenai alternatif dalam optimasi perencanaan teknik penyediaan listrik perdesaan dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO).
3. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mengembangkan metode optimasi dalam memilih perencanaan listrik perdesaan sebagai bagian dari pengembangan ilmu perencanaan teknik tenaga listrik.
4. Mengembangkan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) dalam perencanaan listrik perdesaan sebagai bagian dari pengembangan ilmu perencanaan teknik tenaga listrik.

1.4.2 Manfaat Praktis

Manfaat Praktis dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian Tugas Akhir ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pemerintah dalam mempertimbangkan rencana teknik penyediaan listrik bagi masyarakat perdesaan.
2. Penelitian ini dapat bermanfaat bagi pemerintah untuk digunakan sebagai literatur dalam mengembangkan program kelistrikan di daerah perdesaan yang tidak terjangkau oleh *utility*/PLN.

1.5 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang di kaji dalam penelitian Tugas Akhir ini menjadi terarah, maka masalah yang akan di bahas adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan kelistrikan terbatas hanya untuk daerah perdesaan dengan studi kasus di Dusun Cisoka, Desa Citengah, Kabupaten Sumedang Jawa Barat.
2. Alternatif teknik penyediaan listrik terdiri dari pembangkit listrik yang menggunakan *energy* terbarukan skala kecil dan *energy* alternatif lain yang memungkinkan.

3. Pada penelitian Tugas Akhir ini, metode optimasi perencanaan listrik daerah perdesaan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO).
4. Kriteria optimal yang di gunakan hanya mencakup kriteria optimal secara teknis dan ekonomis.

1.6 *State of the Art*

State of the Art adalah pernyataan yang menunjukkan bahwa penyelesaian masalah yang diajukan, merupakan masalah yang berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti lain. Dalam Tabel 1.1 dibawah ini, akan diuraikan secara singkat penelitian sebelumnya yang akan memberikan penjelasan dan alasan sehingga akan memperkuat mengapa penelitian Tugas Akhir ini akan dilakukan. Adapun *State of the Art* penelitian-penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut.

Tabel 1.1 Tabel Referensi

Judul	Peneliti	Tahun	Deskripsi Penelitian
Minimalisasi Biaya Sistem Dengan Pemilihan Penghantar Jaringan Distribusi Menggunakan Metode <i>Particle Swarm Optimization</i> (PSO)	Risnandar, M.A.	2017	Paper ini meneliti tentang pemilihan penghantar dalam perencanaan jaringan distribusi tenaga listrik. Metode yang di gunakan dalam penelitian ini yaitu metode <i>Particle swarm Optimization</i> (PSO). Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukan bahwa luas penampang penghantar yang besar pada jaringan distribusi tidak mengakibatkan biaya sistem yang mahal[5].

<p>Perencanaan Kelistrikan Perdesaan yang Optimal Menggunakan Metode <i>Real Option</i>.</p>	<p>Roliya Dwi Putri</p>	<p>2017</p>	<p>Penelitian yang dilakukan oleh saudari Roliya Dwi Putri yang meneliti tentang perencanaan kelistrikan perdesaan, dimana pada penelitian ini menggunakan metode <i>Real Option</i>. Hasil yang di peroleh dalam penelitiannya adalah pembangkit yang optimal di perdesaan Kabupaten Cianjur adalah dengan menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)[7].</p>
<p><i>Simultaneous Placement and Sizing of Renewable DGs and Capacitor Banks in Distribution Network</i></p>	<p>Parta Kayal, Tanmay Ashish and Chandan kumar Chanda</p>	<p>2014</p>	<p>Paper ini meneliti tentang penempatan simultan dan ukuran beberapa DG (<i>Distributed Generation</i>) terbarukan dan kapasitor bank di jaringan distribusi dengan mempertimbangkan keandalan, stabilitas tegangan dan kriteria ekonomi. Pada penelitian ini menggunakan metode <i>Discrete Particle Swarm Optimization</i> (DPSO). Hasil penelitian yang diperoleh yaitu pengurangan kerugian daya yang cukup dan peningkatan profil tegangan yang signifikan, penempatan turbin angin , <i>PV</i> array dan bank kapasitor ukuran optimal di lokasi yang tepat, menaikkan besaran tegangan bus tegangan rendah pada kondisi yang baik[8].</p>

<p><i>Optimal Location of a New Generataing Unit Using Particle Swarm Optimization (PSO)</i></p>	<p>M, N. Suharto, M. Y. Hassan, Member <i>IEEE</i>, M. P. Abdullah, M. S. Majid, Member <i>IEEE</i> and F</p>	<p>2011</p>	<p>Paper ini meneliti tentang penentuan lokasi pembangkit baru dengan mempertimbangkan beberapa aspek diantaranya aspek teknis, ekonomi, lingkungan, dan lokasi yang menghasilkan minimum biaya bahan bakar secara keseluruhan. Metode yang digunakan yaitu metode optimasi <i>Particle Swarm Optimization (PSO)</i>, Hasil simulasi telah menunjukkan bahwa unit pembangkit baru menghasilkan lokasi yang optimal dan dapat menghemat bahan bakar secara keseluruhan, mengurangi total emisi generator dan kerugian dalam jaringan[6].</p>
<p><i>Optimal Operational Planning and Control of Energy Plants by & Constrained Particle Swarm Optimization (PSO)</i></p>	<p>Ryoihei Suzuki, Fukiko Kawai, Shinji Kitagawa, Tetsuro Matsui, Kouji Matsumoto, Donghui Xiang and Yoshikazu Fukuyama</p>	<p>2010</p>	<p>Paper ini meneliti tentang Perencanaan operasi yang optimal dan kontrol pembangkitan <i>energy</i> oleh ϵ dibatasi dengan metode <i>Particle Swarm Optimization (PSO)</i>. Metode yang digunakan adalah metode <i>Particle Swarm Optimization (PSO)</i>. Hasil yang di peroleh dengan metode <i>PSO</i> menunjukkan solusi yang sangat praktis untuk masalah target tanpa batasan parameter tuning[9].</p>

Dari Referensi yang ditunjukkan pada Tabel 1.1 maka dapat di analisis penelitian sebidang pada penelitian sebelumnya, penelitian yang dilakukan oleh Risnandar, M.A dalam paper yang berjudul Minimalisasi Biaya Sistem Dengan Pemilihan Penghantar Jaringan Distribusi Menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization (PSO)* dipublikasikan pada tahun 2017. Penelitian ini fokus pada pemilihan penghantar dalam perencanaan jaringan distribusi tenaga listrik. Pemilihan penghantar dalam perencanaan jaringan distribusi tenaga

listrik pada penelitian ini menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). Metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pencarian solusi dengan memasukan solusi sebelumnya ke dalam inisialisasi partikel pada tahapan selanjutnya. Hasil yang di peroleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa luas penampang penghantar yang besar pada jaringan distribusi tidak mengakibatkan biaya sistem yang mahal[5].

Penelitian yang dilakukan oleh Roliya Dwi Putri dalam Tugas Akhir yang berjudul Perencanaan Kelistrikan Perdesaan yang Optimal menggunakan metode *Real Option* pada tahun 2017. Penelitian ini fokus pada perencanaan kelistrikan perdesaan yang optimal menggunakan metode *Real Option*. Hasil yang di peroleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa tipe pembangkit yang paling optimal untuk digunakan di perdesaan Kampung Bobojong Kabupaten Cianjur adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Isolated*, karena simulasinya menunjukkan nilai *option value* sebesar Rp 21 milyar yang merupakan nilai *option value* tertinggi dibandingkan dengan opsi-opsi pembangkit listrik lainnya[7].

Kemudian peneliti bernama Parta Kayal, Tanmay Ashish and Chandan kumar Chanda dengan paper yang berjudul *Simultaneous Placement and Sizing of Renewable DGs and Capacitor Banks in Distribution Network* di publikasikan pada tahun 2014 dalam *International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies* (ICCPCT), dimana Parta Kayal dkk ini, meneliti mengenai penempatan simultan dan ukuran beberapa DG (*Distributed Generation*) terbarukan dan kapasitor bank di jaringan distribusi dengan mempertimbangkan keandalan, stabilitas tegangan dan kriteria ekonomi. Pada penelitian ini digunakan sebuah metode teknik optimasi yaitu metode *Discrete Particle Swarm Optimization* (DPSO) untuk menentukan lokasi yang optimal, jenis dan ukuran turbin angin, *PV* array dan kapasitor bank. Hasil yang diperoleh dalam penempatan simultan dan ukuran beberapa DG (*Distributed Generation*) terbarukan dan kapasitor bank di jaringan distribusi dengan menggunakan metode *Discrete Particle Swarm Optimization* (DPSO) yaitu pengurangan kerugian daya yang cukup dan peningkatan profil tegangan yang signifikan, penempatan turbin angin, *PV* array dan bank kapasitor ukuran optimal di lokasi yang tepat, menaikkan besaran tegangan bus tegangan rendah pada kondisi yang baik. Pada penelitian ini metode DPSO juga dapat mengalokasikan DG (*Distributed Generation*) terbarukan dan kapasitor bank dalam cara yang lebih baik dengan pertimbangan banyak tujuan dan kriteria keandalan secara bersamaan. Studi kasus pada penelitian ini dilakukan pada jaringan distribusi perdesaan India[8].

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh M, N. Suharto, M. Y. Hassan, Member *IEEE*, M. P. Abdullah, M. S. Majid, Member *IEEE* and F. Hussin dengan judul *Optimal Location of a New Generating Unit Using Particle Swarm Optimization* (PSO) yang di publikasikan pada

tahun 2011 dalam *International Power Engineering and Optimization Conference*. Penelitian ini fokus pada penentuan lokasi pembangkit baru dengan mempertimbangkan beberapa aspek diantaranya aspek teknis, ekonomi dan lingkungan, lokasi yang menghasilkan minimum biaya bahan bakar secara keseluruhan dan lain-lain. Metode yang digunakan dalam memecahkan masalah optimasi pada penelitian ini yaitu metode *Partice Swarm Optimization* (PSO). Studi kasus pada penelitian ini dilakukan pada sistem 14-bus IEEE dengan mempertimbangkan masa depan proyeksi beban. Hasil simulasi telah menunjukkan bahwa unit pembangkit baru menghasilkan lokasi yang optimal dan dapat menghemat bahan bakar secara keseluruhan, menuangi total emisi generator dan kerugian dalam jaringan[6].

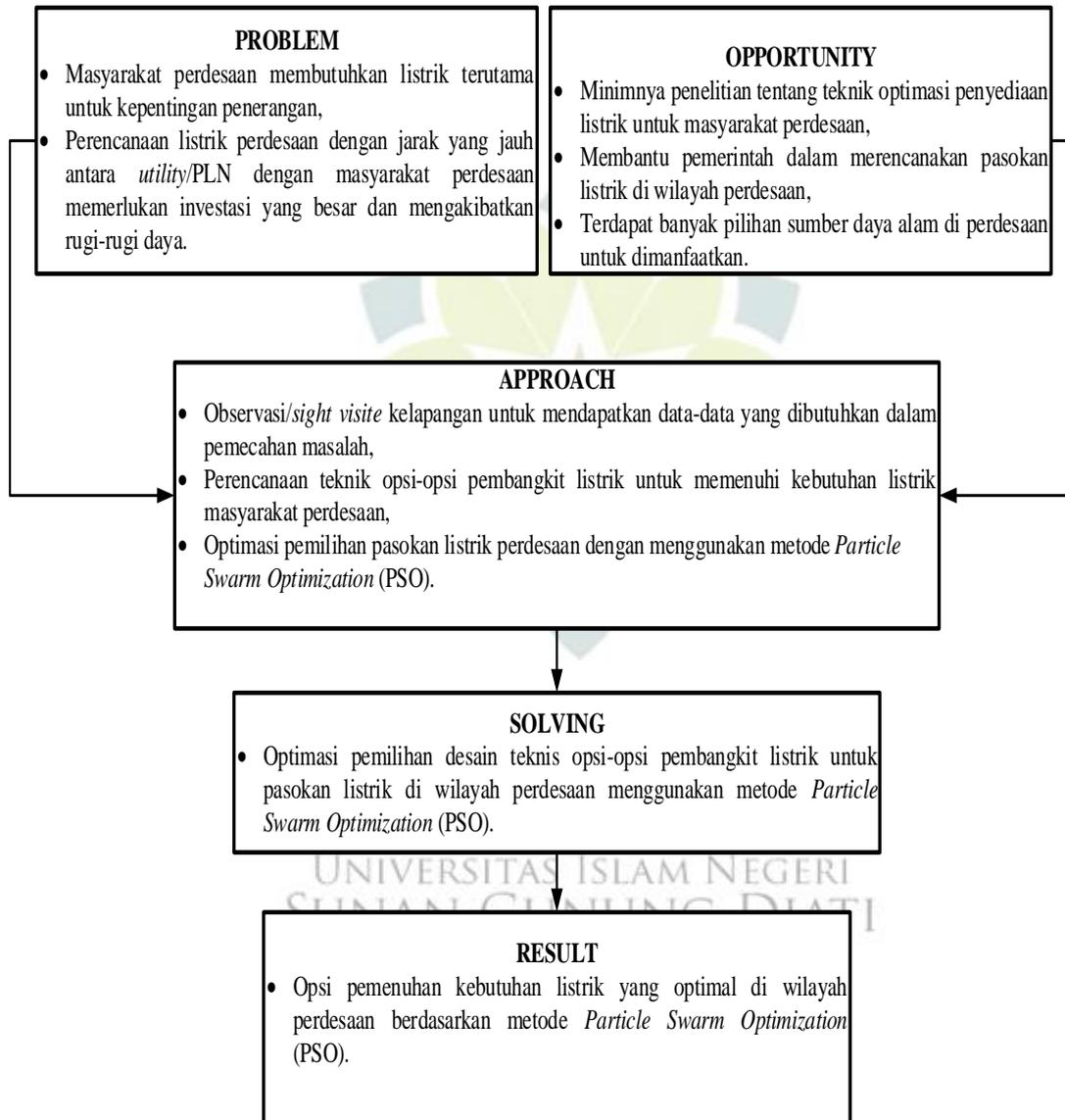
Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Ryohei Suzuki, Fukiko Kawai, Shinji Kitagawa, Tetsuro Matsui, Kouji Matsumoto, Donghui Xiang and Yoshikazu Fukuyama dengan judul paper *Optimal Operational Planning and Control of Energy Plants by & Constrained Particle Swarm Optimization* (PSO) di publikasikan pada tahun 2010 dalam *International Conference on Control Applications*, dimana paper ini meneliti tentang perencanaan operasi yang optimal dan kontrol pembangkit *energy* oleh ϵ dibatasi dengan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). Metode yang digunakan dalam masalah optimasi non linier integer dicampur secara efektif yaitu dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). Hasil yang di peroleh dengan menggunakan metode PSO sangat praktis untuk masalah target tanpa batasan Parameter tuning. Dimana Ryohei Suzuki dkk juga dimasa depan akan menerapkan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) untuk banyak pembangkitan *energy* yang nyata dan akan meningkatkan untuk diterapkan pada masalah-masalah sekala besar dengan lebih dari 1000 variabel[9].

Berdasarkan tabel referensi di atas, sudah banyak peneliti yang penelitiannya menggunakan metode optimasi *Particle Swarm Optimization* (PSO) dalam bidang sistem tenaga listrik. Namun dari penelitian-penelitian di atas penelitian Tugas Akhir ini memiliki kemiripan dengan penelitian yang di lakukan oleh M. N. Suharto, M. Y. Hassan, Member *IEEE*, M. P. Abdullah, M. S. Majid, Member *IEEE* and F. Hussin. Dimana penelitiannya membahas mengenai penentuan lokasi pembangkit baru dengan mempertimbangkan beberapa aspek diantaranya aspek teknis, ekonomi, lingkungan dan lokasi yang menghasilkan biaya minimum bahan bakar secara keseluruhan. Dalam penelitian Tugas Akhir ini terdapat perbedaan dengan penelitian tersebut, karena penelitian Tugas Akhir ini terfokus pada pemilihan perencanaan kelistrikan perdesaan yang optimal. Hal tersebut menjadikan penelitian ini secara metodologi tidak menawarkan kebaruan (*novelty*), penelitian Tugas Akhir ini mengulangi penggunaan metode seperti di penelitian yang sudah ada. Meskipun demikian, dalam penelitian Tugas

Akhir ini penerapan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) lebih menekankan pada teknik penyediaan kelistrikan yang optimal di wilayah perdesaan.

1.7 Kerangka Berfikir

Kerangka Berfikir dalam penelitian Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Alur Kerangka Berfikir

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan bertujuan guna memberikan suatu gambaran/deskripsi sederhana tentang penjelasan penelitian Tugas Akhir, juga untuk memudahkan dalam memahami materi

yang disajikan. Adapun penelitian Tugas Akhir akhir ini dibagi menjadi 3 bab diantaranya adalah sebagai berikut.

Bab I Pendahuluan

Bab pertama menjelaskan tentang latar belakang masalah, yang melatar belakangi mengapa penelitian Tugas Akhir ini dilakukan, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, posisi penelitian, kerangka berfikir serta sistematika penulisan yang akan dilakukan dalam penelitian Tugas Akhir ini.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab kedua ini berisi tinjauan pustaka yang sangat relevan dengan kegiatan penelitian Tugas Akhir ini, berupa perencanaan pembangkit listrik perdesaan, contoh-contoh perencanaan kelistrikan perdesaan, optimasi untuk menentukan alternatif penyediaan listrik bagi masyarakat perdesaan. Selain itu juga terdapat metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) yang akan digunakan dalam optimasi perencanaan listrik perdesaan.

Bab III Metodologi Penelitian

Pada bagian ketiga berisikan mtodologi yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir yang dimulai dari studi literatur, pengumpulan data, perencanaan, pemodelan, membuat simulasi/perhitungan dengan *Software* utama yaitu ETAP, dan *software* tambahan yaitu PV SYS, TURBNPRO dan *Exel*. Untuk optimasi dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO).

Bab IV Perencanaan Kelistrikan Perdesaan

Pada bab ini menjelaskan alur dan hasil *design* setiap alternatif penyedia listrik yang dilakukan dengan spesifikasi teknis masing-masing.

Bab V Hasil Optimasi Metode *Particle Swarm Optimization* (PSO)

Pada bab kelima ini menjelaskan hasil optimasi setiap alternatif penyedia listrik yang telah di *design* dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO).

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Pada bab trakhir ini berisi tentang kesimpulan yang merupakan generalisasi dari hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan, dan pada bab ini juga berisi saran, yang mana salah satunya untuk mengembangkan optimasi yang mengguanakn metode PSO.