

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Pada penelitian yang berjudul Analisis Kontingensi Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Aliran Daya. Di penelitian ini dilakukan pengujian studi aliran daya pada sistem 38 bus untuk mengetahui perubahan yang terjadi berupa tegangan pada bus, aliran daya saat terjadi pelepasan saluran transmisi dari sistem tenaga listrik. Pembebanan saluran transmisi yang besar menjadi dasar pertimbangan kontingensi. Efeknya yaitu turunnya tegangan pada bus hingga 0,83 kV kontingensi 1 dan 2,41 kV atau perubahan maksimum untuk kontingensi 2 sebesar 1,61%. Terlepasnya 1 saluran transmisi dari sistem berefek perubahan aliran daya yang menyebabkan meningkatnya pembebanan pada saluran dan bertambahnya drop tegangan pada beberapa bus. Semakin besar drop tegangan pada bus terjadi dekat dengan saluran yang keluar [1].

Penelitian yang berjudul Studi Aliran Daya Listrik Di PT Showa Indonesia Manufacturing. Di penelitian ini dilakukan simulasi aliran daya dengan bantuan perangkat lunak ETAP 12.6.0, pembebanan pada 6 transformator dengan pembebanan yang berbeda dikategorikan ideal dan aman. Efisiensi yang dihasilkan dari 6 transformator tersebut diatas 97,84%. Presentase jatuh tegangan yang tidak melewati 10% dan kondisi operasi normal, maka sistem kelistrikan di perusahaan tersebut memenuhi kriteria operasional ideal [2].

Pada penelitian Analisis Kontingensi Untuk Perhitungan Aliran Daya Pada Sistem Interkoneksi Tenaga Listrik dengan menggunakan metode aliran daya *Newton-Raphson* untuk menghitung perubahan yang terjadi pada sudut fasa dan tegangan pada bus ketika terjadi kontingensi tunggal di subsistem tenaga listrik area III bus Ungaran. Kontingensi tunggal saluran transmisi 150 kV yang terjadi di subsistem tenaga listrik area III di bus Ungaran mengalami perubahan besaran tegangan melewati batasan yang ditetapkan. Dapat digunakannya hasil kontingensi tersebut dalam perencanaan secara optimal operasi subsistem tenaga listrik area III bus Ungaran [3].

Penelitian yang berjudul Analisa Aliran Daya Dengan Metode Injeksi Arus Pada Sistem Distribusi 20 kV melakukan penelitian analisa aliran daya yang menganalisa tegangan dengan metode injeksi arus. Penelitian menggunakan metode injeksi arus ini lebih efisien dalam melakukan iterasi ketimbang menggunakan metode *Newton-Raphson* dan didapat hasil yang sama dalam dua metode yang berbeda [4].

Penelitian yang dilakukan oleh Ali Basrah Pulungan dalam penelitiannya Analisis Aliran Daya Terhadap Daya Tak Seimbang menjelaskan dengan melakukan simulasi beban tidak

seimbang di sistem 14 bus IEEE. *Software* EDSA digunakan sebagai alat bantu dalam proses analisis *unbalanced power flow analysis*. Persentase total untuk masing-masing arus fase a,b, dan c secara berurutan mengalami peningkatan. Untuk persentase daya aktif total masing-masing fase juga mengalami peningkatan begitu juga dengan daya reaktifnya mengalami peningkatan secara berturut-turut [5].

Penelitian ini membahas nilai ekonomi dari pulau yang terinterkoneksi dengan pulau terpencil dari sistem tenaga. Pengoperasian sistem tenaga untuk menutupi kehilangan setiap pembangkit yang beroperasi dan hilangnya interkoneksi antar pulau. Penelitian ini menunjukkan bagaimana kendala cadangan mendorong operasi ekonomis dari sistem tenaga dari pulau yang satu menuju pulau terpencil. Disisi lain dilakukannya interkoneksi tidak hanya membangkitkan aliran daya yang lebih murah antar pulau tetapi juga secara signifikan berkontribusi pada pemenuhan cadangan sistem tenaga dan menjadi lebih murah dan berkelanjutan [6].

Penelitian yang membahas interkoneksi di wilayah Mediterania secara bertahap menjadi hotspot energi Eropa. Perubahan struktur energi di Eropa dan tren diversifikasi pasokan energi. Penelitian yang membahas terkait catu daya, permintaan beban, konstruksi jaringan listrik dan situasi saat ini interkoneksi antar regional multinasional di Semenanjung Iberia dari Tur Mediterania di Eropa (Portugal dan Spanyol) dan negara di utara Afrika (Maroko dan Aljazair). Kekuatan pendorong dan faktor-faktor pengaruh regional interkoneksi jaringan listrik juga dianalisis. Hasil penelitian ini yaitu menghubungkan Semenanjung Iberia dan utara Afrika untuk memastikan pembagian sumber daya listrik di kedua sisi [7].

Interkoneksi antara Crete dan Peloponnese sangat penting bagi ekonomi Yunani karena menyediakan catu daya yang andal dan cukup untuk Crete dan bantuan substansial untuk semua konsumen listrik melalui pengurangan PSO. Diharapkan juga menjadi bagian interkoneksi antara Yunani Siprus dan Israel sebagai koneksi pendukung meningkatkan keamanan pasokan listrik [8].

2.2 Tinjauan Teori

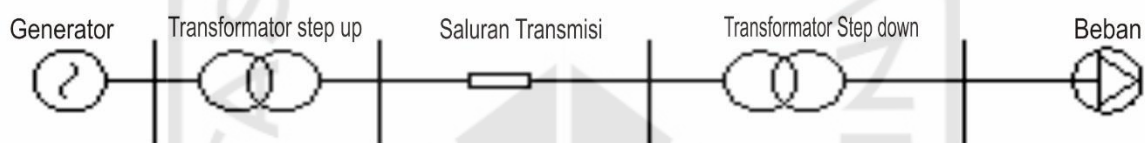
2.2.1 Studi Beban

Studi beban adalah perhitungan atau penentuan arus, daya, tegangan, dan faktor daya atau daya reaktif dalam sistem jaringan listrik baik dalam beroperasi normal atau sedang berjalan maupun yang diharapkan terjadi di kemudian hari. Perencanaan atau pengembangan dalam sistem jaringan listrik sangat penting mengingat pengoperasian yang baik tergantung dari diketahuinya peralatan yang baru dipasang berupa beban yang baru, saluran transmisi baru, stasiun pembangkit

yang baru, serta efek interkoneksi dengan sistem tenaga yang lain, sebelum terpasang semuanya dalam satu sistem.

2.2.2 Aliran Daya

Secara umum dibutuhkan generator, transformator, saluran transmisi, dan beban untuk membentuk suatu sistem tenaga listrik seperti pada Gambar 2.1 Diagram satu garis sistem tenaga listrik. Dalam menganalisis sistem tenaga diperlukan diagram yang mewakili setiap komponen untuk dapat dianalisis. Diagram satu garis atau *one line diagram* sering digunakan dalam menganalisis sistem tenaga listrik.



Gambar 2.1 Diagram satu garis sistem tenaga listrik

Listrik yang dihasilkan berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik pada generator bekerja dengan memutar kumparan dalam medan magnet yang menyebabkan timbulnya gaya gerak listrik. Selanjutnya listrik dinaikkan tegangannya di transformator penaik tegangan untuk disalurkan disalurkan transmisi dengan tujuan mengurangi jumlah arus saat melewati saluran transmisi dan mengurangi rugi-rugi daya transmisi. Sampainya dipusat beban, tegangan diturunkan dengan transformator penurun tegangan lalu didistribusikan menuju pusat-pusat beban.

2.2.3 Daya

Daya pada sebuah elemen rangkaian didefinisikan sebagai hasil perkalian dari tegangan dinyatakan dalam volt dengan arus dinyatakan dalam ampere yang mengalir pada rangkaian tersebut, hasil perkalian tersebut menghasilkan besaran yang dinyatakan dalam watt, sehingga ditunjukkan persamaannya (2.1) :

$$P = V \times I \quad (2.1)$$

dengan nilai:

P = Daya (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (ampere)

Untuk pembahasan daya yang lebih mendalam, daya dipisahkan menjadi tiga bagian yaitu daya aktif, daya reaktif, dan daya semu.

Daya aktif yang dinyatakan dengan satuan watt adalah daya yang dipakai oleh komponen pasif resistor untuk melakukan energi sebenarnya. Secara matematis, daya aktif ini adalah perkalian antara tegangan efektif, arus efektif, dan koefisien faktor daya ditunjukkan pada persamaan (2.2).

$$P = V \times I \times \cos \theta \quad (2.2)$$

dengan nilai:

P = Daya aktif (watt)

$\cos \theta$ = Faktor daya

Daya reaktif yang dinyatakan dalam satuan volt ampere reaktif (VAR) adalah daya yang muncul diakibatkan oleh komponen pasif di luar resistor yang merupakan daya rugi-rugi atau daya yang tidak diinginkan. Meminimalkan daya ini atau memperkecilnya, bagaimanapun daya ini tidak akan hilang sama sekali tapi diperkecil faktor dayanya. Secara sistematis, daya reaktif ini adalah perkalian antara tegangan efektif, arus efektif, dan nilai $\sin \theta$ ditunjukkan pada persamaan (2.3).

$$Q = V \times I \times \sin \theta \quad (2.3)$$

dengan nilai:

Q = Daya reaktif (VAR)

$\sin \theta$ = Faktor reaktif

Daya semu yang dinyatakan dalam satuan volt ampere (VA) merupakan resultan daya antara daya aktif dan daya reaktif. Secara matematis daya semu ini merupakan perkalian antara tegangan dan arus ditunjukkan pada persamaan (2.4).

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

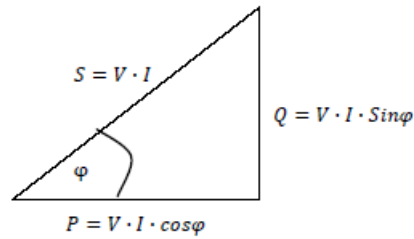
atau

$$S = V \times I$$

dengan nilai:

S = Daya semu (VA)

Keterkaitan antara daya nyata, daya reaktif, dan daya semu dapat dinyatakan dengan cara mempresentasikan ketiga daya menjadi vektor. Daya nyata direpresentasikan menjadi vektor vertikal. Daya reaktif dapat direpresentasikan menjadi vektor horizontal. Sisi miring adalah representasi dari vektor daya semu yang menghubungkan vektor-vektor daya nyata dan daya reaktif. Representasi tersebut dikenal sebagai segitiga daya yang dapat dilihat di Gambar 2.2 Segitiga daya.



Gambar 2.2 Segitiga daya

2.2.4 Faktor Daya

Faktor daya (pf) atau $\cos \phi$ adalah perbandingan daya nyata terhadap daya semu pada sistem arus bolak balik atau perbedaan fase tegangan dan arus. Berikut adalah persamaan faktor daya ditunjukkan pada persamaan (2.5).

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor daya (PF)} &= \frac{\text{Daya nyata (P)}}{\text{Daya semu (S)}} \\
 &= \frac{V \times I \times \cos \theta}{V \times I} \\
 &= \cos \theta
 \end{aligned}
 \tag{2.5}$$

Peningkatan faktor daya akan berpengaruh ketika nilai $\cos \theta$ mengalami perubahan mendekati 1 atau akan menurun menjadi kurang baik ketika mendekati 0.