

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penelitian Terdahulu

Menurut Heiko, (2016) pernah melakukan analisis berkenaan dengan faktor muatan dan peringkat kapasitas menyimpulkan bahwa keuntungan efisiensi saluran transmisi superkonduktor sering disorot dalam perdebatan yang relevan, namun kerugian listrik dari *Superconducting transmission lines* (SCTL) pada dasarnya tidak lebih rendah dari teknologi transmisi standar dan evaluasi yang cermat dari setiap saluran transmisi harus dibuat. Sebagai aturan dasar, semakin tinggi kapasitas dan semakin tinggi faktor beban rata-rata, semakin tinggi efisiensi untuk SCTL. Energi penuh keuntungan efisiensi SCTL dapat dieksploitasi terbaik jika teknologi ini digunakan untuk menghubungkan pembangkit listrik dengan keluaran energi yang konstan dengan pusat beban konstan, untuk mendapatkan faktor beban tinggi atau hanya untuk menyediakan beban dasar minimum.

Menurut Harahap, E. H. S., (2019) Berdasarkan sudut pandang efisiensi energi, menghubungkan pembangkit listrik panas bumi dan tenaga air jarak jauh dengan kapasitas beberapa GW atau bahkan puluhan GW mungkin salah satu aplikasi utama untuk SCTL di jaringan listrik masa depan karena faktor kapasitas tinggi mereka yaitu 70% untuk panas bumi dan 50% *forhydro*, selama sumber RE lainnya yang lebih terputus-putus seperti windand solar tidak didukung oleh kapasitas penyimpanan yang memadai. Usia penyimpanan energi juga dapat direalisasikan dengan mengurangi suhu operasi melalui

peningkatan daya pendinginan pada saat beban tinggi, dan sebaliknya dengan membiarkan *cryogen* menghangat pada saat beban rendah. Sementara itu, SCTL akan digunakan pada banyak jaringan lokal dan regional berskala lebih kecil bukan untuk keuntungan efisiensi tetapi untuk penerimaan publik dan alasan pengurangan kebutuhan ruang. Teknologi standar dapat memiliki efisiensi yang sama atau bahkan lebih tinggi untuk faktor beban rata-rata yang rendah. Baru-baru ini, kabel "standar" HVDC XLPE dikembangkan dengan peringkat tegangan ± 525 kV dibandingkan dengan batas sebelumnya ± 325 kV dan karenanya kehilangan listrik yang lebih rendah atau kapasitas yang lebih tinggi. Dalam hal ini, SCTL dapat memiliki batas teknologi karena mereka dapat dioperasikan pada tegangan yang jauh lebih rendah dengan kapasitas yang sama. Contohnya adalah proyek *Ampacity* di *Essenby* RWE yang baru-baru ini mengumumkan operasi bebas-kegagalan sejak awal 2014. Akhirnya, SCTL memiliki potensi untuk mengurangi emisi CO₂, tetapi untuk mendapatkan angka yang realistis untuk efisiensi SCTL, karakteristik dari grid yang berdekatan, terutama faktor beban, harus dimasukkan.

Menurut Ismarala, (2018) pernah melakukan penelitian mengenai analisis faktor beban tenaga listrik di pln area makassar selatan dengan objek pelanggan rumah tangga menjelaskan bahwa Nilai faktor beban terbesar pada jenis pelanggan R1 / 450 VA yaitu 27,96 %. Nilai daya rata-rata terbesar yaitu 17.534.660,80 kW pada jenis pelanggan R1 M / 900 VA dan nilai beban puncak terbesar yaitu 103.548.960 kW pada jenis pelanggan R1 M / 900 VA. Nilai faktor beban terendah pada jenis pelanggan R1 / 900 VA adalah 30,90 %. Nilai

daya rata-rata terendah pada jenis pelanggan R3 / 6600 VA ke atas, yaitu 1.978.028, sedangkan nilai beban puncak terendah pada jenis pelanggan R3 / 6600 VA yaitu 11.701.840.

Menurut Mahardiko, (2019) pernah melakukan penelitian mengenai Evaluasi Perhitungan Faktor Beban Tenaga Listrik Pada Sektor Industri di Wilayah Surakarta menjelaskan bahwa semakin besar faktor beban yang dihasilkan maka semakin baik sehingga daya yang diberikan PLN terpenuhi dan sebaliknya. Faktor beban pada sektor industri masih sangatlah kecil bahkan dapat dilihat pada hasil perhitungan dari yang terbesar 58,8% dan yang terkecil 10,4%. Diantara hasil perhitungan di atas faktor beban pada pelanggan industri 1.3 < 200 KVA memiliki faktor beban yang lebih baik dari golongan lainnya. Mengenai berapa banyak sedikit faktor beban tergantung pada daya yang diberikan oleh pihak penyedia dan jumlah konsumsi KWH.

B. Landasan teori

1. Sistem Tenaga Listrik

Menurut Syahputra, (2017) tingkat tegangan yang lebih tinggi ini selain untuk memperbesar daya hantar saluran yang berbanding lurus dengan kuadrat tegangan, juga untuk memperkecil rugi-rugi daya dan jatuh tegangan pada saluran. Dengan mempertinggi tegangan, maka timbul suatu persoalan lain yaitu tingkat isolasi yang harus lebih tinggi, dengan demikian biaya peralatan juga semakin tinggi. Penurunan tegangan dari tingkat tegangan transmisi pertama- tama dilakukan di gardu induk (GI), dimana tegangan diturunkan ke tegangan yang lebih rendah misalnya dari 500 kV

ke 150 kV, atau dari 150 kV ke 70 kV, dan sebagainya. Kemudian penurunan kedua dilakukan di gardu induk distribusi dari 150 kV ke 20 kV atau dari 70 kV ke 20 kV. Tegangan 20 kV ini disebut tegangan distribusi primer.

Menurut Tasiam, (2017) pengertian proteksi transmisi tenaga listrik adalah proteksi yang dipasang pada peralatan-peralatan listrik pada suatu transmisi tenaga listrik sehingga proses penyaluran tenaga listrik dari tempat pembangkit tenaga listrik (*Power Plant*) hingga Saluran distribusi listrik (*substation distribution*) dapat disalurkan sampai pada konsumen pengguna listrik dengan aman. Proteksi transmisi tenaga listrik diterapkan pada transmisi tenaga listrik agar jika terjadi gangguan peralatan yang berhubungan dengan transmisi tenaga listrik tidak mengalami kerusakan. Ini juga termasuk saat terjadi perawatan dalam kondisi menyala. Jika proteksi bekerja dengan baik, maka pekerja dapat melakukan pemeliharaan transmisi tenaga listrik dalam kondisi bertegangan. Jika saat melakukan pemeliharaan tersebut terjadi gangguan, maka pengaman-pengaman yang terpasang harus bekerja demi mengamankan sistem dan manusia yang sedang melakukan perawatan.

C. Faktor – Faktor Dalam Pembangkitan

1. Faktor Beban

Menurut Axella, Suryani, (2012) faktor beban adalah perbandingan antara besarnya beban rata-rata untuk selang waktu tertentu terhadap beban puncak tertinggi dalam selang waktu yang sama (misalnya satu hari atau

satu bulan). Sedangkan beban rata-rata untuk suatu selang waktu tertentu adalah jumlah produksi kWh dalam selang waktu tersebut dibagi dengan jumlah jam dari selang waktu tersebut.

Bagi penyedia listrik, faktor beban sistem diinginkan setinggi mungkin karena faktor beban yang makin tinggi berarti makin rata beban sistemnya, sehingga tingkat pemanfaatan alat-alat yang ada dalam sistem tersebut dapat diusahakan setinggi mungkin. Dalam praktiknya, faktor beban tahunan sistem berkisar antara 60%-80%.

2. Faktor Kapasitas

Menurut Anggraini, Alfi (2019) faktor kapasitas sebuah unit pembangkit menggambarkan seberapa besar sebuah unit pembangkit itu dimanfaatkan. Faktor kapasitas tahunan (8760 jam) didefinisikan pada persamaan 2.1 berikut :

$$\text{faktor kapasitas} = \frac{\text{produksi kWh setahun}}{\text{daya terpasang MW} \times 8760 \text{ jam}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dalam praktiknya, faktor kapasitas tahunan untuk unit PLTU hanya dapat mencapai angka antara 60% - 80% karena adanya masa pemeliharaan dan jika adanya gangguan atau kerusakan yang dialami oleh unit pembangkit tersebut. Untuk PLTA, faktor kapasitas tahunannya berkisar antara 30% - 50%, hal ini berkaitan dengan ketersediaan air.

3. Faktor Penggunaan (*Utilitas*)

Faktor ini sesungguhnya serupa dengan faktor kapasitas, tetapi disini menyangkut daya. Faktor *Utilitas* sebuah alat dapat didefinisikan pada persamaan 2.2 berikut:

$$\text{faktor utilitas} = \frac{\text{beban alat yang tertinggi}}{\text{kemampuan alat}} \dots\dots\dots (2.2)$$

beban dinyatakan dalam ampere atau megawatt (MW) tergantung alat yang diukur faktor *utilitasnya*. Untuk saluran, umumnya dalam ampere, tetapi untuk unit pembangkit dalam MW. Faktor utilitas ini perlu diamati dari keperluan pemanfaatan alat dan juga untuk mencegah pembebanan yang berlebihan pada suatu alat.

4. *Forced Outage Rate* (FOR)

FOR adalah sebuah faktor yang menggambarkan sering atau tidaknya suatu unit pembangkit mengalami gangguan, biasanya diukur untuk masa satu tahun dan didefinisikan pada persamaan 2.3 berikut :

$$FOR = \frac{\text{jumlah jam unit pembangkit}}{\text{jumlah jam operasi} + \text{jumlah jam gangguan unit pembangkit}} \dots\dots\dots (2.3)$$

FOR tahunan untuk PLTA berkisar 0,01 dan FOR tahunan untuk pembangkit thermis berkisar 0,1 - 0,5. Semakin andal suatu unit pembangkit, maka makin kecil nilai FOR-nya dan berarti makin jarang terjadi gangguan pada unit pembangkit tersebut. Begitu pula sebaliknya, jika nilai FOR tinggi, berarti unit pembangkit tersebut sering terjadi gangguan dan tidak andal.

Besarnya nilai FOR atau turunnya keandalan suatu unit pembangkit umumnya disebabkan oleh kurang baiknya pemeliharaan peralatan pada unit pembangkit tersebut.

D. Pengertian Faktor Beban

Istilah faktor beban atau *load factor* adalah beban energi suatu sistem bila dibandingkan dengan beban tertingginya atau beban puncak lainnya untuk waktu tertentu. Faktor beban biasanya dihitung berdasarkan harian, bulanan, dan tahunan. Setiap kali pengguna menciptakan permintaan penggunaan tertinggi pada sistem tenaga listrik, maka ia tidak akan mempertahankan listrik pada level yang sama untuk seluruh bulan, meskipun ia akan menggunakannya pada berbagai level selama bulan tersebut.

Jumlah penggunaan listriknya untuk bulan ketika kontras dengan pemanfaatan tertinggi untuk bulan yang sama disebut sebagai faktor beban atau *load factor*. Faktor beban dapat dihitung dengan membagi penggunaan jam kilowatt-nya bulan dengan hasil dari permintaan maksimum bulan atau permintaan puncak.

Faktor beban tidak lain adalah seberapa baik dalam memanfaatkan energi, dan itu adalah perhitungan pemanfaatan energi listrik sepanjang waktu tertentu dengan energi maksimal yang telah digunakan pada waktu itu. Di sini, faktor beban memainkan peran penting dalam pembentukan setiap unit (kWh-Kilo watt-Hours).

Faktor beban tinggi menyiratkan pemanfaatan daya cukup konsisten. Faktor beban rendah menunjukkan bahwa pada saat banding ditetapkan. Untuk

memanfaatkan puncak itu, kapasitas duduk tidak aktif untuk waktu yang lama, dengan cara ini membebankan biaya yang lebih tinggi pada sistem. Tarif listrik terstruktur sehingga klien dengan faktor beban tinggi dikenakan biaya yang lebih rendah untuk setiap kWh. Jadi, prosedur ini disebut pemangkasan puncak atau penyeimbangan beban.

E. Perhitungan Faktor Beban (muatan)

$$f_{\text{faktor beban}} = \frac{\text{beban rata-rata}}{\text{beban puncak}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Berdasarkan persamaan 2.4 faktor beban yang berbeda dapat dihitung berdasarkan jam dalam tahun, jam dalam bulan, jam dalam minggu dan jam dalam hari. Untuk faktor beban setiap hari, waktu "T" diambil sebagai 24 jam; dengan cara yang sama, selama bertahun-tahun, bulan, dan minggu, nilai 'T' akan diubah, seperti yang terdapat pada persamaan 2.5, persamaan 2.6, dan pada persamaan 2.7.

$$f_{\text{faktor beban untuk harian}} = \frac{\text{total kwh 24 jam}}{\text{beban puncak kwh} \times 24 \text{ jam}} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$f_{\text{faktor beban untuk bulanan}} = \frac{\text{total kwh sepanjang bulan}}{\text{beban puncak} \times 720 \text{ jam}} \dots\dots\dots(2.6)$$

$$f_{\text{faktor beban untuk tahunan}} = \frac{\text{total kwh sepanjang tahun}}{\text{beban puncak kwh} \times 8760 \text{ jam}} \dots\dots\dots(2.7)$$

F. Cara Mengembangkan Faktor Beban

Menurunkan permintaan puncak adalah kemajuan penting untuk meningkatkan faktor beban serta mengurangi jumlah pembayaran listrik dari bulan ke bulan. Berikut adalah cara mengembangkan faktor beban antara lain:

1. Jika faktor beban lebih dari 0,75% maka manfaat pengendalian permintaan adalah manfaat terbatas.
2. Jika faktor beban 0,50% hingga 0,75% maka manfaat dari pengendalian permintaan adalah manfaat yang mungkin.
3. Jika faktor beban 0,35 % hingga 0,50 % maka manfaat pengendalian permintaan tergantung pada pengembalian.
4. Jika faktor beban adalah 0,20% hingga 0,35% maka manfaat pengendalian permintaan adalah potensi yang baik.
5. Jika faktor beban adalah 0,10% hingga 0,20% maka manfaat pengendalian permintaan adalah potensi yang sangat baik.
6. Jika faktor beban kurang dari 0,10% maka manfaat pengendalian permintaan adalah uang mudah.

Faktor beban adalah perhitungan energi listrik yang digunakan dalam periode tertentu dengan pemanfaatan energi energi tertinggi selama periode tertentu dengan energi maksimum yang telah digunakan sepanjang periode itu. Faktor beban memainkan tugas penting dalam tugas pembangkitan untuk setiap unit. Pengembangan beban listrik yang bekerja di waktu sibuk harus diubah ke waktu maksimum.