INOVASI SISTEM TENAGA LISTRIK DAN PENGEMBANGAN PEMBANGKITAN LISTRIK DI INDONESIA TERUTAMA DI DAERAH TERPENCIL

Debora Indah Sari B.Sinurat

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

ABSTRAK

Pokok masalah yang diajukan adalah inovasi dalam sistem tenaga listrik di Indonesia dan pengembangannya dalam pembangkitan listrik di seluruh Indonesia terutama daerah terpencil. Hal ini disebabkan oleh pemenuhan kebutuhan energi listrik di Indonesia menjadi prioritas penting dalam upaya meningkatkan pembangunan di berbagai bidang kehidupan. Dalam hal ini, terdapat banyak kendala dalam pengembangannya dan diperlukan kondisi jaringan yang bagus serta strategi yang tepat guna untuk menangani masalah yang terjadi dalam kelistrikan. Artikel ini akan menguraikan tentang sistem tenaga listrik, perkembangan, pengembangan, penyediaan, mutu, keandalan penyediaan, perkembangan operasi sistem, persoalan dan masalah utama dalam pembangkitan tenaga listrik serta menjelaskan tenaga listrik di daerah terpencil.

Kata Kunci : inovasi, tenaga, listrik, pembangkitan, terpencil.

A. PENDAHULUAN

Menurut Drs. Aslimeri, M.T. (1999) “tenaga listrik banyak digunakan karena tenaga listrik itu dapat dengan mudah ditransportasikan atau disalurkan dan juga mudah diatur. Tenaga listrik dibangkitkan di pusat-pusat listrik tenaga seperti PLTA, PLTU, PLTP, PLTD, PLTN dan lain-lain”(p.1). Pusat-pusat tenaga listrik yang besar biasanya terletak jauh dari tempat di gunakannya beban listrik tersebut yang akan disalurkan melalui saluran transmisi kawat-kawat penghantar listrik dengan sistem distribusi langsung dan tidak langsung. Distribusi langsung berasal dari tenaga listrik yang disalurkan secara langsung ke sumber-sumber beban tanpa harus dinaikkan mealalui saluran transmisi sedangkan distribusi tidak langsung berasal dari tenaga listrik yang dinaikkan lalu di turunkan melalui saluran transmisi untuk pemakaian ke pusat-pusat beban.

Menurut Tri Watiningsih, S.T., M.T. (2014) “pembangkit tenaga listrik adalah salah satu bagian dari sistem tenaga listrik, pada pembangkit tenaga listrik terdapat peralatan elektrikal, mekanikal, dan bangunan kerja...”(p.1).

Pembangkitan tenaga listrik semakin besar dilakukan dengan cara memutar generator sinkron sehingga mendapat tegangan bolak balik.

Oleh karena itu, tenaga listrik dan pembangkitan tenaga listrik sangat berkaitan satu sama lain karena tenaga listrik merupakan beban yang akan dihasilkan dari listrik dan diperlukan pembangkit dalam menghasilkan tenaga listrik tersebut yang diperlukan oleh masyarakat terutama di daerah terpencil.

B. PEMBAHASAN

1. Tenaga listrik

a. Sistem tenaga listrik

Tenaga listrik merupakan landasan bagi kehidupan modern dan tersedianya dalam jumlah dan mutu yang cukup menjadi syarat bagi suatu masyarakat yang memiliki taraf kehidupan yang baik dan perkembangan industri yang maju (Tri, Kholistianingsih, & Pingit, 2014, p.3). Pembangkitan dalam tenaga listrik yaitu produksi tenaga listrik dilakukan dalam pusat tenaga listrik atau sentral, dengan menggunakan penggerak mula dan generator. Serta transmisi atau penyaluran tenaga listrik adalah memindahkan tenaga listrik dari pusat tenaga listrik secara besar-besaran ke gardu induk, yang terletak berdekatan dengan suatu pusat pemakaian berupa kota atau industri besar. Dari gardu induk tenaga listrik didistribusikan ke gardu distribusi dan ke para pemakai atau konsumen.

Menurut Djiteng Marsudi (2006) "...untuk keperluan penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan, diperlukan berbagai peralatan listrik, berbagai peralatan listrik ini di hubungkan satu sama lain mempunyai interrelasi dan secara keseluruhan membentuk suatu sistem tenaga listrik..."(p.7). Yang dimaksud dengan sistem tenaga listrik adalah sekumpulan pusat listrik dan gardu induk atau pusat beban yang satu sama lain dihubungkan oleh jaringan transmisi sehingga merupakan sebuah kesatuan interkoneksi.

Biaya operasi dari suatu sistem tenaga listrik :

- a. Biaya pembelian tenaga listrik
- b. Biaya pegawai
- c. Biaya bahan bakar dan material operasi
- d. Biaya lain-lain.

Dari hal tersebut maka diperlukan operasi sistem tenaga listrik yang perlu dikelola atas dasar pemikiran manajemen operasi sistem tenaga listrik harus memperhatikan hal-hal berikut agar ekonomis, yaitu :

- a. Perkiraan beban
- b. Syarat-syarat pemeliharaan peralatan
- c. Keandalan yang diinginkan
- d. Alokasi beban dan produksi pembangkit yang ekonomis.

Yang harus dikaji dalam beberapa kendala yaitu :

- a. Aliran beban dalam jaringan
- b. Daya hubung singkat peralatan
- c. Penyediaan suku cadang dan dana
- d. Stabilitas sistem tenaga listrik.

Maka, makin besar suatu tenaga listrik makin banyak unsur yang harus dikoordinasikan serta yang harus diamati, sehingga diperlukan perencanaan, pelaksanaan, pengendalian serta analisa operasi sistem yang cermat (Djiteng Marsudi, 2006).

b. Perkembangan sistem tenaga listrik

Dalam perkembangan sistem tenaga listrik suatu Perusahaan Listrik pada umumnya mulai usahanya dengan membangun sistem kecil yang terisolir, misalnya dengan sebuah PLTD atau PLTA kecil langsung dihubungkan dengan jaringan distribusi (Djiteng Marsudi, 2006, p.8)

Hal semacam ini masih banyak terdapat di Indonesia yaitu pelistrikan desa dengan menggunakan PLTD atau PLTA mikro. Selanjutnya apabila beban bertambah maka jumlah unit pembangkit dalam PLTD di tambah, tetapi pada PLTA hal ini sering tidak bisa dilakukan karena potensi hidranya terbatas. Begitu pula PLTD penambahan unit pembangkit.

Tetapi sejak sistem tenaga listrik sudah harus dilayani oleh dua buah Pusat Listrik atau lebih maka harus ada seorang operator yang mengatur pembagian beban diantara Pusat-pusat Listrik yang beroperasi dalam sistem, sehingga diperlukan telekomunikasi. Sedangkan, untuk sistem interkoneksi dibutuhkan peralatan tambahan berupa telemetering dan alat-alat pengolahan data elektronik seperti komputer.

c. Pengembangan sistem tenaga listrik

Kebutuhan tenaga listrik para pelanggan semakin bertambah dari waktu ke waktu agar dapat melayani kebutuhan tersebut diperlukan sistem tenaga listrik yang harus dikembangkan seiring dengan kenaikan kebutuhan akan tenaga listrik dari pelanggan (Djiteg Marsudi, 2006, p.13).

Hal-hal yang perlu dilakukan dari hasil-hasil operasi perlu dianalisa dan dievaluasi dengan cara menentukan :

- a) Bilamana, berapa besar dan di mana perlu dibangun Pusat Listrik Baru, GI baru serta Saluran Transmisi yang baru.
- b) Seperti butir a namun bersifat perluasan selama keadaan memungkinkan (menambah unit pembangkit, menambah transformator dan lain-lain)
- c) Bilamana dan di mana saja perlu penggantian PMT dengan yang lebih besar sebagai konsekuensi butir a dan b.

d. Penyediaan tenaga listrik

Ada tiga jenis tenaga listrik dalam sistem penyediaan tenaga listrik yang besar, yaitu :

- 1) Pusat listrik tenaga air
- 2) Pusat listrik tenaga thermal
- 3) Pusat listrik tenaga nuklir

Tenaga listrik sekarang berkembang menggunakan jenis-jenis sumber daya energi lain, berupa angin, surya dan panas laut.

Menurut Abdul Kadir (1996) “energi listrik yang dikonsumsi oleh para pemakai harus segera dibangkitkan oleh generator karena energi listrik tidak

dapat disimpan...”(p.13). Namun. Pemakaian energi listrik oleh para konsumen senantiasa berubah dan dapat setiap saat naik atau turun. Sehingga, diperlukan sistem tenaga listrik yang interkoneksi karena akan meningkatkan stabilitas secara menyeluruh, memberikan kontinuitas yang lebih baik dan lebih ekonomis. Sistem-sistem tenaga listrik yang interkoneksi memiliki daya cadangan yang lebih besar daripada suatu sistem bekerja tersendiri. Secara efektif sistem akan lebih besar dan mampu untuk meresap suatu gangguan besar sehingga lebih stabil.

e. Mutu tenaga listrik

Mutu tenaga listrik sangat perlu diperhatikan karena peranannya sangat penting dalam tenaga listrik bagi konsumen terdiri dari kontinuitas penyediaan, nilai tegangan, nilai frekuensi, kedip tegangan dan kandungan harmonisa atau jumlah batas-batas pemakai (Abdul Kadir, 1996, p.7).

f. Keandalan penyediaan tenaga listrik

Dalam teknik penyediaan tenaga listrik memungkinkan suatu komponen atau suatu sistem penyediaan tenaga listrik menjalankan fungsinya secara memuaskan atau secara sempurna (Abdul Kadir, 1995, p.567).

Seperti yang diketahui, fungsi suatu sistem penyediaan tenaga listrik adalah untuk membangkitkan, menyalurkan dan menyediakan tenaga listrik dengan mutu yang diinginkan di tempat dan pada waktu yang diperlukan.

Pada masalah perencanaan suatu sistem tenaga listrik ditentukan sasaran-sasaran tingkat keandalan yang akan dipergunakan. Beberapa tolak ukur yang dipergunakan untuk menilai taraf keandalan suatu sistem antara lain:

- a) Kemungkinan kehilangan beban atau KKB (*loss of load probability, LOLP*) berupa jumlah hari dalam suatu jangka waktu besar beban puncak melampaui kapasitas pembangkitan yang tersedia.
- b) Kemungkinan kehilangan energi atau KKE (*loss of energy probability, LEP*) berupa jumlah energi yang tidak dapat disediakan akibat gangguan selama suatu periode tertentu.

- c) Kehilangan beban yang diperkirakan atau KBD (*expected loss of load, ELL*) berupa perkiraan besar beban yang tidak dapat dipikul karena suatu gangguan.
- d) Frekuensi jumlah gangguan yang terjadi serta lamanya gangguan yang diperkirakan (*expected frequency and expected duration of outages*).
- e) Penyimpangan frekuensi dan tegangan terhadap nilai nominal.

g. Perkembangan operasi sistem tenaga listrik

Menurut Irwan Iftadi (2015) ”perkembangan operasi sistem tenaga listrik sebagai berikut :

- a) Perkembangan beban harian sistem Jawa-Bali. Pada tahun 1985 beban puncak kira-kira 1900 MW dan tahun 2005 sudah mencapai 1500 MW.
- b) Masalah mutu tenaga listrik merupakan masalah operasi yang memerlukan perhatian lebih mendalam.
- c) Fasilitas operasi ditingkatkan.
- d) Biaya bahan bakar minyak mengalami kenaikan harga sekitar 17 kali lipat.
- e) Beban harian sistem tenaga listrik pada akhir tahun 2004 dari 1,8a sampai dengan 1,8g” (p.15).

h. Manajemen operasi tenaga listrik

Hal-hal yang perlu diperhatikan dengan baik untuk mengoperasikan sistem tenaga listrik, yaitu:

- a) Perencanaan operasi
Pemikiran mengenai bagaimana sistem tenaga listrik akan dioperasikan untuk jangka waktu tertentu berupa perkiraan beban, koordinasi pemeliharaan peralatan, optimisasi, keandalan serta mutu tenaga listrik.
- b) Pelaksanaan dan pengendalian operasi
Dilakukan jika terjadi hal-hal yang menyimpang dari rencana operasi.
- c) Analisa operasi

Memperhatikan hasil-hasil operasi untuk memberikan umpan balik serta saran-saran bagi pengembangan pemeliharaan instalasi.

i. Persoalan-persoalan operasi sistem tenaga listrik

Ada beberapa persoalan yang harus dihadapi dalam pengoperasian sistem tenaga listrik, yaitu:

a) Pengaturan frekuensi

Jika daya yang dibangkitkan dalam sistem lebih kecil daripada beban sistem maka frekuensi turun dan sebaliknya apabila daya yang dibangkitkan lebih besar dari pada beban maka frekuensi naik.

b) Pemeliharaan peralatan

Diperlukan pemeliharaan peralatan secara periodik dan segera diperbaiki bila mengalami kerusakan.

c) Biaya operasi

Biaya terbesar yang dikeluarkan dari suatu perusahaan listrik sehingga diperlukan teknik-teknik optimisasi.

d) Perkembangan sistem

Beban perlu diamati secara terus-menerus agar dapat diketahui langkah pengembangan sistem yang perlu dilakukan agar sistem selalu mengikuti perkembangan beban sehingga tidak akan terjadi pemadaman tenaga listrik dalam sistem.

e) Gangguan dalam sistem

Penyebab gangguan yang paling besar adalah petir karena sesuai dengan *isokeraunic* level yang tinggi di tanah air kita.

f) Tegangan dalam sistem

Salah satu unsur kualitas penyediaan tenaga listrik dalam sistem yang sangat perlu diperhatikan.

j. Masalah utama dalam pembangkitan tenaga listrik

Proses pembangkitan tenaga listrik dalam prinsipnya merupakan hasil konservatif energi primer menjadi energi mekanik penggerak generator yang

selanjutnya akan berubah menjadi energy mekanik (Tri, Kholistianingsih, & Pingit, 2014, p.13).

Masalah utamanya dalam pembangkitan tenaga listrik yaitu:

- a. Penyediaan energi primer
Energi primer dalam pembangkit listrik termal dikenal dengan bahan bakar yang meliputi pengadaan, transportasi dan penyimpanannya, terutama yang memerlukan perhatian terhadap risiko kebakaran.
- b. Penyediaan air pendingin
Masalah ini timbul pada pusat listrik termal seperti PLTU dan PLTD. PLTU yang banyak dibangun dipantai dengan daya sebesar 25 KW membutuhkan air pendingin dalam jumlah besar sehingga bisa menggunakan air laut sebagai air pendingin.
- c. Masalah limbah
Masalah kebisingan pusat thermal mempunyai tingkat kebisingan yang tinggi berupa suara keras bagi masyarakat yang tinggal disekitarnya.
- d. Operasi
Operasi pusat tenaga listrik sebagian besar 24 jam sehari.
- e. Masalah kebisingan
Menimbulkan suara keras yang menimbulkan kebisingan yang tinggal di dekat pusat listrik thermal.
- f. Pemeliharaan
Diperlukan untuk mempertahankan efisiensi, keandalan, dan umur ekonomis.
- g. Gangguan dan kerusakan
Akan menimbulkan pemutusan pasokan tenaga listrik.
- h. Pengembangan pembangkitan
Dengan menambah unit pembangkit gedung pusat listrik.
- i. Perkembangan teknologi pembangkitan
Untuk perbaikan efisiensi dan penemuan teknik konversi energi yang baru dan penemuan bahan bakar baru.

Sehingga, pada umumnya pusat pembangkit listrik yang besar, di atas 100 MW umumnya beroperasi dalam sistem interkoneksi. Pada sistem interkoneksi terdapat banyak pusat beban atau gardu induk yang dihubungkan satu sama lain oleh saluran transmisi. Di setiap gardu induk terdapat beban berupa jaringan distribusi yang melayani para konsumen tenaga listrik. Jaringan distribusi beserta konsumen ini merupakan suatu subsistem distribusi. Dengan melakukan koordinasi berupa:

- 1) Koordinasi pemeliharaan
- 2) Pembagian beban yang ekonomis
- 3) Pengaturan frekuensi
- 4) Pengaturan tegangan
- 5) Prosedur mengatasi gangguan

2. Listrik di daerah terpencil

a. Tenaga listrik di daerah terpencil

Tenaga listrik merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam masyarakat baik masyarakat yang tinggal di kota maupun di pedesaan. Menurut Abdul Kadir (1995) “...lebih “terbelakang” suatu masyarakat, lebih kecil peranan tenaga listrik itu. Dalam suatu masyarakat primitif misalnya, peranan listrik itu adalah nol, karena belum ada. Sebaliknya lebih “maju” masyarakat itu, lebih besar peranan energi listrik...” (p.734).

Cara untuk mengukur taraf pemakaian tenaga listrik dalam masyarakat terutama di daerah terpencil adalah besarnya komponen tenaga listrik dalam penyediaan energi secara keseluruhan masyarakat tersebut.

b. Inovasi dan pelayanan ketenagalistrikan di daerah terpencil

1. Rasio Elektrifikasi

Energi listrik sebagai salah satu infrastruktur yang menentukan kriteria pengembangan sektor ketenagalistrikan berupa seberapa banyak

rumah tangga di Indonesia yang sudah mendapat listrik. (Haryanto WS, 2016, p. 134).

Rasio elektrifikasi di daerah yang tertinggal seperti Provinsi Papua dan Papua Barat serta pulau-pulau terpencil yang tersebar di kawasan Maluku dan Maluku Utara diperlukan pelayanan ketenagalistrikan yang terisolasi oleh PLN yang membutuhkan tenaga listrik yang tinggi. Pelaksananya banyak menimbulkan kendala berupa minimnya data, sulitnya transportasi dan rendahnya kepadatan penduduk. Sehingga, program elektrifikasi di daerah-daerah terpencil dibutuhkan pendekatan melalui “misi sosial” untuk pemerataan pembangunan secara nasional.

2. Strategi pelayanan

Untuk memberikan pelayanan ketenagalistrikan di daerah-daerah terpencil dapat dilakukan dengan beberapa strategi yaitu :

- 1) Penguatan pelanggan yang sudah ada.
- 2) Ekstensifikasi jaringan berupa perluasan jaringan listrik *existing* untuk menjangkau pelanggan baru.
- 3) Pembangunan sistem kelistrikan *isolated* yang terpisah dari sistem kelistrikan *existing*.
- 4) Memasang *Solar Home System* atau SEHEN untuk masyarakat yang lokasinya sangat tersebar sehingga terlalu mahal bila dilakukan secara komunal.

3. Inovasi Pelayanan

Sebagai alat untuk meningkatkan daya saing berorganisasi dan daya saing produk. Berinovasi untuk meningkatkan kinerja dan menjamin keberlanjutan bisnis yang terkhusus dalam konteks daerah Maluku dan Papua (Haryanto WS, 2016, p. 143).

Inovasi ini merupakan jalan baru untuk menyelesaikan penyediaan tenaga listrik dengan segala keterbatasan berupa keterbatasan alam,

infrastruktur, personalia, sistem pendukung dan lainnya. Sehingga, inovasi di daerah terpencil lebih berorientasi pada peningkatan ketersediaan yang ada untuk mengatasi suatu keterbatasan.

C. SIMPULAN DAN SARAN

Tenaga listrik merupakan landasan bagi kehidupan modern dan tersedianya dalam jumlah dan mutu yang cukup, menjadi syarat bagi suatu masyarakat yang memiliki taraf kehidupan yang baik dan perkembangan industri yang maju, tenaga listrik sangat dibutuhkan oleh masyarakat terpencil karena membantu masyarakat dalam kehidupan sehari-hari di berbagai bidang kehidupan. Untuk itu diperlukan pembangkitan tenaga listrik yang interkoneksi dalam menghasilkan tenaga listrik yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat, dengan cara mengukur taraf pemakaian tenaga listrik dalam masyarakat terutama di daerah terpencil melalui besarnya komponen tenaga listrik dalam penyediaan energi secara keseluruhan masyarakat.

Oleh karena itu, inovasi tenaga listrik sangat diperlukan di masa kini agar setiap masyarakat terutama di daerah terpencil dapat terpenuhi listrik di rumahnya melalui sistem operasi yang berbeda dari sebelumnya dan melakukan strategi pelayanan yang sesuai dengan daerah tersebut serta masalah ataupun persoalan listrik di daerah tersebut dapat teratasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aslimeri, M.T., Drs., & Sukardi.(2013). *Pembangkit Tenaga Listrik*. Padang, Indonesia : Teknik Elektro FT UNP.
- Candra, Oriza.(2014). *Sistem Tenaga Listrik : Operasional Sistem Tenaga Listrik*. Padang, Indonesia : Teknik Elektro FT UNP.
- Fontana, A, Dr., & Arifin, Z, Dr.(Ed).(2016). *19 Tahun Inovasi:Ketenagalistrikan Indonesia Pln Berinovasi Untuk Indonesia*. Jakarta, Indonesia : PLN Research Institute.
- Iftadi, I.(2015). *Kelistrikan Industri*. Yogyakarta, Indonesia : Graha Ilmu.
- Kadir, A.(1995). *Energi Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi* (2). Jakarta, Indonesia : universitas Indonesia.
- _____.(1996). *Pembangkit Tenaga Listrik*. Jakarta, Indonesia : Universitas Indonesia.
- Marsudi, D.(2005). *Pembangkit Energi Listrik*. Jakarta, Indonesia : Erlangga.
- _____.(2006). *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta, Indonesia : Graha Ilmu.
- _____.(2011). *Pembangkitan Energi Listrik*.(2). Jakarta, Indonesia : Erlangga.
- Nawawi, Zainuddin.(1996). *Perencanaan Sistem Tenaga Listrik: Konsep Dasar Penyediaan Energi listrik*. Palembang, Indonesia : FT Universitas Sriwijaya.
- Operasi Sistem Tenaga Listrik*.(2006). Yogyakarta, Indonesia : Graha Ilmu.
- Suswanto, Daman., & Pulungan, Ali Basrah.(2012). *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Padang, Indonesia : FT UNP.
- Watiningsih, T., Kholistiningsih., & Atmadi, P, B.(2014). *Pembangkit Tenaga Listrik*. Yogyakarta, Indonesia : Graha Ilmu.