

**PERANCANGAN OPERASI OPTIMAL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
DIESEL (PLTD) DAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOGAS (PLTBiogas) DI  
KABUPATEN KEPULAUAN MERANTI MENGGUNAKAN METODE  
ECONOMIC DISPATCH**

**Martha Dewa, Nurhalim**

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293  
Email: mdewa3@gmail.com

**ABSTRACT**

*Utilization of renewable energy sources and conversion devices increasingly varied. Sago waste as a source of cleanliness issues, can be viewed as a source of alternative energy with green technologies both of process and product. Construction of biogas power plant (PLTBiogas) is a solution of renewable energy (EBT) to increase energy needs and help to reduce dependence on fuels (fossil energy). To reduce the cost of fuel, optimize schedule of thermal generating units in the system need to be done. Problem related to the schedule is the Economic Dispatch consists of dividing the load at each generating unit in order to obtain a combination of generating units to meet the load demand with optimum. Dividing of cost of load for each thermal generating unit can be obtained by using the lambda iteration method. This method can achieve more optimal results.*

**Keywords:** *Construction of biogas power plant (PLTBiogas), Economic Dispatch, Lambda iteration*

**I. PENDAHULUAN**

Permasalahan yang ada di Provinsi Riau adalah ketergantungan terhadap sumber energi fosil, defisit energi listrik, kelangkaan pasokan bahan bakar minyak dan elastisitas energi yang tinggi. Pada tahun 2011, pangsa energi fosil mencapai 92%. Defisit listrik yang dialami sekitar 5,38 TWh. Elastisitas energi pada tahun 2013 adalah 1,9. Rasio elektrifikasi di Provinsi Riau pada pertengahan 2011 adalah sekitar 43% dan jumlah ini bervariasi di setiap kabupaten. Sementara itu, potensi energi terbarukan di Provinsi Riau sangat besar terutama dari biomassa dan bioenergi. Pada tahun 2010 saja, Riau mampu memproduksi lebih dari 6 juta ton CPO dan 2,2 juta Kiloliter bahan bakar nabati (BBN). Limbah kelapa sawit dan

sumber biomassa lain seperti sekam padi, kelapa, ternak dan limbah perkotaan diperkirakan mampu menghasilkan 14,5 Twh.

Berdasarkan informasi terakhir dari PLN Wilayah Riau dan Kepulauan Riau, yang juga dikonfirmasi oleh Dinas Mineral dan Energi, rasio elektrifikasi di Kabupaten Kepulauan Meranti adalah 26,2 %. Secara geografis kabupaten Kepulauan Meranti berada pada koordinat antara sekitar 0° 42' 30" - 1° 28' 0" LU, dan 102° 12' 0" - 103° 10' 0" BT, dan terletak pada bagian pesisir timur pulau Sumatera, dengan pesisir pantai yang berbatasan dengan sejumlah negara tetangga dan masuk dalam daerah Segitiga Pertumbuhan Ekonomi (Growth Triangle) Indonesia - Malaysia - Singapore (IMS-GT) dan secara tidak langsung sudah

menjadi daerah Hinterland Kawasan Free Trade Zone (FTZ) Batam - Tj. Balai Karimun. Berbagai kegiatan pembangunan dan penelitian dilakukan dalam rangka memanfaatkan peluang dan keuntungan posisi geografis dan mendorong pertumbuhan ekonomi wilayah perbatasan dengan negara tetangga Malaysia dan Singapura, maka wilayah kabupaten Kepulauan Meranti sangat potensial berfungsi sebagai Gerbang Lintas Batas Negara Pintu Gerbang Internasional yang menghubungkan dengan Riau daratan dengan negara tetangga melalui jalur laut, yang berfungsi sebagai beranda depan negara, pintu gerbang internasional, niaga dan industri.

Pembangkit listrik harus beroperasi secara optimal agar energi yang dihasilkan lebih efisien dan biaya pembangkitan lebih ekonomis. Dalam perhitungan optimasi pembangkit ada beberapa cara yang dapat dilakukan, salah satunya dengan *economic dispatch*. *Economic dispatch* adalah pembagian pembebanan pada unit-unit pembangkit yang ada dalam sistem secara ekonomis.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Pusat Listrik Tenaga Biogas (PLTBiogas)

PLTBiogas merupakan pembangkit yang dapat membangkitkan tenaga listrik dengan memanfaatkan limbah sagu yang menghasilkan biogas sebagai sumber energinya. Biogas merupakan gas mudah terbakar (*flammable*) yang terdiri dari campuran metana ( $\text{CH}_4$ ), karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan gas lainnya yang didapat dari hasil penguraian material organik seperti limbah pabrik sagu, kotoran hewan, kotoran manusia, dan tumbuhan oleh bakteri pengurai metanogen pada sebuah biodigester. Proses penguraian material

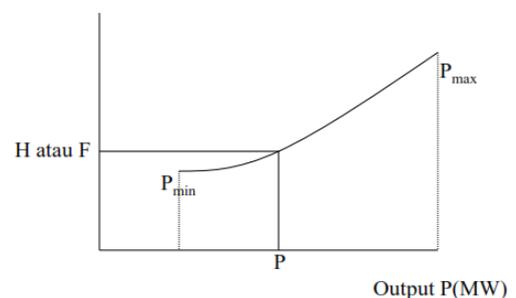
organik terjadi secara anaerob (tanpa oksigen). Biogas yang dihasilkan oleh biodigester sebagian besar terdiri dari 50 – 70% metana ( $\text{CH}_4$ ), 30 – 40% karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan gas lainnya dalam jumlah kecil.

### 2.2 Optimasi Pembangkit Thermal

Yang dimaksud dengan operasi ekonomis pembangkit *thermal* ialah proses pembagian atau penjadwalan beban total dari suatu sistem kepada masing-masing pusat pembangkitnya, sedemikian rupa sehingga jumlah biaya pengoperasian adalah seminimal mungkin. Seluruh pusat-pusat pembangkit dalam suatu sistem dikontrol terus-menerus sehingga pembangkitan tenaga dilakukan dengan cara paling ekonomis.

### 2.3 Karakteristik Input - Output Pembangkit

Untuk menganalisis permasalahan mengenai operasi dalam sistem tenaga, khususnya masalah operasi ekonomis, diperlukan dasar tentang karakteristik *input-output* dari suatu unit pembangkit *thermal*. Karakteristik input output pembangkit *thermal* adalah karakteristik yang menggambarkan hubungan antara input bahan bakar (liter/jam) dan output yang dihasilkan oleh pembangkit (MW). Untuk menggambarkan karakteristik input output dapat dilihat pada Gambar 1 berikut: Input H(MBtu/h) atau F(R/h)



**Gambar 1.** Kurva karakteristik *input-output* pembangkit *thermal*.

Gambar 1. menunjukkan karakteristik *input-output* suatu unit pembangkit tenaga

uap yang ideal. *Input* unit yang ditunjukkan pada sumbu ordinat adalah kebutuhan energi panas (MBtu/jam) atau biaya total per jam (R/jam). *Output*nya adalah *output* daya listrik dari unit tersebut.

### 2.4 Economic Dispatch

Economic dispatch adalah pembagian pembebanan pada setiap unit pembangkit sehingga diperoleh kombinasi unit pembangkit yang dapat memenuhi kebutuhan beban dengan biaya yang optimum atau dengan kata lain untuk mencari nilai optimum dari output daya dari kombinasi unit pembangkit yang bertujuan untuk meminimalkan total biaya pembangkitan.

$$F_T = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_N$$

$$= F_T = \sum_{i=1}^N F_i(P_i)$$

dimana :

$F_T$  = total biaya pembangkitan (Rp).

$F_i(P_i)$  = fungsi biaya input-output dari pembangkit  $i$  (Rp/jam).

$a_i, b_i, c_i$  = koefisien biaya dari pembangkit  $i$ .

$P_i$  = output pembangkit  $i$  (MW)

$n$  = jumlah unit pembangkit.

$I$  = indeks dari dispatchable unit

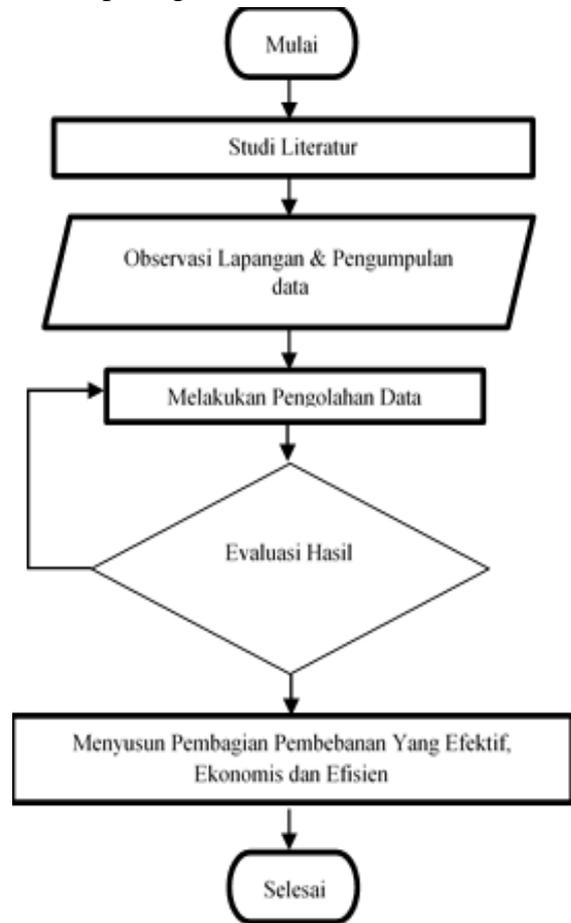
## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tinjauan umum

Beban selalu berubah sepanjang waktu dan juga selalu berkembang seiring dengan perkembangan kegiatan masyarakat yang mana tidak dapat dirumuskan secara eksak sehingga perlu diamati secara terus menerus agar dapat diketahuai kearah manakah perkembangan sistem yang harus dilakukan agar sistem dapat mengikuti perkembangan beban sehingga tidak terjadi pemadaman tenaga listrik dalam sistem tersebut.

### 3.2 Prosedur Penelitian.

Adapun *flow chart* penelitian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Potensi Limbah Sagu

Potensi limbah cair pabrik sagu untuk menghasilkan energi listrik dihitung berdasarkan estimasi jumlah produksi biogas yang dihasilkan. Potensi biogas yang dihasilkan dapat dihitung menggunakan data COD dan volume limbah cair. Tidak semua biogas memiliki nilai energi sebagai bahan bakar. Komposisi biogas bervariasi, tergantung sumber bahan biogasnya. Akan tetapi, biasanya memiliki kandungan 50–70 %  $CH_4$ , 25–50 %  $CO_2$ , 1–5 %  $H_2$ , 0,3–3 %  $N_2$  dan  $H_2S$ .

## 4.2 Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLT Biogas)

Berikut ditampilkan listrik yang mampu dihasilkan dengan berbagai pola perhitungan:

**Tabel 1.** Keluaran PLTB

Pola Perhitungan	Listrik yang dihasilkan dalam 18 jam (kw)	Listrik untuk 40 unit rumah (watt)	Listrik untuk 30 unit rumah (watt)
TIM	8.21	205,25	273,67
Spesifikasi mesin	21.55	538,75	718,33

Sumber: LP2M Universitas Muhammadiyah Riau

## 4.3 Pengiriman Daya Optimal Generator

Daya optimal yang dikirim dari masing-masing pembangkit serta biaya total bahan bakar yang digunakan sebelum penambahan genset biogas dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.** Daya Optimal dan Biaya Bahan Bakar Genset Diesel

Waktu	Beban (kW)	Daya Dikirim Genset Diesel 1 (kW)	Daya Dikirim Genset Diesel 2 (kW)	Biaya Bahan Bakar (Rp/jam)
18.00 - 19.00	37,6	18,8	18,8	129.752,15
19.00 - 20.00	38,1	19,05	19,05	131.205,47
20.00 - 21.00	38,6	19,3	19,3	132.673,78
21.00 - 22.00	38,8	19,4	19,4	133.265,31
22.00 - 23.00	38,5	19,25	19,25	132.378,92
23.00 - 24.00	38,3	19,15	19,15	131.791,00
Jumlah	229,9	114,95	114,95	791.066,63

Dari Tabel 2. di atas dapat diketahui bahwa untuk mensuplai beban 229,9 kW dibutuhkan biaya bahan bakar sebesar Rp. 791.066,63.

Daya optimal yang dikirim dari masing-masing pembangkit serta biaya total bahan bakar yang dibutuhkan setelah penambahan genset biogas dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 3.** Daya Optimal dan Biaya Bahan Bakar Genset Diesel dan Biogas

Waktu	Beban (kW)	Daya Dikirim Genset Diesel 1 (kW)	Daya Dikirim Genset Diesel 2 (kW)	Daya Dikirim Genset Biogas (kW)	Biaya Bahan Bakar (Rp/jam)
18.00 - 19.00	37,6	10,3	10,3	18	90.822,27
19.00 - 20.00	38,1	10,05	10,05	18	89.801,55
20.00 - 21.00	38,6	10,3	10,3	18	90.730,27
21.00 - 22.00	38,8	10,4	10,4	18	91.105,96
22.00 - 23.00	38,5	10,25	10,25	18	90.543,33
23.00 - 24.00	38,3	10,15	10,15	17	90.171,24
Jumlah	229,9	61,45	61,45	107	543.174,62

Dari Tabel 3. di atas dapat diketahui bahwa setelah adanya penambahan genset biogas dan pengaturan operasi optimal menggunakan metode *economic dispatch* biaya total bahan bakar yang dibutuhkan adalah sebesar Rp. 543.174,62.

## V. KESIMPULAN

1. Limbah sagu berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan bakar dari PLTB yang dapat menggantikan bahan bakar fosil.
2. Pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Limbah Sagu memberikan tambahan suplai energi untuk memenuhi kebutuhan listrik.
3. Total biaya operasi pembangkit yang biaya yang dibutuhkan untuk operasional 3 genset selama 6 jam/hari dana tau 180 jam/bulan adalah sebesar Rp. 16.295.238,60 /bulan.
4. Penghematan biaya bahan bakar yang bisa dilakukan selama satu bulan adalah sebesar Rp. 18.704.761,40.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cekdin, Cekmas. (2010). *Sistem Tenaga Listrik Contoh Soal dan Penyelesaian Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Ilyas, A.M. Panangsang, O., Soeprijanto, A. (2010). *Optimisasi Pembangkit Thermal Sistem 500 kV Jawa-Bali Menggunakan Modified Particle Swarm Optimization (MIPSO)*. National Conference: Design and Application of Technology.
- Marsudi, Djiteng. (2006). *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Monice & Syafii. (2013). Operasi Ekonomis (Economic Dispatch) Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) Dan (PLTG) Dalam Melayani Beban Puncak Kelistrikan Sumbar. *Jurnal Teknik Elektro*, 2, 35-39.
- Sofyan, H., Nadjamuddin. (2010). Studi Operasi Ekonomis Pada Generator Pembangkit Sistem Sulawesi Selatan. *Media Elektrik*, Vol. 5 No. 1.
- Stevenson, D., William Jr. (1990). *Analisis Sistem Tenaga Listrik*. Edisi keempat, Jakarta: Erlangga.
- Saadat, H. (1999). *Power System Analysis*. New York: WCB McGraw-Hill.
- Wood, A.J. (1996). *Power Generation, Operator And Control*. Second edition. Unitedstate of America: A Wiley-interscience publication.