

ANALISIS PERENCANAAN KAPASITAS MESIN PLTD SUB-RANTING BUANO DI DESA BUANO KECAMATAN WAESALA KABUPATEN SERAM BAGIAN BARAT

La Ode Alkan, Jusuf Sahupala, T. Dahlia Kaisupy
Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Darussalam Ambon

Abstract

The objective of this research is to know the ability of power plant in fulfilling customer requirement starting from 2016 - 2026, and to overcome to avoid blackout. Analyzer used is Utility and Efficiency. The results show that PLTD Sub Ranting Buano is theoretically capable of operating its machines to serve the electricity consumption level. This is because the design capacity of 379 kw and peak load reached 200 kw. Then from the results of the efficiency shows that the PLTD machine capable of operating reached 62.31%. This is because the peak load reached 200 kw and the engine capable of 321 kw. The success of a company is measured by the actual efficiency it has achieved.

Keyword: Capacity, Utility dan Efficiency.

PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya ekonomis yang paling utama yang dibutuhkan dalam suatu kegiatan usaha. Dalam waktu yang akan datang kebutuhan listrik akan meningkat seiring dengan adanya peningkatan dan perkembangan baik dari jumlah penduduk, jumlah investasi yang semakin meningkat akan memunculkan berbagai industri-industri baru.

Karakteristik suatu pembangkit di tunjukan melalui kurva masukan keluarannya. Kurva masukan keluaran menggambarkan besarnya masukan yang harus di berikan kepada pembangkit listrik sebagai fungsi dari keluarannya. Untuk pembangkit listrik termal, masukannya adalah bahan bakar yang dinyatakan dalam satuan mata uang, misalnya rupiah perjam dengan keluaran daya yang di bangkitkan (MW).

Dalam pelaksanaannya salah satu pembangkit listrik yang digunakan oleh PT. PLN (Persero) Sub. Ranting Buano adalah pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD). Jumlah mesin diesel yang digunakan sebagai pembangkit berjumlah 4 unit mesin.

Hasil observasi lapangan dan wawancara dengan kepala pengelola PLTD Sub Ranting Buano bahwa penyebab terjadinya pemadaman listrik karena sering rusaknya mesin dan gangguan pada jaringan akibat pohon yang tumbang. Kerusakan yang dimaksud yaitu pada generator listrik dan pada mesin penghantar APR.

Jumlah pelanggan dari tahun selalu terdapat penambahan pelanggan, dimana Pada Tahun 2014

jumlah pelanggan tercatat 1.200 dan 2015 jumlah pelanggan tercatat 1238 pelanggan.

Kelistrikan ini dibangun dengan waktu operasi hanya 6 jam, mulai dari jam 6 sore sampai jam 12 malam pada awal pembangkit listrik beroperasi hingga akhir 2012, kemudian dari awal tahun 2013 ini waktu operasinya di ubah menjadi 12 jam yang dimulai dari jam 6 sore sampai 6 pagi hingga saat ini. Sesuai dengan tahapan-tahapannya yang dimulai dari 6, 12, sampai 24 jam.

Berdasarkan uraian di atas, maka tujuan penelitian ini untuk mengetahui kapasitas mesin PLTD Sub-ranting Buano agar mampu memenuhi kebutuhan listrik di desa Buano, kecamatan Waesala, kabupaten Seram Bagian Barat

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Kapasitas

Kapasitas (*capacity*) adalah hasil produksi atau volume pemrosesan (*throughput*) atau jumlah unit yang dapat ditangani, diterima, disimpan, atau diproduksi oleh sebuah fasilitas dalam suatu periode waktu tertentu. (Heizer, dan Render, 2009:442).

Kapasitas dihitung berdasarkan = (jumlah dari mesin atau pekerja) x (jumlah waktu kerja) x (waktu penggunaan) x (efisiensi)

Perencanaan Kapasitas

Perencanaan kapasitas adalah kegiatan penentuan dan pembaharuan kebutuhan-kebutuhan kapasitas. (Handoko, 1999:100). Perencanaan kapasitas akan berpengaruh pada keputusan-keputusan manajemen operasi dan fungsi lain dari organisasi. Hal

ini dapat di mengerti mengingat kapasitas memiliki konteks yang menentukan biaya, fasilitas pemenuhan permintaan pelanggan. Keberhasilan perencanaan dan pengendalian manufacturing membutuhkan perencanaan kapasitas yang efektif agar mampu memenuhi jadwal produksi yang di tetapkan (Gaspers, 1998).

Tujuan Perencanaan Kapasitas

Tujuan perencanaan kapasitas adalah pencapaian tingkat utilitas tinggi dan tingkat pengembalian investasi yang tinggi, dimana penetapan ukuran fasilitas sangatlah menentukan.

Proses Perencanaan kapasitas

Proses perencanaan kapasitas dimulai mencari tingkat kapasitas yang ada saat ini, setelah di ketahui, maka langkah-langkah yang harus dilakukan selanjutnya adalah (Krajewski dan Rizman 1999;311)

- Menentukan kebutuhan kapasitas kedepannya
- Mencari *gap* kapasitas dengan cara membandingkan antara kebutuhan dengan ketersediaan kapasitas
- Membuat alternative untuk mengisi *gap* yang ada
- Evaluasi tiap alternatif , baik secara kualitas maupun kuantitas, dan tentukan keputusan akhirnya.

Seandainya kapasitas diasumsikan sebagai jumlah mesin yang ada dalam suatu operasi, maka untuk menentukan kebutuhan kapasitas (jumlah mesin yang dibutuhkan) kedepannya dapat dilakukan dengan menggunakan rumus (Krajewski dan Rizman, 1999;311)

Bila produk yang dihasilkan hanya satu jenis:

$$M = DP/N[1=(C/100)]$$

Dimana:

- M = jumlah mesin yang dibutuhkan
- D = jumlah permintaan yang diperkirakan pertahun
- P = waktu proses perjam per unit
- N = jumlah jam kerja mesin pertahun
- C = *capacity cushion* yang diinginkan

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak pada PLTD Sub-ranting Buano di desa Buano, Kecamatan Waesala, Kabupaten Seram Bagian Barat.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Wawancara
Merupakan suatu cara untuk mendapatkan data atau informasi dengan melakukan tanya jawab secara langsung pada orang yang mengetahui tentang objek yang diteliti. Dalam hal ini pihak kepala Sub Ranting PLTD Buano.
- Observasi
Merupakan suatu cara untuk mendapatkan data atau informasi dengan melakukan pengamatan langsung di tempat penelitian dengan mengamati sistem atau cara kerja, proses produksi dari awal sampai akhir.
- Dokumentasi
Merupakan suatu cara untuk mendapatkan data dengan mempelajari dokumen-dokumen perusahaan yang terkait dengan penelitian.

Defenisi Operasional Variabel

Perencanaan kapasitas mesin Pembangkit listrik adalah kegiatan awal penentuan penambahan mesin pembangkit listrik dalam memproduksi energi dalam memenuhi permintaan energy oleh konsumen atau pemakai listrik.

Teknik Analisis Data.

Dalam penelitian ini, analisis data yang dilakukan dengan menggunakan alat bantu yang biasanya bermanfaat untuk pengukuran kinerja sistem yaitu : Utilisasi dan Efisiensi (Heizer dan Render, 2009: 444)

$$\text{Utilitas} = \frac{OA}{KD}$$

$$\text{Efisiensi} = \frac{OA}{KE}$$

$$OA = (KE) (E)$$

Keterangan:

- OA = Output Aktual
- KD = Kapasitas Desain
- KE = Kapasitas Efektif
- E = Efisiensi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan Tabel 1 dapat dijelaskan untuk 2 mesin dengan tahun operasi sejak 2005 hingga 2016 ± umur mesin sudah 10 tahun, dan 2 mesin dengan tahun operasi sejak 2013 hinngga 2016 ± umur 3 tahun. Untuk ke 4 mesin dioperasikan dengan kapasitas terpasang 379 kw, sedangkan daya mampu 321 kw, dan beban puncak yang dimulai dari jam 06.00 s/d 08.00 sebesar 200 kw

Hasil perhitungan utilisasi menunjukkan bahwa PLTD mengoperasikan mesinnya hingga 52,77%. Artinya bahwa ada daya cadangan yang disiapkan apabila terjadinya beban puncak yang tidak dapat diperkirakan akibat pemakaian listrik oleh konsumen, namun PLTD mengoperasikan mesinnya hingga mendekati daya terpasang. selanjutnya akan dihitung tingkat efisiensi.

Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa pengoperasiannya mesin pembangkit listrik dalam melayani pemakaian konsumen mencapai 62,31%, sementara daya mampu mesin yang tersedia 37,69%. Sementara sisa daya mampu disiapkan ketika terjadi pertumbuhan beban puncak, karena beban puncak yang pernah dicapai hingga mendekati daya mampu. Dari hasil diatas menunjukkan presentase dari kapasitas efektif (efisiensi) mesin pembangkit listrik mencapai hingga 62,31%. Jika output aktual (beban puncak) pada mesin pembangkit listrik yang nyata hingga

mendekati daya mampu pada mesin pembangkit listrik maka tingkat efisiensinya akan lebih besar
Perencanaan Kapasitas Mesin Pembangkit Listrik periode perencanaan.

1. Keinginan masyarakat pulau Buano.

Pada umumnya setiap masyarakat sangat menginginkan dan mengharapkan listrik dapat bisa beroperasi hingga 24 jam dan khususnya untuk masyarakat pulau Buano, tetapi kenyataan dilapangan listrik di pulau Buano hanya beroperasi 12 jam itupun waktunya kurang maksimal. Namun pelayanan 24 jam perlu disesuaikan dengan daya mampu atau kemampuan pada mesin pembangkit listrik. Namun perlu adanya pengambilan keputusan yang dilakukan oleh menejer.

2. Jangka Waktu Perencanaan.

Salah satu alternatif yang tepat dalam perencanaan kapasitas mesin pembangkit listrik dengan perencanaan kapasitas berdasarkan horizon

Tabel 1 Operasi Mesin Diesel

Merek	Thn Opr	Daya Terpasang (kw)	Daya Mampu (kw)	Beban puncak (kw)	Jam operasi (jam)	Ket : kondisi PLTD
Deutz Mwm D 229-6	2005	44	36		310	Operasi
Deutz Mwm 6.10 Tca	2005	90	85		325	Operasi
Daf Dkt 1160 A	2013	117	100		360	Operasi
Deutz Bf6m 1013ec	2013	128	100		152	Operasi
		379	321	200		

Sumber : Laporan Bidang Pembangkit Tenaga Listrik April 2016

Table 2 Pemakaian Listrik Pulau Buano.

Mesin	Daya terpasang	Daya mampu
I	44	36
II	90	85
III	117	100
IV	128	100

Sumber : Data Diperoleh Melalui Via Telepon Dengan Mekanika, 2016

Tabel 3 Jenis dan Keadaan Mesin PLTD Sub Ranting Buano.

No	Merek	Kapasitas mesin	Tahun perolehan	Umur Ekonomis	Umur teknis
1	DEUTZ MWM D 229-6	44 kw	2005	15 tahun	20 tahun
2	DEUTZ MWM 6. 10 TCA	90 kw	2005	15 tahun	20 tahun
3	DAF DKT 1160 A	117 kw	2013	15 tahun	20 tahun
4	DEUTZ BF6M1013EC	128 kw	2013	15 tahun	20 tahun

Sumber : Laporan Pembangkit PLTD Sub Ranting Buano 2015

waktu yaitu ;

- a. Perencanaan kapasitas jangka pendek (< 3 bulan) yaitu apabila dalam jangka waktu tersebut tanggung jawab yang dilakukan pihak pengelola PLTD yaitu menambah kapasitas, menjadwalkan pekerjaan, menjadwalkan karyawan, mengalokasikan mesin, dan menggunakan kapasitas.
 - b. Perencanaan kapasitas jangka panjang (> 1 tahun) yaitu menambah mesin, menambah peralatan dengan lead time yang panjang. Menambah mesin merupakan suatu rencana yang terbaik untuk menjangkau ketika terjadi beban puncak yang menyebabkan terjadinya kerusakan.
3. Besarnya kapasitas yang harus ditambah.

Penambahan kapasitas dilakukan apabila permintaan melebihi kapasitas, namun bergantung dari pertumbuhan beban puncak akibat penambahan pelanggan, karena ketika konsumsi pelanggan meningkat beban puncak secara tidak langsung akan menjadi meningkat.

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat dari ke- 4 mesin dengan kapasitas mesin dan tahun perolehan berbeda-beda, dimana kapasitas mesin 44 kw dan 90 kw tahun perolehan 2005 dan kapasitas mesin 117 kw dan 128 kw tahun perolehan 2013. Sementara umur ekonomis dari 4 unit mesin rata-rata 15 tahun dan juga umur teknis rata-rata 20

tahun.

- 4. Waktu dari mesin masuk kedalam sistem.
Waktu yang tepat ketika mesin dioperasikan dengan baik sesuai dengan apa yang telah ditentukan oleh pihak PLTD maka merupakan tolak ukur kepuasan konsumen setelah konsumen menikmatinya.
- 5. Memiliki peralatan yang lengkap ketika ada gangguan.
Peralatan yang lengkap tentunya akan mendukung operasi petugas ketika ada gangguan, peralatan tersebut ibarat alat yang tidak terpisahkan oleh petugas yang bertugas dibagian yang telah ditentukan.
- 6. Rencana Pengembangan Sistem Kelistrikan.

a. Kondisi Kelistrikan Saat Ini.

1) Jumlah Pelanggan

Realisasi jumlah pelanggan selama tahun 2014-2015 mengalami peningkatan dari 1200 menjadi 1238 atau bertambah 38 pelanggan dalam 1 (satu) tahun. Penambahan pelanggan terbesar masih terjadi pada sektor rumah tangga dengan daya 900 VA.

2) Rasio Elektrifikasi

Rasio elektrifikasi didefinisikan sebagai jumlah rumah tangga yang sudah berlistrik dibagi dengan jumlah rumah tangga yang ada. Perkembangan rasio

Tabel 4 Pertumbuhan beban puncak PLTD Sub Ranting Buano.

Deskripsi	Satuan	2014	2015	2016
Beban puncak netto	Kw	174	200	200

Sumber : RUPTL 2013-2022.

Tabel 5 Komposisi Sistem Kelistrikan Desa Buano.

Mesin (unit)	Jenis	Jenis bahan bakar	Pemilik	Daya terpasang (kw)	Daya mampu (kw)	Beban puncak (kw)
4	PLTD	BBM	PLN	379	321	200

Sumber : Rekap Pengusahaan 2015-2016 PT PLN (Persero) Wilayah Maluku Dan Malut.

Tabel 6 Proyeksi Kebutuhan Tenaga Listrik Desa Buano.

Tahun	Produksi (kwh)	Beban puncak (kw)	Pelanggan
2014	58.097	174	1200
2015	696.791	200	1238

Sumber : Rekap pengusahaan 2015-2016 PT PLN (Persero) wilayah Maluku dan Malut

elektrifikasi desa buano dari tahun ke tahun mengalami kenaikan, yaitu dari 56% pada tahun 2014 menjadi 57% pada tahun 2015.

3) Pertumbuhan Beban Puncak

Pertumbuhan beban puncak PLTD Sub Ranting Buano dalam 1 tahun terakhir dapat dilihat pada table 3. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa beban puncak tumbuh relative rendah.

Dari tabel 4 dapat dijelaskan bahwa beban puncak netto tahun 2014 sebesar 174 kilowatt (kw), sementara beban puncak netto pada tahun 2015 dan 2016 mencapai 200 kilowatt (kw), hal tersebut dapat disimpulkan bahwa peningkatan beban puncak hanya terjadi pada tahun 2014-2015.

Berdasarkan Tabel 5 dapat dijelaskan bahwa pembangkit listrik pulau Buano adalah milik PT. PLN (Persero) dengan jenis pembangkit yaitu pembangkit tenaga diesel 9 PLTD), sementara pembangkit tersebut mempunyai 4 mesin berkapasitas terpasang 379 kw, daya mampu 321 kw, beban puncak sebesar 200 kw. Karena jenis pembangkit adalah PLTD, maka yang digunakan bahan bakar minyak (solar).

b. Proyeksi kebutuhan tenaga listrik

Berdasarkan Tabel 6 dapat dijelaskan bahwa pada tahun 2014, 1200 pelanggan mampu mengkonsumsi 58.097 kwh dengan beban puncak 174 kilowatt. Sementara pada tahun 2015, 1238 pelanggan mampu mengkonsumsi 696.791 kwh dengan beban puncak 200 kilowatt, berarti konsumsi pelanggan setiap tahun selalu meningkat

Pembahasan

Hasil penelitian dapat dijelaskan dalam analisis kualitatif bahwa PLTD Sub Ranting Buano memiliki 4 unit mesin pembangkit listrik dengan total daya kapasitas terpasang 379 kw, daya mampu 321 kw serta beban puncak sebesar 200 kw. Sementara dari data yang diperoleh bahwa beban puncak mesin pada tahun 2014 sebesar 174 kw serta beban puncak pada tahun 2015 mengalami peningkatan hingga 200 kw.

Hasil perhitungan utilisasi sebesar 52,77% maupun efisiensi 62,31% menunjukkan bahwa mesin pembangkit listrik pada PLTD Sub Ranting Buano cukup mampu dalam menjangkau kebutuhan permintaan pelanggan ketika ada penyambungan dan pemasangan saat penambahan pelanggan baru. Hal ini

tampak bahwa beban puncak yang pernah dicapai lebih kecil dari daya terpasang dan daya mampu mesin pembangkit, apabila beban puncak hingga mencapai daya mampu maka dapat dikatakan mesin PLTD beroperasi cukup maksimal.

Sementara, PLTD Sub Ranting Buano memiliki pelanggan pada tahun 2014 sebanyak 1200 dan pada tahun 2015 sebanyak 1238 pelanggan. Pertumbuhan pelanggan untuk PLTD tersebut sangat kecil. Kemungkinan besar sangat berbeda dengan penambahan pelanggan pulau lain, namun pertumbuhan pelanggan yang terbanyak terjadi pada tahun 2014.

Mengetahui kemampuan mesin pembangkit listrik dalam memenuhi kebutuhan listrik yang ada di pulau Buano, maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan alat analisis utilisasi dan efisiensi.

Berdasarkan hasil perhitungan utilisasi dan efisiensi diatas dapat diketahui secara teoritis presentase dari kapasitas desain mesin pembangkit listrik yang sesungguhnya telah dicapai sebesar 52,77% dan daya yang tersedia untuk dioperasikan sebesar 47,23%. Hal ini menunjukkan bahwa mesin pembangkit ini cukup mampu dalam memenuhi kebutuhan pelanggan berdasarkan daya terpasang secara teoritis, namun sebagian besar organisasi mengoperasikan fasilitasnya pada tingkat yang lebih rendah dari kapasitas desainnya. Mereka melakukannya karena mereka menyadari bahwa mereka dapat beroperasi dengan lebih efisien bila sumber daya mereka tidak dimanfaatkan hingga batas maksimum. Bahkan, mereka berharap untuk beroperasi pada sekitar 82% dari kapasitas desain.

Hasil efisiensi diketahui presentase dari kapasitas efektif mesin pembangkit listrik yang sesungguhnya telah dicapai sebesar 62,31%, artinya bahwa jika beban puncak setiap tahun selalu meningkat maka tingkat efisiensinya pula akan meningkat. Perusahaan mengukur keberhasilannya dilihat dari efisiensi yang telah dicapai walaupun dengan keterbatasan yang ada saat ini serta keterbatasan daya mampu yang diperkirakan hingga beban puncak pernah dicapai. Sementara sisanya sebesar 37,69%, ini dirancang jika terjadi beban puncak karena penambahan pelanggan.

Melihat hasil utilisasi dan efisiensi tersebut maka dilakukan perencanaan kapasitas dengan 3 horizon waktu atau memilih alternative yang terbaik sehingga tujuan dapat dicapai.

Dimensi perencanaan kapasitas jangka pendek dan jangka panjang :

1. Perencanaan kapasitas jangka pendek (kurang dari 3 bulan). Apabila dalam kurung waktu yang pendek penambahan mesin belum dilakukan maka perlu adanya penaggulanan yaitu pemeliharaan mesin, penjadwalan operasi mesin serta menggunakan kapasitas daya yang tersisa. Perencanaan kapasitas jangka pendek digunakan untuk menangani secara ekonomis hal-hal yang sifatnya mendadak di masa yang akan datang.
2. Perencanaan kapasitas jangka panjang (lebih dari 1 tahun). Berdasarkan hasil efesiensi, maka perlu adanya penambahan mesin pembangkit serta peralatan yang original serta memiliki lead time yang panjang, mengingat beban puncak dari tahun ke tahun selalu meningkat, dan beban puncak yang ada sekarang akan mencapai daya mampu mesin. Perencanaan kapasitas jangka panjang merupakan strategi operasi dalam menghadapi segala kemungkinan yang akan terjadi dan sudah dapat diperkirakan sebelumnya.
3. Dengan perkembangan jumlah pelanggan pertahun selalu bertambah, hal ini menunjukkan bahwa beban puncak akan selalu meningkat. Sementara penambahan mesin pembangkit listrik dilakukan apabila tingkat pemakaian oleh pelanggan (beban puncak) melebihi daya mampu mesin yang dibangkitkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil efesiensi mesin kapasitas mesin PLTD yang dipakai belum optimal. Optimalnya pengoperasian mesin bergantung pada tingkat efesiensi. Namun efesiensinya suatu mesin bergantung pula pada permintaan konsumsi pelanggan (pemakai listrik).
2. Alat analisis yang digunakan, mesin tersebut cukup mampu untuk melayani jumlah pelanggan yang ada. Hal ini disebabkan oleh beban puncak yang dimiliki sekarang lebih kecil dari daya mampu mesin.
3. Pengoperasian pembangkit dapat dilakukan 24 jam, namun diperlukan penambahan dana untuk membeli bahan bakar, karena bahan bakar yang disediakan hanya cukup untuk pengoperasian 12 jam.

Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan melalui penelitian ini terkait menanggulangi masalah listrik pada PLTD Sub Ranting Buano yaitu :

1. Perlu penambahan karyawan baru dibidang mekanik sehingga tingkat kerusakan bisa diatasi.
2. Perlu pembelian bahan bakar serta biaya-biaya lain agar pengoperasian 24 jam bisa dilakukan.
3. Lebih efektifnya juga tugas yang harus dilakukan mengenai masalah pemadaman listrik dan perlu adanya pengawasan dan pemeliharaan yang efesien.

DAFTAR PUSTAKA

- Erlina P Perencanaan kapasitas waktu produksi yang optimal dengan menggunakan metode capacity Requirement Planing (CRP) di PT. SPI Surabaya. <http://ejournal.upn-jatim.ac.id/index.php/tekmapro/article/view/297/244>.
- Freddy Rangkuti., 2005. *Operations Management, capacity planing*
- Gaspers, 1998. *Production planning and inventory control*. PT Garamedia Pustaka Utama: Jakarta
- Jay Heizer, Barry Render, 2006. *Operations management*, Edisi ketujuh
- Jay Heizerdan Barry Render, 2009. *Operations Management*. Edisi kesembilan, Salemba Empat : Jakarta
- Jay Heizerdan B, Render. 1997. *Operations management*. Prentice hall, new jersey
- Krawjewski, L.J and Ritzman, L.P. 1999. *Operations management, strategy and analysis*.Addison Wesley publishing company, inc., New Jersey
- M. Syamsul Ma'arif & Hendri Tandjung. 2006. *Manajemen Koperasi*. PT Grasindo : Jakarta.
- Muchlis.2008. Kelistrikan Indonesia Pada Era Millinium. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*).
- Marta Elissa Sirait, 2013. Perencanaan Kebutuhan Kapasitas (ROUGH CUT CAPACITY PLANING) Industry Pengolahan Peralatan Rumah Tangga di PT. X". *Jurnal Teknik Industri USU*.Vol 2, No 2
- Purwoko, 2003:5 (Jurnal“ Analisis Peran Subsidi Bagi Industri dan Masyarakat Pengguna Listrik”).
- Ronny Samuel Sianturi, (“Studi pembangkit listrik tenaga diesel aplikasi PT. Musim Mas Kim II Medan”)