

Audit Energi Pada Gedung IV Kantor PT PLN (PERSERO) Wilayah Kalimantan Barat

Abdul Malik

PT PLN (Persero) Wilayah
Kalimantan Barat
e-mail : abdul.malik2@pln.co.id

Abstract– *The method used to make efficient use of energy is energy conservation. Energy conservation is the process of improving energy efficiency or energy savings. Energy audit is a method for calculating the rate of energy consumption of a building.*

In the energy audit conducted at PT Office Building IV. PLN (Persero) region of Kalimantan Barat, especially the air conditioning system (AC) there is excess usage (load) that is so great. Installed power is 57 OD to 51.171 KW compressor power, while the results of the analysis that has been carried out the actual power used ranges from 37 OD with 33.34 KW compressor power.

Keywords– *Energy Conservation, Energy Audit, Power*

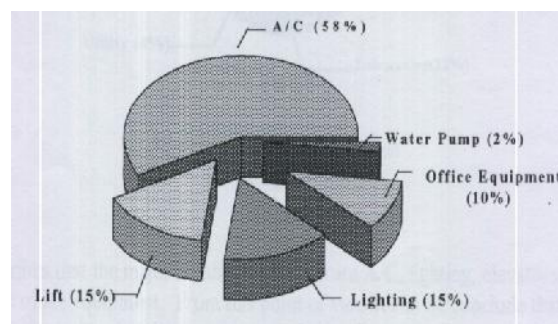
1. Pendahuluan

Penipisan cadangan minyak nasional akan menempatkan Indonesia sebagai negara pengimpor sumber daya energi ini dalam waktu dekat. Salah satu sektor penting yang sangat berpengaruh terhadap penggunaan bahan bakar minyak adalah bangunan, umumnya mengonsumsi BBM dalam bentuk energi listrik sekitar 30 - 60 % dari total konsumsi BBM di suatu negara. Dengan semakin mahalnya harga BBM dalam negeri membuat pemerintah menaikkan tarif dasar listrik (TDL) terutama pada tarif industri. Salah satu bagian dari terapan energi adalah audit energi teknik merupakan yang dipakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi dan mengenali cara-cara untuk penghematannya. Konservasi energi, adalah upaya mengefisienkan pemakaian energi untuk suatu kebutuhan agar pemborosan energi dapat dihindarkan. Pengelolaan energi, yaitu segala upaya untuk mengatur dan mengelola penggunaan energi seefisien mungkin pada bangunan gedung tanpa mengurangi tingkat kenyamanan di lingkungan hunian ataupun produktivitas di lingkungan kerja.

Untuk kawasan tropis, pemakaian bahan bakar minyak (BBM) untuk membangkitkan listrik umumnya lebih rendah dibandingkan dengan negara di kawasan subtropis yang dapat mencapai $\pm 60\%$ dari total konsumsi energi. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan pemanas ruang di sebagian besar bangunan saat musim dingin. Sementara di kawasan tropis, pengkondisian udara hanya digunakan sejumlah kecil bangunan. Meskipun demikian, penghematan energi di sektor bangunan di wilayah tropis seperti Indonesia tetap akan memberikan

kontribusi besar terhadap penurunan konsumsi energi secara nasional.

Bangunan merupakan penyaring faktor alamiah penyebab ketidaknyamanan, seperti hujan, terik matahari, angin kencang, dan udara panas tropis, agar tidak masuk ke dalam bangunan. Udara luar yang panas dimodifikasi bangunan dengan bantuan AC menjadi udara dingin. Dalam hal ini dibutuhkan energi listrik untuk menggerakkan mesin AC. Demikian juga halnya bagi penerangan malam hari atau ketika langit mendung, diperlukan energi listrik untuk lampu penerang. Hampir sekitar $\pm 60\%$ pemakaian energi listrik digunakan untuk sistem pengkondisian udara, sisanya untuk keperluan penerangan, peralatan elektronik, dan peralatan lainnya. Salah satu metode yang sekarang dipakai untuk mengefisienkan pemakaian energi adalah konservasi energi. Konservasi energi adalah peningkatan efisiensi energi yang digunakan atau proses penghematan energi. Dalam proses ini meliputi adanya audit energi yaitu suatu metode untuk menghitung tingkat konsumsi energi suatu gedung atau bangunan, yang mana hasilnya nanti akan dibandingkan dengan standar yang ada untuk kemudian dicari solusi penghematan konsumsi energi jika tingkat konsumsinya melebihi standar baku yang ada. Untuk audit energi dan peluang penghematan energi diutamakan pada sistem pengkondisian udara karena penggunaan energi listriknya dapat mencapai $\pm 60\%$ melebihi standar yang disampaikan oleh Tim Hemat Energi (THE) yaitu 48,50%.



Gambar 1. Profil Penggunaan Energi Pada Bangunan [22]

Melihat dari bentuk fisik Gedung IV Perkantoran PT PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Barat konsumsi energi listriknya cukup besar, hal ini tergambar dari rekening listrik terakhir bulan maret 2010 sebesar Rp. 29.299.655,00. Selama ini, pengelola Gedung IV Perkantoran PT PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Barat tidak mengetahui secara pasti apakah gedung yang

dikelola boros atau tidak dalam konsumsi energi listriknya, hal ini terjadi karena ketidaktahuan akan kebutuhan energi.

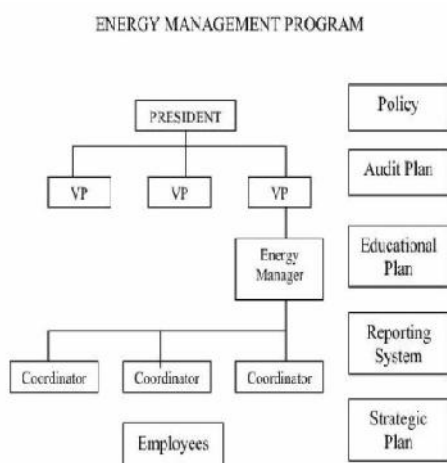
Proses audit energi tidak hanya mengacu kepada permasalahan teknis, namun juga dapat dikaitkan dengan pola perilaku sumber daya manusia (SDM) yang terlibat dalam penggunaan energi tersebut. Sehingga rekomendasi yang dapat diberikan proses audit energi tidak hanya terbatas pada substitusi proses-proses operasional ataupun pengurangan/penggantian peralatan yang berpotensi besar terhadap penggunaan energi, namun rekomendasi dapat juga diberikan sebagai Standar Operasional Prosedur (SOP) yang baik jika diterapkan kepada sumber daya manusia (SDM). Proses audit energi yang telah dilakukan akan menghasilkan usulan-usulan rekomendasi yang dapat diaplikasikan.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka permasalahan yang ada dalam penelitian ini adalah melaksanakan audit energi untuk mengetahui potensi penghematan yang dapat dicapai di Gedung IV Perkantoran PT PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Barat khususnya pemakaian AC sentral.

2. Teori Dasar

a. Manajemen Energi

Manajemen energi adalah sebuah teknik dan fungsi manajemen untuk memonitoring, merekam, menganalisis dan mengontrol aliran energi yang bekerja dalam sebuah sistem untuk mencapai efisiensi penggunaan yang maksimum. Manajemen energi mencakup beberapa bidang, yaitu : teknik (*engineering*), ilmu pengetahuan (*science*), matematika, ekonomi, akuntansi, dan teknologi informasi. Manajemen energi merupakan kombinasi dari technical skill dan manajemen bisnis yang befokus pada *business engineering*.



Gambar 2. Bagan struktur Organisasi Manajemen Energi

Salah satu bagian yang mendasari manajemen energi adalah audit energi. Laporan audit merupakan hasil dari audit plan yang akan diproses dan dianalisis lebih lanjut dalam manajemen energi. Dari hasil audit energi akan diketahui aliran energi yang memberikan gambaran tentang penggunaan energi, sehingga dapat disusun

suatu rancangan strategis untuk mengendalikan penggunaan energi.

b. Audit Energi

Audit energi merupakan suatu analisis terhadap konsumsi energi sebuah sistem yang menggunakan energi seperti gedung bertingkat, pabrik, dan sebagainya. Hasil dari audit adalah laporan tentang segala sesuatu yang berhubungan dengan penggunaan energi, terutama tentang bagian yang mengalami pemborosan energi. Umumnya bentuk energi yang diaudit adalah energi listrik dan energi dalam bentuk bahan bakar (fuel).

Beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam sebuah audit energi adalah dimana energi digunakan, bagaimana energi itu digunakan, bagaimana biaya dapat direduksi, menghitung penghematan dan bagaimana karakteristik sistem yang mengkonsumsi energi.

Terkadang seorang auditor juga melampirkan usulan-usulan dalam melakukan penghematan. Data dari audit energi digunakan untuk melakukan langkah strategis selanjutnya. Menurut T.R Shivarmakrshnan (1996), audit dapat dibagi menjadi beberapa bentuk, antara lain walking audit, preliminary audit, detailed audit dan energi management plan and implementation action.

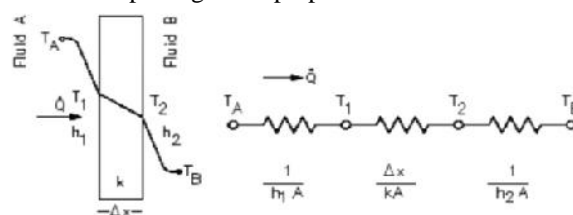
c. Perpindahan Panas Dan Teknik Pendingin

1. Perpindahan Panas

Perpindahan panas mempelajari tentang laju perpindahan panas diantara material atau benda karena adanya perbedaan suhu. Panas akan mengalir dari tempat yang suhunya tinggi ke tempat yang suhunya lebih rendah. Peristiwa perpindahan panas sangat banyak dijumpai dalam industri, misalnya perpindahan panas dari pipa uap ke udara, pembuangan panas pada pembangkit tenaga, ketel uap, dapur yang menggunakan konsep perpindahan panas.

Perpindahan panas dapat dibagi dalam beberapa golongan, yaitu secara konduksi, konveksi dan radiasi. Perpindahan panas konduksi adalah proses dimana panas mengalir antara medium-medium berlainan yang bersinggungan secara langsung tanpa adanya perpindahan molekul yang cukup besar. Perpindahan panas konveksi adalah perpindahan panas dimana panas dibawa oleh partikel-partikel zat yang mengalir, atau pengangkutan kalor oleh gerak dari zat yang dipanaskan. Perpindahan panas secara radiasi adalah perpindahan panas melalui pancaran energi, dimana benda itu terpisah dalam ruang.

Tapi pada kenyataan perpindahan panas yang sering terjadi tidak sendiri-sendiri, tetapi merupakan gabungan atau dua maupun tiga cara perpindahan.



Gambar 3. Perpindahan panas secara gabungan

2. Teknik Pendingin

Adalah proses untuk mendapatkan temperatur yang dikondisikan dari kondisi lingkungan dengan menggunakan piranti ataupun alat, yang biasanya kita kenal dengan istilah mesin pendingin.

2.1 Jenis-jenis dan tipe mesin pendingin

Dari berbagai mesin pendingin yang ada, serta ditinjau dari segi kegunaan dan fungsinya, yang umum kita kenal ada 4 macam mesin pendingin, antara lain :

1. Refrigerant

Jenis ini lebih dikenal dengan sebutan kulkas atau lemari es. Tipe dan kapasitasnya bermacam-macam, dan umumnya digunakan untuk rumah tangga. Fungsinya untuk mendinginkan minuman, mengawetkan bahan makanan, menghasilkan es. Suhu untuk lemari es dipertahankan 3 -100 ° C.

2. Freezer

Jenis yang satu ini tidak berbeda dengan kulkas, hanya saja kapasitas lebih besar, dan suhunya lebih rendah.

3. Air Conditioner (AC)

Manusia selalu berusaha untuk membuat keadaan sekelilingnya menjadi lebih baik dan suasana lebih nyaman. Air Conditioner adalah salah satu yang dapat memenuhi kebutuhan itu. Dengan membuat keadaan menjadi lebih sejuk.

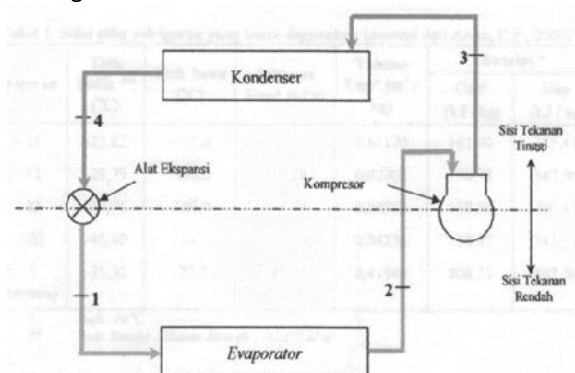
4. Kipas Angin

Walaupun pada dasarnya peralatan yang satu ini tidak menghasilkan udara atau suhu yang dingin sebagaimana kulkas atau AC, tetapi putaran dan sistem kerjanya mirip dengan kerja dari kedua peralatan diatas.

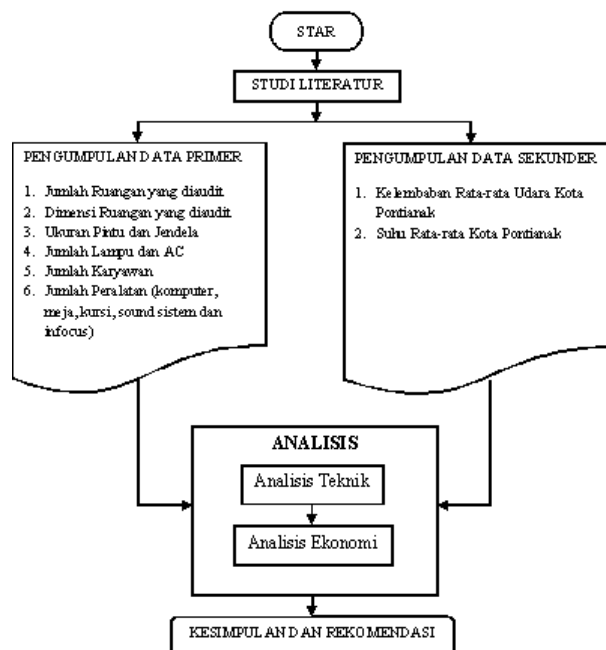
2.2. Komponen Utama Mesin Pendingin

Pada dasarnya tiap-tiap mesin pendingin terdiri atas :

1. motor penggerak
2. kompresor
3. kondensor
4. saringan
5. pipa kapiler/katup
6. pipa penguapan (evaporator)
7. refrigeran



Gambar 4. Komponen utama mesin pendingin



Gambar 5. Diagram alir penelitian

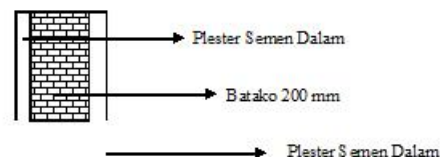
3. Perhitungan Dan Analisis

3.1. Data Teknik

- Plester Semen dalam 10 mm, $R_1 = 0,013 \text{ m}^2.\text{K/W}$
- Plester Semen luar 10 mm, $R_2 = 0,013 \text{ m}^2.\text{K/W}$
- Batako 200 mm, $R_3 = 0,37 \text{ m}^2.\text{K/W}$

Ini biasa dilihat pada gambar 6, permukaan dinding.

Dari tabel 4 bab 24 ASHRAE 1997 didapat :



Gambar 6. Bentuk dinding

Gedung ini hampir seluruhnya menggunakan dinding karena gedung ini merupakan gedung perkantoran, Gedung IV PT PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Barat maksimal jam operasionalnya tidak 24 jam, melainkan 8 jam per hari, yaitu dari jam 08.00 pagi sampai dengan jam 16.00 sore, dengan demikian sistem pengkondisian udara juga akan beroperasi selama jam kerja saja. Denah Gedung IV PT PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Barat ada pada lampiran. Dalam perhitungan beban pendinginan, perhitungan yang digunakan berdasarkan pada beban puncak (peak load). Menurut Saito Heizo dan Wiranto Aris Munandar (1981), kondisi terpanas untuk Indonesia terjadi sekitar bulan Mei sampai dengan Oktober.

Pada perhitungan beban puncak, khusus untuk Kota Pontianak digunakan bulan Agustus, karena pada bulan Agustus biasanya terjadi perubahan musim. dari musim kemarau menjadi musim penghujan, sehingga suhu udara biasanya akan menjadi lebih panas.

Untuk Cooling Load Temperature Differences (CLTD) diambil pada pukul 16.00 WIB, karena pada

saat itu gedung menerima sinar matahari yang paling banyak.

Standar temperatur yang digunakan adalah Standar Internasional ISO menetapkan standar acuan suhu untuk spesifikasi produk dan verifikasi geometris menjadi 20°C, yang sama dengan 293,15 K dan 68°F.

3.2 Analisis Teknik

1. Perolehan Kalor Eksternal (Dinding, Kaca, Atap, langit-langit, dan lantai)

$$q = U \times A \times (CLTD) \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

- U = koefisien desain untuk atap atau dinding perpindahan panas dari Bab 24, Tabel 4, atau untuk kaca, Tabel 5, Bab 29 (ASHRAE 1997)
- A = luas atap, dinding, atau kaca, dihitung dari rencana pembangunan
- CLTD = perbedaan temperatur beban pendinginan, atap, dinding atau kaca

Maka didapat :

Beban panas dari dinding	105656.814 Btu/hr
Beban panas dari kaca	34680,576 BTU/hr
Beban kalor dari atap	12056,280 Btu/hr
Beban kalor dari langit2	73057.386 Btu/hr
Beban kalor dari lantai	68943,257 Btu/hr

2. Perolehan Kalor Internal (Orang, Lampu, dan Peralatan Elektronik) :

Beban panas dari orang	25079,155 Btu/hr
Beban panas dari lampu	54028,626 Btu/hr
Beban panas dari elektronik	38559,627 Btu/hr

3. Perolehan Kalor Dari Udara Ventilasi Dan Infiltrasi :
Beban panasnya 124,945 Btu/hr

4. Total Beban Pendinginan

No.	Jenis Beban	Btu/hr	PK
1	Dinding	105656,814	11,740
2	Kaca	34680,576	3,853
3	Atap	12056,280	1,340
4	Langit-langit	73057,386	8,117
5	Lantai	68943,257	7,660
6	Orang	25079,155	2,787
7	Lampu	54028,626	6,003
8	Elektronik	38559,627	4,284
9	Udara	124,945	0,014
Total		412186,666	45,799

Berdasarkan atas perhitungan dari kebutuhan daya kompresor di peroleh sebesar 33,347 KW atas beban pendinginan 37 PK dengan asumsi perhitungan AC yang sesuai untuk penggunaan di Gedung IV PT PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Barat tersebut. Namun dalam aplikasi di lapangan di gunakan beban pendinginan sebesar 57 PK dengan daya kompresor 51,171 KW.

Kapasitas AC berdasarkan PK :

AC ½ PK	= ± 5.000 Btu/hr
AC ¾ PK	= ± 7.000 Btu/hr
AC 1 PK	= ± 9.000 Btu/hr
AC 1½ PK	= ± 12.000 Btu/hr
AC 2 PK	= ± 18.000 Btu/hr

3.2. Analisis Ekonomi

Berdasarkan analisis teknik yang telah dilakukan sebelumnya terdapat perbedaan yang begitu besar terhadap daya yang terpasang, yaitu sebesar 57 PK dengan daya kompresor 51,171 KW dibandingkan dengan perencanaan yang dilakukan terhadap konsumsi pemakaian yang sebenarnya, yaitu sebesar 37 PK dengan daya kompresor 33,347 KW. Dari analisis peluang penghematan berdasarkan penggunaan AC yang ada dengan yang direncanakan berdasarkan konsep manajemen energi, maka dapat dibuat perbandingan dalam bentuk tabel untuk pembayaran dalam penggunaan per bulan serta dalam per tahun.

Tabel 1. Pembayaran untuk konsumsi listrik pada penggunaan AC yang terpasang selama ini (51,171 KW)

No.	Bulan	Total Jam Dalam Bulan	TDL/KWH (Rp)	Biaya Pemakaian (Rp)
1	Nov-12	208	1,057	11.250.251
2	Des-12	208	1,057	11.250.251
3	Jan-13	216	1,057	11.682.953
4	Peb-13	192	1,057	10.383.847
5	Mar-13	216	1,057	11.682.953
6	Apr-13	200	1,057	10.817.549
7	Mei-13	216	1,057	11.682.953
8	Jun-13	208	1,057	11.250.251
9	Jul-13	208	1,057	11.250.251
10	Ags-13	216	1,057	11.682.953
11	Sep-13	200	1,057	10.817.549
12	Okt-13	216	1,057	11.682.953
Jumlah pembayaran dalam 1 tahun pemakaian				135.435.718

Tabel 2.

Prediksi untuk konsumsi listrik pada penggunaan AC yang direncanakan (33,347 KW)

No.	Bulan	Total Jam Dalam Bulan	TDL/KWH (Rp)	Biaya Pemakaian (Rp)
1	Nov-12	208	1,057	7.331.538
2	Des-12	208	1,057	7.331.538
3	Jan-13	216	1,057	7.613.520
4	Peb-13	192	1,057	6.767.574
5	Mar-13	216	1,057	7.613.520
6	Apr-13	200	1,057	7.049.556
7	Mei-13	216	1,057	7.613.520
8	Jun-13	208	1,057	7.331.538
9	Jul-13	208	1,057	7.331.538
10	Ags-13	216	1,057	7.613.520
11	Sep-13	200	1,057	7.049.556
12	Okt-13	216	1,057	7.613.520
Jumlah pembayaran dalam 1 tahun pemakaian				88.260.439

Dari tampilan kedua tabel 4.9 dan tabel 4.10 dapat kita lihat terjadi selisih yang begitu besar terhadap cost yang dikeluarkan, yaitu sebesar :

Penghematan = Pemakaian AC yang ada – Pemakaian AC yang direncana
 = Rp. 135.435.718,- – Rp. 88.260.439,-
 = Rp. 47.175.280

4. Kesimpulan

Hasil pembahasan dan perhitungan disertai analisis dari hasil penelitian pada Audit Energi Pada Gedung IV Kantor PT PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Barat dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan atas perhitungan dari kebutuhan daya kompresor di peroleh sebesar 33,347 KW atas beban pendinginan 37 PK dengan asumsi perhitungan AC yang sesuai untuk penggunaan di Gedung IV PT PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Barat tersebut. Namun dalam aplikasi di lapangan digunakan beban pendinginan sebesar 57 PK dengan daya kompresor 51,171 KW.
2. Peluang penghematan per tahun berdasarkan penggunaan AC yang ada dengan yang direncanakan berdasarkan konsep manajemen energi sebesar 34,83 % atau sebesar Rp. 47.175.280,-

Referensi

- [1] ASHRAE Handbook Fundamentals. The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers., inc. Atlanta, 1989
- [2] Audit Energi, <http://www.esbsju.edu/>
- [3] Barney.G.C. Elevator Tecnology. The international Association of Elevator Engineers. Ellis Horwood Limited, 1986
- [4] Elevator, www.mitsubishi-elevator.com/index.htm
- [5] Cardkey, www.messerschmitt.com/index3b.htm4
- [6] Lighting Controller. www.energy-eye.com
- [7] Lighting Controller. www.energy-eye.com/images/hotelroomb.gif
- [8] Lighting Controller, www.energy-eye.com/EEPowerpoint2_files/frame.gif
- [9] Lybery. M.D. Source Book for Energy Auditors, vol 1, International Energy Agency, 1981
- [10] Lybery M.D. Source Book for Energy Auditors, vol 2, International Energy Agency, 1981
- [11] Henderson, Mardsen, A.M Lamp and Lighting.Edward Arnaol.1972
- [12] Mahon, Harold, Miklos and Hans Linear. Efficient Energy Management, Prentice-Hall Inc. New Jersey, 1983
- [13] Moss, K.J Energy Management and Operating Cost in Building, E&FN Spon, London, 1997
- [14] O'Callaghan Paul. Energy Manajement. McGraw-Hill Book Company Europe, 1993
- [15] Renny Megawati, Analisa Perform Gedung P dan Gedung W, sesuai dengan British Standart DD 73-1982 dan ASHRAE 55-1981, Tugas Akhir Nomer 1110. universitas Kristen Petrs, Surabaya 2001

Biography

Abdul Malik, lahir di Sambas, tanggal 08 Maret 1963,Lulus S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah tahun 1998 dan Lulus S2 Teknik Elektro Universitas Tanjungpura pada tahun 2014. Dari tahun 1984 hingga saat ini bekerja di PT PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Barat

