

EVALUASI KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI AIRNAV INDONESIA CABANG PANGKALPINANG

Harun Rumaja Siregar^{1,a}, Asmar¹, Wahri Sunanda¹

¹⁾Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Balunijuk, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 33149

^{a)} E-mail : harunrumaja@gmail.com

ABSTRAK

Perusahaan Umum (perum) Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia adalah badan usaha yang menyelenggarakan pelayanan navigasi penerbangan di Indonesia. Di dalam AirNav Indonesia, memiliki banyak beban induktif seperti, *Air Conditioning*, *Water Suplay System*, *Lift*, alat komunikasi, komputer dan lain – lain. Energi listrik merupakan kebutuhan yang sangat utama bagi penduduk dan industri, baik yang berada di pedesaan maupun yang di perkotaan. Umumnya beban di suatu industri kebanyakan bersifat induktif yang mempunyai faktor daya rendah sehingga menyebabkan daya reaktif meningkat dan menyebabkan arus beban yang tinggi. Konsumsi energi listrik sangat berpengaruh pada beban industri, Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi dengan mengukur pemakaian daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) selama sebulan dalam tiap jam, data yang diperoleh akan di bandingkan dengan data pemakaian dari penyedia energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian pemakaian energi listrik di AirNav Indonesia Cabang Pangkalpinang, pada penelitian ini tidak menyesuaikan nilai pembayaran. Pengukuran konsumsi energi listrik dilakukan dalam 1 bulan ataupun mulai tanggal 20 februari 2019 sampai dengan 19 maret 2019, beban daya maksimal yang terpasang 230.005 VA atau 184.004 W. Setelah dilakukan pengukuran maka dapat dihitung konsumsi energi listrik terpakai selama sebulan yaitu sebesar 17212,85 kWh. AirNav Indonesia cabang Pangkalpinang berlangganan dengan jenis 110 jam nyala, dimana nanti akan mempengaruhi pembayaran atas pemakaian energi listrik. Energi listrik yang akan disesuaikan pada penelitian ini yaitu pemakaian periode bulan Maret 2019 sebesar 17.968 kWh, demikian terjadi selisih sebesar 755,15 kWh.

Kata kunci : *Evaluasi energi, Konsumsi energi, Energi listrik, Daya*

PENDAHULUAN

Perusahaan Umum (perum) Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia adalah badan usaha yang menyelenggarakan pelayanan navigasi penerbangan di Indonesia. Di dalam AirNav Indonesia, memiliki banyak beban induktif seperti, *Air Conditioning*, *Water Suplay Sistem*, *Lift* dan lain – lain.

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya memiliki satuan Watt, yang merupakan perkalian dari Tegangan (volt) dan arus (ampere).

Daya aktif (Active Power) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah Watt. Daya aktif, daya utama yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Daya aktif dapat di tunjukan dengan adanya aliran energi listrik dari pembangkit ke jaringan beban. Daya aktif digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi lain seperti cahaya, gerak maupun bunyi. Daya aktif merupakan daya yang mengalir ke arah beban listrik dan tidak ada aliran balik ke arah pembangkit. Daya aktif merupakan daya yang di serap oleh daya resistif.

Meningkatnya pertumbuhan industri berdampak pada bertambahnya pertumbuhan beban dalam sistem tenaga listrik. Pertumbuhan beban tersebut diikuti dengan meningkatnya daya reaktif akibat beban

induktif pada bus beban maupun pada saluran yang menyebabkan meningkatnya pemakaian daya reaktif. Konsumsi energi listrik sangat berpengaruh pada beban industri, Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi dengan mengukur pemakaian daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) selama sebulan dalam tiap jam, data yg diperoleh akan di bandingkan dengan data pemakaian dari penyedia energi listrik.

Kesesuaian pemakaian konsumsi energi listrik sangat perlu sebab kesesuaian mempengaruhi biaya yang dikeluarkan dalam tagihan energi listrik. hal ini mendasari penelitian evaluasi konsumsi energi listrik di AirNav Indonesia cabang Pangkalpinang. Hasil analisis untuk mengetahui perbandingan pembayaran pemakaian energi listrik.

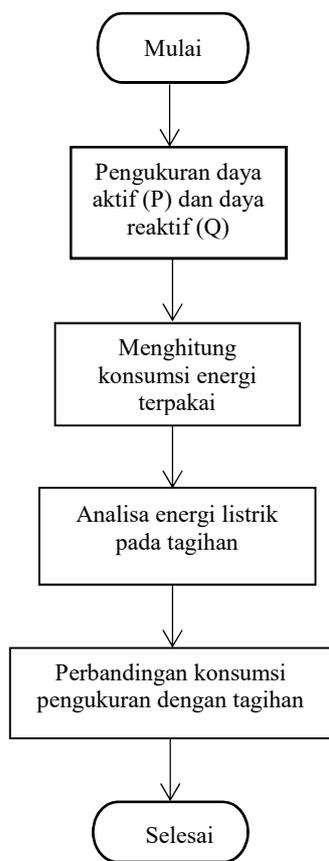
METODE PENELITIAN

Langkah penelitian yang diambil antara lain :

1. Melakukan pengukuran energi listrik , yaitu daya aktif dan daya reaktif selama 1 bulan.
2. Menghitung nilai konsumsi energi listrik selama 1 bulan, berdasarkan data pengukuran.
3. Melakukan analisa konsumsi energi listrik pada tagihan energi listrik.
4. Menyesuaikan konsumsi energi listrik yang dianalisa berdasarkan pengukuran dengan tagihan pembayaran konsumsi energi listrik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

AirNav Indonesia Cabang Pangkalpinang memiliki beban daya maksimal yang terpasang 230.005 VA atau 184.004 W.



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

Pada gambar 1. langkah yang pertama dilakukan yaitu pengukuran data selama 1 bulan dimana pengukuran dilakukan pada tanggal 20 februari 2019 sampai dengan 19 maret 2019 menggunakan alar ukur power. Pengukuran dilakukan setiap 1 jam selama 24 jam, pada pukul 23.00 WIB hingga 04.00 WIB tidak dilakukan pengukuran dikarenakan pada pukul 22.00 WIB operasional sudah berhenti maka data disamakan dengan data terakhir. Setelah pengukuran didapat angka pemakaian daya aktif dan daya reaktif dalam setiap jam kemudian dilakukan penghitungan untuk mendapatkan konsumsi energi dalam kWh. Penghitungan dilakukan setiap jam pada data dan kemudian dibandingkan dengan tagihan pembayaran pemakaian energi listrik.

Data yang didapatkan pada proses penelitian ini didapat dengan cara melakukan pengukuran selama 1 bulan dan billing pembayaran dari penyedia energi listrik yaitu PT. PLN (Persero). Data tersebut dikumpulkan dalam excel untuk diolah secara statistik sehingga di dapatlah grafik pemakaian daya selama 1 bulan, kemudian diolah ke dalam kWh ataupun pemakaian daya dengan waktu pemakaian. Dan dilakukan perbandingan dengan tagihan pembayaran. Perbandingan yang akan dibandingkan nilai kWh dari pengukuran dalam 1 bulan dengan nilai kWh 1 bulan dari tagihan PT. PLN (persero).

Tabel 1. Pembagian Beban

No	Jenis Panel	Beban (W)			Jumlah Beban	
		R	S	T	W	VA
1	P - DSR	5.144	6.944	6.600	18.688	23.360
2	PP - OUV/5	9.466	9.467	9.467	28.400	35.500
3	PP - OUV/6	7.388	6.928	6.928	21.244	26.555
4	PP - PUMP	2.620	2.966	2.567	8.153	10.192
5	PP - PUN 1	10.000	10.000	10.000	30.000	30.022
6	P - LIFT	2.433	2.733	1.234	6.400	8.000
7	DP - OP	23.721	23.438	23.961	71.120	88.900
TOTAL					184.004	230.005

Pada tabel 1. dapat dilihat pembagian beban, menunjukkan bahwa DP – OP mengkonsumsi energi terbesar dengan nilai 88.900 VA atau 71.120 W, pada panel tersebut banyak mengkonsumsi daya untuk *air conditioning*, komputer, server komunikasi data, pompa air, alat penerangan dan beberapa alat lainnya pada gedung operasional. Setelah itu konsumsi energi pada PP – OUV 5 sebesar 35.500 VA atau 28.400 W mengkonsumsi energi listrik semua jenis *air conditioning split* pada gedung menara pengawas dan PP – OUV 6 mengkonsumsi energi sebesar 26.555 VA atau 21.244 W untuk *air conditioning multisplit*. Pada PP – PUMP hanya sedikit mengkonsumsi energi listrik dengan besar 10.192 VA atau 8.153 W yang berupa beban pompa air booster dan pompa air distribusi. Pada P – LIFT mengkonsumsi energi listrik sebesar 8.000 VA atau 6.400 W untuk beban elevator. PP – PUN 1 memiliki beban alat – alat komunikasi penerbangan mengkonsumsi energi cukup banyak yaitu 30.022 VA atau 30.000 W dan pada P – DSR memiliki beban alat penerangan dan stop kontak diseluruh lantai menara pengawas mengkonsumsi energi listrik sebesar 23.360 VA atau 18.688 W.

Daya Pengukuran Energi Listrik

Pengukuran dilakukan pada *Main Distribusi Panel (MDP)*, MDP mendapatkan input dari trafo dan MDP menyalurkan suplai listrik ke masing – masing alat pemutus, dimana ada 7 alat pemutus. Terdapat 2 gedung yang di suplay oleh MDP, yaitu gedung tower yang didalamnya terdapat alat – alat komunikasi, *lift*, *water suplay system*, *air conditioning system* dan gedung operasional menyuplai komputer – komputer, dan peralatan lainnya.

Perhitungan arus yang mengalir pada beban maksimal adalah :

$$P=V.I.....(1)$$

$$I = \frac{240.000}{380}$$

$$I = 631,57 \text{ A}$$

Dari persamaan (1) diketahui arus yang mengalir pada beban maksimal di AirNav Indonesia Cabang Pangkalpinang sebesar 631,57 A, dengan daya terpasang 240 kVA dan pada tegangan 380 V.

Pengukuran pertama dilakukan pada tanggal 20 februari 2019 yaitu diketahui daya reaktifnya 614,7 dan daya reaktifnya 16,9. Pada pengukuran pada tanggal 20 februari 2019 diketahui daya tertinggi pada pukul 08.00 WIB sebesar 40,3 dan daya terendah pada pukul 21.00 WIB dengan daya sebesar 8,3. Nilai daya

tertinggi dipengaruhi oleh pemakaian beban yang banyak, dimana pada nilai terendah pada pukul 21.00 WIB terjadi penurunan pemakaian daya. Diketahui daya pemakaian rata – rata perjam yaitu :

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots\dots\dots(2)$$

x = rata – rata hitung
 x = nilai sampel ke i
 n = jumlah sampel

$$x = \frac{1}{24} (13,5+13,5+13,5+13,5+13,5+28,2+33,8+23,8+40,3+35,3+33+35,3+35+31,5+32,4+31,6+31,7+29,9+29,3+31,1+29,7+8,3+13,5+13,5)$$

$$x = \frac{1}{24} (614,7)$$

$$x = 25,6125 \text{ kW}$$

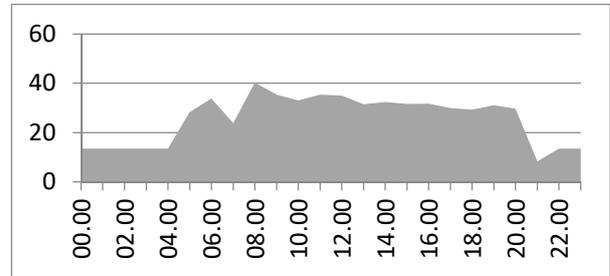
Pemakaian daya rata-rata perjam yaitu sebesar 25,6125 kW, dari perhitungan rata – rata perjam diatas diketahui berapa besar daya yang digunakan pada AirNav Indonesia Cabang Pangkalpinang.

Tabel 2. Pengukuran pada tanggal 20 Februari 2019

Jam	20-Feb	
	P	Q
00.00	13,5	0,8
01.00	13,5	0,8
02.00	13,5	0,8
03.00	13,5	0,8
04.00	13,5	0,8
05.00	28,2	4,1
06.00	33,8	3,7
07.00	23,8	-2
08.00	40,3	1,8
09.00	35,3	-1,3
10.00	33	-0,7
11.00	35,3	-0,9
12.00	35	0,3
13.00	31,5	-2,3
14.00	32,4	-2,8
15.00	31,6	3,1
16.00	31,7	2,4
17.00	29,9	3,1
18.00	29,3	-0,9
19.00	31,1	3,8
20.00	29,7	-1,2
21.00	8,3	1,1
22.00	13,5	0,8
23.00	13,5	0,8

Perhitungan Konsumsi Energi Listrik

Perhitungan konsumsi energi listrik menggunakan dua sumber data, yaitu hasil pengukuran daya dan waktu pada MDP. Pengukuran daya dilakukan pada setiap jam dan peralatan dalam keadaan menyala ataupun mati.



Gambar 2. Konsumsi Energi 20 Februari 2019

Dapat dilihat pada gambar 2 besarnya energi terpakai, untuk menghitung kWh pada data pengukuran tanggal 20 Februari 2019. Dilakukan perhitungan di tiap – tiap jam menggunakan rumus luas bidang persegi panjang dan luas bidang trapesium, yaitu :

Luas Persegi Panjang = panjang × lebar.....(3)
 Luas trapesium : ½ × jumlah rusuk sejajar × tinggi..(4)

- 00.00 WIB => 13,5 x 1 = 13,5 kWh
- 01.00 WIB => 13,5 x 1 = 13,5 kWh
- 02.00 WIB => 13,5 x 1 = 13,5 kWh
- 03.00 WIB => 13,5 x 1 = 13,5 kWh
- 04.00 WIB => 13,5 x 1 = 13,5 kWh
- 05.00 WIB => ½ x (13,5 + 28,2) x 1 = 20,85 kWh
- 06.00 WIB => ½ x (28,2 + 33,8) x 1 = 31 kWh
- 07.00 WIB => ½ x (33,8 + 23,8) x 1 = 28,8 kWh
- 08.00 WIB => ½ x (23,8 + 40,3) x 1 = 32,05 kWh
- 09.00 WIB => ½ x (40,3 + 35,3) x 1 = 37,8 kWh
- 10.00 WIB => ½ x (35,3 + 33) x 1 = 34,15 kWh
- 11.00 WIB => ½ x (33 + 35,3) x 1 = 34,15 kWh
- 12.00 WIB => ½ x (35,3 + 35) x 1 = 35,15 kWh
- 13.00 WIB => ½ x (35 + 31,5) x 1 = 33,25 kWh
- 14.00 WIB => ½ x (31,5 + 32,4) x 1 = 31,95 kWh
- 15.00 WIB => ½ x (32,4 + 31,6) x 1 = 32 kWh
- 16.00 WIB => ½ x (31,6 + 31,7) x 1 = 31,65 kWh
- 17.00 WIB => ½ x (31,7 + 29,9) x 1 = 30,8 kWh
- 18.00 WIB => ½ x (29,9 + 29,3) x 1 = 29,6 kWh
- 19.00 WIB => ½ x (29,3 + 31,1) x 1 = 30,2 kWh
- 20.00 WIB => ½ x (31,1 + 29,7) x 1 = 30,4 kWh
- 21.00 WIB => ½ x (29,7 + 8,3) x 1 = 19 kWh
- 22.00 WIB => ½ x (8,3 + 13,5) x 1 = 10,9 kWh
- 23.00 WIB => 13,5 x 1 = 13,5 kWh

Dari perhitungan dalam setiap jam di atas dapat diketahui konsumsi energi listrik total pada tanggal 20 Februari yaitu 614,7 kWh. Setelah dapat diketahui nilai konsumsi energi listrik selama satu hari maka diketahui konsumsi energi listrik selama satu bulan dengan menghitung dalam setiap harinya. Dapat dilihat pada tabel 3 dan 4 konsumsi energi listrik selama 1 bulan dalam waktu penelitian.

Tabel 3. Konsumsi energi listrik 20 Februari 2019 - 5 Maret 2019

Tanggal	kWh	kVArh
Rabu, 20 Februari 2019	614,7	16,9
Kamis, 21 Februari 2019	581,45	18,1
Jumat, 22 Februari 2019	588,8	22,7
Sabtu, 23 Februari 2019	612,4	16,3
Minggu, 24 Februari 2019	621,9	21,8
Senin, 25 Februari 2019	621,6	1,7
Selasa, 26 Februari 2019	627,4	21,5
Rabu, 27 Februari 2019	642,55	25,1
Kamis, 28 Februari 2019	609,6	11,9
Jumat, 1 Maret 2019	618,3	16,9
Sabtu, 2 Maret 2019	604,75	11,9
Minggu, 3 Maret 2019	611,9	24,1
Senin, 4 Maret 2019	598,9	1,6
Selasa, 5 Maret 2019	591,9	9,7

Tabel 4. konsumsi energi listrik 6 Maret 2019 – 19 Maret 2019

Tanggal	kWh	kVArh
Rabu, 6 Maret 2019	617,8	1,6
Kamis, 7 Maret 2019	613,6	9,7
Jumat, 8 Maret 2019	618,6	16,7
Sabtu, 9 Maret 2019	616,2	11,6
Minggu, 10 Maret 2019	621	18,1
Senin, 11 Maret 2019	640,65	24,1
Selasa, 12 Maret 2019	623,4	16,9
Rabu, 13 Maret 2019	606,2	1,7
Kamis, 14 Maret 2019	620,5	11,9
Jumat, 15 Maret 2019	608,6	25,1
Sabtu, 16 Maret 2019	624,95	21,5
Minggu, 17 Maret 2019	616,6	21,8
Senin, 18 Maret 2019	615,3	16,3
Selasa, 19 Maret 2019	623,3	22,7

Dari tabel 3 dan tabel 4 sangat terlihat pada beberapa hari kWh menaik dan beberapa hari juga kVArh menaik. Pada tanggal 27 Februari beban sangat besar mencapai 642,55 kWh dan kVArh sangat besar 25,1 dan pada 21 februari beban paling rendah 581,45 kWh. Hasil perhitungan energi listrik selama 1 bulan penelitian dapat dilihat gambar 4.3. Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa kebutuhan energi listrik setiap bulannya adalah 17212,85 kWh dan 439,9 kVArh.

Nilai ini merupakan batas minimum harus disediakan dalam mengoptimalkan operasional.

Data Tagihan

Daya yang digunakan pada AirNav Indonesia cabang Pangkalpinang di suplay oleh PT. PLN (Persero), AirNav Indonesia cabang Pangkalpinang memakai daya dari PT. PLN (Persero) sebesar 240.000 VA. Dalam mencatat energi listrik yang terpakai pada pihak penyedia energi menggunakan alat kWh meter yang terpasang pada gedung gardu induk PT. PLN dan nilai energi yang terpakai dapat dilihat langsung di kantor area menggunakan koneksi internal. Dalam menyediakan energi listrik PT. PLN menyediakan berbagai jenis layanan yang tergantung pada keinginan konsumen, AirNav Indonesia cabang Pangkalpinang berlangganan dengan jenis 110 jam nyala, dimana nanti akan mempengaruhi pembayaran atas pemakaian energi listrik. Energi listrik yang akan disesuaikan pada penelitian ini yaitu pemakaian periode bulan Maret 2019 sebesar 17.968 kWh.

Tabel 5. Pemakaian kWh Maret 2019

Pemakaian kWh		Total kWh
LWBP	WBP	
15.056	2.912	17.968

Dapat dilihat pada tabel 5 pemakaian kWh Lewat Waktu Beban Puncak (LWBP) sebesar 15.056 kWh dan Waktu Beban Puncak sebesar 17.968 kWh. Billing pembayaran ada pada lampiran dan dapat dilihat pemakaian untuk kVarh sebesar 536. Untuk pemakaian kVarh dan pembayarannya ada ketentuan dari pihak PT. PLN dimana nilai kVarh yang terpakai tidak melebihi 6 persen dari energi listrik yang terpakai pada periode tersebut. Pemakaian kVarh bulan maret sebesar 536 tidak melebihi 6 persen dari 17.968 kWh, dimana 6 persen itu sebesar 1.078 kVarh.

Analisis Energi Terpakai

Berdasarkan data rekening listrik satu bulan, energi listrik yang digunakan AirNav Indonesia cabang pangkalpinang cukup besar yakni dilihat rekening listrik dari PLN sebesar 17.968 kWh dan kVarh sebesar 536.

Pemakaian energi listrik dalam periode bulan maret 2019 sesuai data pengukuran 17212,85 kWh jika dibandingkan dengan tagihan dari PT. PLN (Persero) periode bulan maret 2019 yaitu 17.968 kWh dengan selisih 755,15 kWh terjadi perbandingan tidak cukup besar.



Gambar 3. Perbandingan kWh dalam satu bulan

Pada gambar 3 kesesuaian konsumsi energi listrik dalam 1 bulan dari data pengukuran yaitu 17.212,85 kWh dan konsumsi energi listrik sesuai tagihan 17.968 kWh dengan selisih tidak cukup besar yaitu 755,15

kWh. Perbedaan selisih antara pengukuran dengan tagihan dapat diketahui pemakaian jam nyala dan terdapat data pada jam 23.00 – 04.00 WIB yang diasumsikan menggunakan data pada jam 22.00 WIB.

KESIMPULAN

Dari bahasan diatas dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Analisis konsumsi energi listrik yang dilakukan pada satu bulan dari tanggal 20 februari 2019 sampai dengan 19 Maret 2019. Pada analisis yang dilakukan pada energi listrik dapat diketahui pemakaian energi listrik dari data pengukuran sebesar 17212,85 kWh dan energi listrik terpakai berdasarkan tagihan sebesar 17.968 kWh, demikian terjadi selisih sebesar 755,15 kWh.
2. Selisih konsumsi energi listrik bisa terjadi akibat adanya asumsi penggunaan data yaitu data pada jam 23.00 – 04.00 WIB.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka terjadi selisih konsumsi energi listrik sebesar 755,15 kWh. Hal tersebut bisa terjadi akibat adanya asumsi penggunaan data pada jam 23.00 – 04.00 WIB. Meskipun demikian AirNav Indonesia Cabang Pangkalpinang tetap melakukan evaluasi konsumsi energi listrik secara berkala, untuk tetap mengetahui kesesuaian energi listrik.

REFERENSI

- AS. Pabla, 1994, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Erlangga, Jakarta.
- Grainger. J, Stevenson. WD, 1994, *Power System Analysis* (diterjemahkan oleh Budiono. M, I, Edisi 4, Malang).
- Manik. Rosida. Dame, 2009, *Penunjang Belajar Matematika*, Pusat Pembukuan Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Marpaung. M, 1979, *Teknik Tenaga Listrik*, Armico, Bandung.
- Marsudi. D, 2006 *Operasi Sistem Tenaga Listrik, Edisi Pertama*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Sudjana, 2002, *Metoda Statistika*, Tarsito, Bandung
- Zuhal, 1995, *Dasar Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, Gramedia, Jakarta.