

Studi Perbandingan Konsumsi Energi Listrik Pada Motor Kompresor Air Conditioner Jenis Inverter Dan Non-Inverter

Jumasri¹, Zulfahri², Monice³, Darmansyah⁴

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Lancang Kuning

Jl. Yos Sudarso km.8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761)52324

E-mail : jumasrhie@gmail.com¹, zulfahri@unilak.ac.id², darmansyah@unilak.ac.id⁴

Submitted : January 2020

Accepted: 02 April 2020

DOI: [10.31849/sainetin.v8i2.10897](https://doi.org/10.31849/sainetin.v8i2.10897)

Abstrak

Penggunaan energi listrik untuk rumah tinggal sebagian besar digunakan oleh *Air Conditioner*. AC memerlukan sumber energi listrik yang cukup besar sebagai tenaga penggerak motor kompresor. Untuk itu dibutuhkan AC yang hemat energi listrik, agar biaya yang dikeluarkan menjadi sedikit. Teknologi pada AC *inverter* dikatakan lebih hemat energi dibandingkan dengan AC *non inverter*. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai perbandingan pemakaian konsumsi energi listrik pada motor kompresor *air conditioner* jenis *inverter* dan *non inverter*, agar membuktikan hal tersebut. Dari hasil pengujian dan analisa yang dilakukan pada ruangan pengujian 3 x 3,5 meter dengan beban pendinginan 6882,089 Btu/h, diperoleh bahwa Konsumsi energi listrik pada AC Daikin *inverter* FTKQ20SVM4 selama 1 bulan pada suhu seting 25°C adalah 28,82 kWh dengan biaya Rp.41.636. Sedangkan konsumsi energi listrik pada AC Sharp *non inverter* AH-A7SAY selama 1 bulan pada suhu seting 25°C adalah 78,1 kWh dengan biaya Rp.112.831. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa AC *inverter* lebih hemat energi dibandingkan AC *non inverter*.

Kata Kunci : Faktor daya, hemat energy, inverter, AC

Abstract

The use of electrical energy for residential homes is mostly used by Air Conditioners. AC requires a large enough source of electrical energy as a driving force. For this reason, an air conditioner that saves electrical energy is needed, so that the costs incurred are minimal. The technology in inverter AC is said to be more energy efficient than non-inverter AC. Therefore, it is necessary to do research on Comparative of the Use of Electric Energy Consumption in Inverter and Non-Inverter Air Conditioner Compressor Motors" in order to prove this. From the results of tests and analyzes carried out in a 3 x 3.5 meter test room with a cooling load of 6882,089 Btu/h, it was found that the electrical energy consumption of the Daikin inverter FTKQ20SVM4 AC for 1 month at a temperature setting of 25°C was 28.82 kWh. At a cost of Rp. 41,636. Meanwhile, the consumption of electrical energy in the non-inverter Sharp AC AH-A7SAY for 1 month at a temperature setting of 25°C is 78.1 kWh at a cost of Rp.112.831. Thus, it can be concluded that inverter AC is more energy efficient than non-inverter AC.

Keywords : power factor, energy saving, inverter, AC

1. PENDAHULUAN

Teknologi pada *Air Conditioner* (AC) yang menggunakan sistem kerja *inverter* dikatakan lebih hemat energi listrik dibandingkan dengan AC yang menggunakan sistem kerja secara konvensional atau *non inverter* [1]–[3]. Prinsip kerja AC dengan sistem *inverter* ini, yaitu merubah putaran motor kompresor berdasarkan perubahan suhu pada ruangan [4]–[7]. Dari sarannya mengatakan pengaturan suhu didalam ruangan yang tepat akan membuat efisiensi energi listrik yang baik serta

apabila suhu setingan terlalu dingin membuat AC lebih lama beroperasi untuk mengejar suhu tersebut, sehingga membuat beban listrik meningkat [4], [8], [9].

Pada Jurnal ini akan dibahas tentang perbandingan penggunaan energi listrik pada AC yang menggunakan teknologi *inverter* dibandingkan *non inverter* untuk mengetahui tingkat penghematan energi listrik pada AC tersebut [10]. Menganalisis sistem kerja *inverter* pada motor kompresor. Menganalisis tingkat efisiensi AC *inverter* berdasarkan suhu *setting* [11], [12]. Serta

menganalisis perbaikan faktor daya untuk mengurangi pemakaian energi pada AC.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Data dan Objek Penelitian

Pada penelitian ini, Pengambilan data dilakukan untuk melengkapi data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Data yang dikumpulkan didapatkan dari Pengujian AC *inverter* dan AC *non inverter* yang dilakukan di SMK Negeri 2 Pekanbaru. Berupa data spesifikasi unit Air Conditioner *inverter* dan unit Air Conditioner *non inverter* pada Tabel 1 hingga Tabel 4, data ukuran luas ruangan pengujian, data beban pendinginan di ruang pengujian, dan data hasil pengujian yang dilakukan selama 2 minggu.

Adapun data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Data spesifikasi unit Air Conditioner *inverter* dan *non inverter* Berikut adalah spesifikasi unit Air Conditioner *inverter* pada Tabel 1 – 4 [13].

Tabel 1. Spesifikasi Unit Daikin Inverter Bagian Luar

Spesifikasi	Nilai Spesifikasi
Merek	Daikin
Model	RKQ20SVM4
Nomor Seri	E017927
Tanggal Manufaktur	2019.10
Negara Pembuat	Thailand
Catu Daya	220-240V~ 50Hz
Kapasitas Pendingin	2000 W
Daya Kerja	510 W
Daya Kerja (Maksimum)	650 W
Bahan Pendingin (Refrigeran)	R32 / 0,5 Kg
Berat Bersih	21 Kg
Amper Sekering	15 A
Arus Kerja	2,5 A
Arus Kerja (Maksimum)	5,8 A
Tingkat Proteksi terhadap air	IPX4
Fase	Tunggal
Tekanan Maksimum (HI/LO)	4,17 / 2,76 Mpa

Tabel 2. Spesifikasi Unit Daikin Inverter Bagian Dalam

Spesifikasi	Nilai spesifikasi
Model	FTKQ20SVM4
Nomor Seri	E016967
Catu daya	220-240 V~ 50Hz
Daya	22 W
Arus Kerja	0,18 A
Berat Bersih	8 Kg

Tabel 3. Spesifikasi Unit Sharp Non Inverter Bagian Luar

Spesifikasi	Nilai spesifikasi
Merek	Sharp
Model	AU-A7SAY

Nomor Seri	16035886
Tanggal Manufaktur	-
Negara Pembuat	Thailand
Catu Daya	220V~ 50Hz
Kapasitas Pendingin	2000 W
Daya Kerja	595 W
Daya Kerja (Maksimum)	820 W
Bahan Pendingin (Refrigeran)	R32 / 260 g
Berat Bersih	21 Kg
Arus Kerja	2,8 A
Arus Kerja (Maksimum)	4,0 A
Tingkat Proteksi terhadap air	IPX4
Fase	Tunggal
Tekanan Maksimum (HI/LO)	4,25MPa / 2,60 Mpa

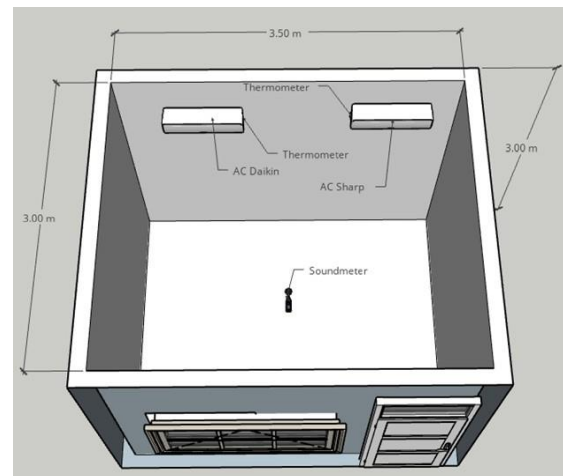
Tabel 4. Spesifikasi Unit Sharp Non Inverter Bagian Dalam

Spesifikasi	Nilai spesifikasi
Model	AH-A7SAY
Nomor Seri	21041960
Catu daya	220V~ 50Hz
Fase	Tunggal

- Data ukuran luas ruangan pengujian

Ukuran luas ruangan pengujian sebagai berikut

pada Gambar 2:
 Panjang : 3 Meter
 Lebar : 3,5 Meter
 Tinggi : 3 Meter



Gambar 1. Denah Ruang Pengujian Air Conditioner

Lokasi Pengujian:

Ruangan instruktur laboratorium Teknik Pendingin SMKN 2 Pekanbaru Jl. Patimura No.14, Pekanbaru. Penempatan Alat ukur :

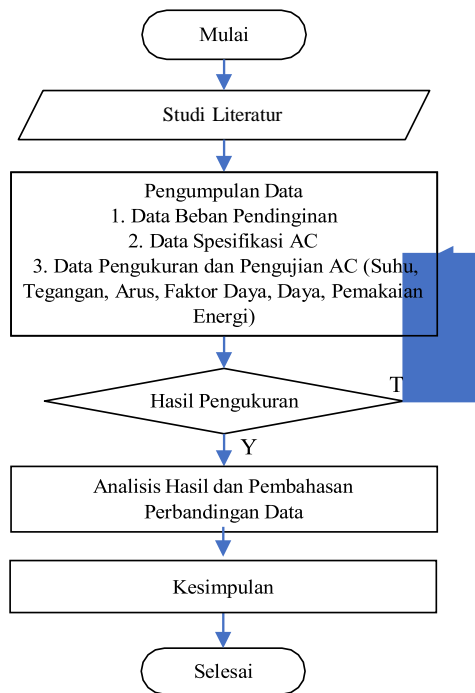
- Alat ukur thermometer digital, diletakkan di bagian atas di sebelah unit indoor AC. Ini karena sensor suhu ruangan pada AC terletak dibagian

udara hisap pada bagian atas unit AC. Sehingga pengukuran suhu ruangan lebih akurat, sama dengan yang terukur oleh unit AC.

2. Alat ukur soundmeter diletakkan di bagian tengah ruangan, dengan tujuan untuk mendapatkan tingkat pengukuran suara yang merata.

2.2 Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah dalam menyelesaikan penelitian ini seperti pada Gambar 3. *Flowchart* Metode Penelitian.



Gambar 2. *Flowchart* Metode Penelitian

Berikut ini langkah-langkah penelitian:

1. Studi literatur dengan mempelajari tentang teori teori terkait penelitian
2. Melakukan pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian, yaitu :
 - a. Data ruangan pengujian
 - b. Data beban pendinginan
 - c. Data arus, tegangan, faktor daya
 - d. Data penggunaan energi
 - e. Data kebisingan suara
3. Data-data yang sudah dikumpulkan tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan data perbandingan.
4. Menganalisa data dan melakukan perhitungan, apakah data sudah sesuai dengan hasil perhitungan.

Membandingkan data untuk dapat ditarik kesimpulan kemudian memberikan saran

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan beban pendinginan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kapasitas dari *Air Conditioner* yang akan digunakan, sesuai dengan kebutuhan beban pendinginan yang ada diruangan. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil yang optimal, baik dari suhu ruangan yang akan dicapai dan kinerja dari unit *Air Conditioner*.

Kebutuhan beban pendinginan untuk ruangan pengujian adalah sebesar 6.882,089 Btu/h. Kapasitas AC yang digunakan adalah $\frac{3}{4}$ HP. Hasil perhitungan tersebut diperoleh dari Tabel 5.

Tabel 5. Beban Pendinginan

Item	A (m ²)	Pendinginan		
		Kof. B (kcal/m ² h)	Kof. f	Beban Panas Q = A x B x f (Watt)
Dinding Konstruksi menengah (Balok beton) dihadapkan ke Outdoor : Arah Selatan Arah Barat	9 10,5	40 65	1 1	360 682,5
Plafon jenis Beton Lantai dipasang di tanah langsung:	10,5 10,5	12 0	1 1	126 0
Kaca jendela ketebalan 3 mm (jendela teduh)	2	70	0,9	126
Udara outdoor : Asupan udara yg diperlukan	2 org	-	242	484
Infiltrasi udara standar (Pilih salah satu yang paling besar)	31,5 m ³	9,3	1	
Pembentukan panas : Penghuni 2 orang	2 org	140	1	280
Lampu neon = 18 Watt	0,018 kW	1163	1	20,934
Total Beban Panas =				2016,434 Watt
1 kWh = 3413 Btu Kapasitas AC yang digunakan adalah : 1 HP = 9000 Btu/h				2016,434 x 3,413 = 6882,089 Btu /h = 6882,089 / 9000 = 0,76 HP

Tabel 6. Kecepatan Putaran Motor Kompresor

Waktu	Arus (Amper)	Frekuensi (Hz)	Putaran Kompresor (rpm)	Putaran Perdetik (rps)
0:00:01	0,27	30	900	15
0:00:03	0,31	32	960	16
0:00:05	0,38	34	1.020	17
0:00:10	0,51	39	1.170	20
0:00:15	0,59	43	1.290	22
0:00:20	1,06	61	1.830	31
0:00:25	1,44	76	2.280	38
0:00:30	1,75	88	2.640	44
0:00:35	1,73	87	2.610	44
0:00:40	1,71	86	2.580	43
0:00:45	1,65	84	2.520	42
0:00:50	1,66	84	2.520	42
0:00:55	1,67	85	2.550	43
0:01:01	1,77	89	2.670	45
0:01:05	1,74	87	2.610	44

Dari Tabel 6. diketahui kompresor mulai bekerja pada putaran minimal 900 rpm kemudian kecepatan bertambah secara bertahap hingga mencapai putaran penuh 2670 rpm.

3.1 Penggunaan Energi pada AC Sharp Non Inverter

Pemakaian energi listrik dapat dihitung menggunakan persamaan Berikut [14].

$$W = P \times t \quad (3)$$

Energi yang digunakan dalam waktu 1 jam. Jika energi yang digunakan AC sharp non inverter suhu setingan 25 °C selama 15 menit 39 detik adalah 0,16 kWh, maka untuk mencari daya rata-rata yang digunakan adalah

$$0,16 \text{ kWh} = P \times (939 \text{ detik} / 3600 \text{ detik})$$

$$P = 160 / 0,2608 = 613,418 \text{ Watt}$$

Energi listrik yang digunakan AC Sharp non inverter jika daya rata – rata 613,418 Watt digunakan dalam waktu 15 menit 39 detik adalah

$$W = 613,418 \times (939/3600)$$

$$W = 160 \text{ Wh atau } 0,16 \text{ kWh}$$

Ketika suhu ruangan sudah tercapai, kompresor AC sharp non inverter akan off sampai suhu kembali naik, dan kemudian on kembali. Untuk menghitung durasi kerja kompresor terlebih dahulu mengurangi dengan durasi kompresor off. Selanjutnya dilakukan perhitungan sesuai dengan perhitungan diatas sehingga didapatkan hasil pada Tabel 7.

Tabel 7. Penggunaan Energi AC Sharp Non Inverter pada Suhu Setingan 25°C

Durasi	Durasi kerja kompresor	Pengukuran Energi listrik (kWh)	Perhitungan Energi listrik (kWh)
0:00:00	0:00:00	0	0
0:15:39	0:15:39	0,16	0,16
0:30:00	0:30:00	0,31	0,31
0:45:00	0:45:00	0,47	0,47
1:00:20	0:56:57	0,59	0,59
1:15:00	1:05:54	0,69	0,69
1:30:00	1:17:03	0,81	0,81
1:45:00	1:25:56	0,91	0,91
1:59:21	1:35:02	1,00	1,00
2:15:00	1:47:44	1,13	1,13
2:30:00	1:56:41	1,23	1,23
2:44:26	2:05:07	1,32	1,32
3:01:26	2:19:08	1,46	1,46
3:15:00	2:27:37	1,55	1,55
3:30:00	2:35:49	1,65	1,65
3:45:00	2:47:34	1,77	1,77
4:00:00	2:56:37	1,86	1,86

3.2. Penggunaan Energi pada AC Daikin Inverter

AC inverter akan terus bekerja untuk mendinginkan ruangan, jika suhu ruangan sudah tercapai, kecepatan putaran kompresor akan berkurang sesuai dengan kebutuhan pendinginan, sehingga energi yang digunakan akan lebih sedikit. Jika energi yang digunakan AC daikin suhu setingan 25 °C selama 14 menit 50 detik adalah 0,09 kWh, maka untuk mencari daya rata-rata yang digunakan adalah

$$0,09 \text{ kWh} = P \times (890 \text{ detik} / 3600 \text{ detik})$$

$$P = 90 / 0,2472 = 364,04 \text{ Watt}$$

Energi listrik yang digunakan AC daikin inverter jika daya rata – rata 367,14 digunakan dalam waktu 31 menit 3 detik adalah

$$W = 367,14 \times (1863/3600)$$

$$W = 189,99 \text{ Wh atau } 0,1899 \text{ kWh}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan seperti diatas untuk mendapatkan hasil penggunaan energi pada Tabel 8.

Tabel 8. Penggunaan Energi AC Daikin Inverter pada Suhu Setingan 25 °C

Durasi	Daya (Watt) (Pengukuran)	Energi listrik (kWh) (Pengukuran)	Energi listrik (kWh) (Perhitungan)
0:00:01	50,02	0	0,00
0:14:50	448,7	0,09	0,90
0:31:03	235,3	0,19	0,19
0:45:51	90,94	0,23	0,23
1:02:23	111	0,26	0,26
1:15:00	112,8	0,29	0,29
1:30:00	110,4	0,31	0,31
1:46:13	16,38	0,34	0,34

2:00:01	313,7	0,4	0,40
2:15:00	159,5	0,47	0,47
2:30:22	116,2	0,49	0,49
2:45:00	117,8	0,52	0,52
3:00:00	115,8	0,55	0,55
3:15:00	169,5	0,58	0,58
3:30:00	175,9	0,63	0,63
3:45:00	175,2	0,67	0,67
4:00:00	172,8	0,71	0,71

3.3 Perhitungan Perbaikan Faktor Daya

Untuk memperoleh AC *non inverter* agar lebih hemat energi dapat dilakukan dengan cara meningkatkan faktor daya pada motor kompresor. Hasil pengujian pada AC *non inverter* didapatkan data sebagai berikut : $V = 228$ volt, $I_1 = 3,17$ amper, $PF = 0,87$, $P = 628,803$ watt.

Untuk meningkatkan faktor daya menjadi 0,95 dibutuhkan pemasangan kapasitor. Nilai kapasitor yang dipasang adalah berdasarkan analisa berikut menggunakan rumus pada persamaan 4 hingga 6 [15].

Daya motor induksi

$$S = V \times I$$

$$= P + Q \quad (4)$$

$$Q_2 = Q_1 - Q_C$$

$$P = \frac{Q_2}{\tan \theta_2}$$

Daya setelah perbaikan faktor daya

$$\frac{Q_1 - Q_C}{P} = \tan \theta$$

$$S' = P + jjQ_2 \quad (5)$$

Menentukan kapasitas kapasitor untuk perbaikan faktor daya

$$I_2 = \frac{P}{V \times \cos \theta_2}$$

$$I_{r1} = I_1 \sin \theta_1 \quad I_{r2} = I_2 \sin \theta_2$$

$$I_C = I_{r1} - I_{r2} \quad X_C = V / I_C$$

$$C = \frac{1}{\omega X_C} \quad (6)$$

Daya pada motor induksi sebelum perbaikan faktor daya

$$I_{r1} = I_1 \sin \theta = 3,17 \times \sin 29,541^\circ$$

$$= 1,563 \text{ A}$$

Faktor daya yang diperbaiki menjadi 0,95 maka

$$\theta_2 = \cos^{-1} 0,95 = 18,194^\circ$$

$$\theta_2 = \theta_1 - \theta_C$$

$$P = \frac{Q_2}{\tan \theta_2}$$

$$Q_2 = P \tan \theta_2 = 628,803 \times \tan 18,194^\circ$$

$$Q_2 = 206,667 \text{ VAr}$$

Daya reaktif yang dihasilkan oleh kapasitor adalah

$$Q_C = Q_1 - Q_2 = 356,354 - 206,667$$

$$= 149,687 \text{ VAr}$$

Setelah menggunakan kapasitor, arus yang dikonsumsi oleh motor kompresor *non inverter* adalah

$$I_2 = \frac{P}{V \cos \theta_2} = \frac{628,803}{228 \times 0,95} = 2,903 \text{ A}$$

Arus reaktif yang diperlukan motor kompresor *non inverter* setelah perbaikan faktor daya adalah:

$$I_{r2} = I_2 \sin \theta_2 = 2,903 \times \sin 18,194^\circ$$

$$= 0,906 \text{ A}$$

Arus reaktif yang melewati kapasitor adalah

$$I_C = I_{r1} - I_{r2} = 1,563 - 0,906 = 0,656 \text{ A}$$

Sehingga kapasitas dari kapasitor yang dibutuhkan untuk perbaikan faktor daya menjadi

0,95 adalah

$$X_C = \frac{V}{I_C} = \frac{228}{0,656} = 347,296$$

$$C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 347,296} = 9,165 \mu F$$

Kapasitas kapasitor yang digunakan untuk perbaikan faktor daya AC *non inverter* dengan nilai mendekati 9,165 μF adalah 10 μF .

3.4 Perbandingan Data dan Grafik

$$\theta = \cos^{-1} 0,87 = 29,541^\circ$$

$$S = V \cdot I = 228 \times 3,17 = 722,76 \angle 29,541^\circ$$

$$= P + jQ = 628,803 + j356,354$$

Arus reaktif yang diperlukan motor adalah :

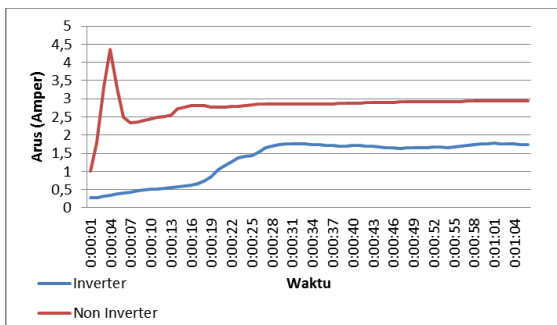
Data – data yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian yang dilaksanakan selama 12 hari pengujian.

3.4.1 Perbandingan Arus Listrik Saat Kompresor Mulai Bekerja

Data arus listrik didapat dari hasil pengukuran menggunakan alat ukur power monitor, saat awal mula kompresor mulai bekerja. Berikut adalah

Gambar 4. grafik perbandingan Arus listrik ketika kompresor mulai bekerja.

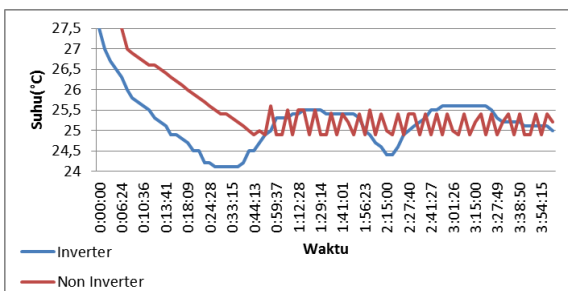
Seperti Gambar 4. dapat dilihat arus listrik pada AC *inverter* saat kompresor mulai bekerja adalah 0,27 Amper, ini terus meningkat secara bertahap hingga mencapai arus konstan 1,7 Amper. Modul *inverter* akan mengatur kecepatan putaran motor kompresor dari putaran minimal hingga kecepatan konstan secara bertahap, agar tidak terjadi lonjakan arus listrik pada saat kompresor mulai bekerja. Sedangkan pada AC *non inverter* terjadi lonjakan arus listrik hingga mencapai 4,36 Amper, hampir 2 kali lipat dari arus konstannya yaitu 2,7 Amper. Kecepatan putaran motor pada AC *non inverter* adalah konstan, karena frekuensi yang digunakan dari sumber listrik PLN tidak berubah-ubah.



Gambar 3. Perbandingan Arus Listrik Pada Saat Motor Kompresor Mulai Bekerja.

3.4.2 Perbandingan Suhu Terhadap Waktu

Data perubahan suhu diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan alat ukur termometer DS-1 yang ditempatkan pada udara masukan AC. Berikut adalah Gambar 5. grafik perbandingan suhu berdasarkan waktu AC bekerja.



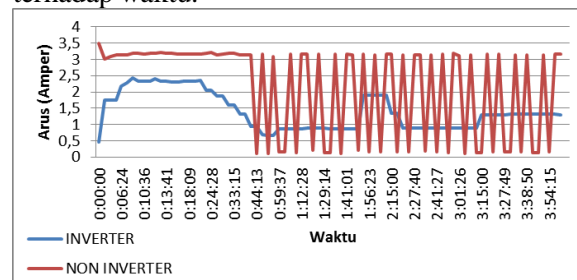
Gambar 4. Perbandingan Suhu Terhadap Waktu

Seperti Gambar 5. waktu yang dibutuhkan AC *inverter* untuk mencapai suhu setingan lebih cepat dibandingkan dengan AC *non inverter*. Ini karena AC *inverter* bisa mengatur kecepatan putaran kompresor sesuai dengan tingkat kebutuhan pendinginan. Fluktuasi suhu ruangan pada AC

inverter dapat diminimalkan, karena kompresor tetap bekerja untuk mempertahankan suhu pendinginan ketika suhu setingan sudah tercapai. sehingga dapat mencapai tingkat kenyamanan yang lebih tinggi. Sedangkan pada AC *non inverter*, terdapat fluktuasi suhu antara 24,9°C dan 25,4°C. Ini karena unit kompresor akan berhenti mendinginkan ruangan, jika suhu setingan sudah tercapai dan kembali bekerja jika suhu sudah mulai naik.

3.4.3 Perbandingan Arus Terhadap Waktu

Arus listrik diukur berdasarkan waktu selama AC bekerja menggunakan alat ukur *power monitor*. Berikut adalah Gambar 6. grafik perbandingan arus terhadap waktu.

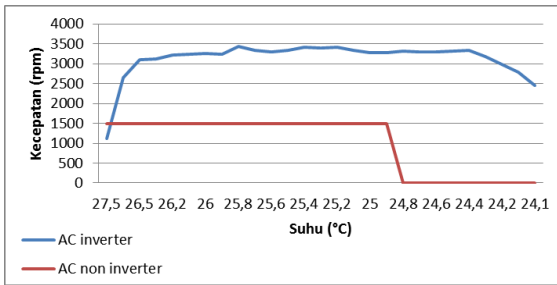


Gambar 5. Perbandingan Arus Terhadap Waktu

Seperti Gambar 6. Arus listrik yang dibutuhkan AC *inverter* akan lebih sedikit ketika suhu ruangan sudah mulai tercapai berdasarkan waktu kompresor bekerja. kompresor pada AC *inverter* akan tetap bekerja mendinginkan ruangan, dengan tujuan untuk mempertahankan suhu ruangan agar tetap berada pada suhu setingan dengan cara menurunkan kecepatan putaran kompresor, sehingga arus listrik yang dibutuhkan lebih sedikit dan dapat menghemat energi listrik. Berbeda dengan AC *non inverter*, Arus yang dibutuhkan saat kompresor awal bekerja lebih besar. Ketika suhu ruangan sudah tercapai, unit kompresor akan berhenti bekerja, dan kembali bekerja jika suhu ruangan sudah mulai naik. Hal ini membuat terjadinya siklus *on* dan *off* terus menerus pada motor kompresor, sehingga dapat membuat kebutuhan energi listrik yang lebih besar.

3.4.4 Perbandingan Kecepatan Putaran Motor Kompresor Berdasarkan Suhu

Data kecepatan putaran motor kompresor diperoleh dari hasil perhitungan berdasarkan arus listrik dan frekuensi dengan menggunakan teknik interpolasi. Berikut adalah Gambar 7. grafik perbandingan kecepatan putaran motor kompresor berdasarkan perubahan suhu.

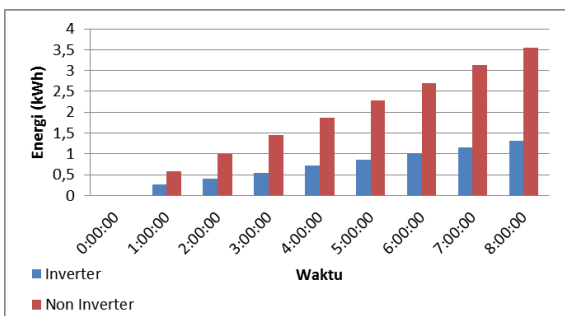


Gambar 6. Kecepatan Putaran Motor Kompresor Berdasarkan Perubahan Suhu

Seperti Gambar 7. Kecepatan putaran motor kompresor pada AC *inverter* diatur secara bertahap, ketika suhu sudah mendekati dengan suhu setingan, kecepatan motor akan melambat ini disesuaikan dengan kebutuhan pendinginan agar suhu tetap berada pada suhu setingan. Kecepatan putaran motor kompresor pada AC *non inverter* adalah konstan, ketika kompresor bekerja putaran motor kompresor adalah 1500 rpm, dan ketika suhu sudah tercapai 24,9°C, kompresor akan berhenti bekerja.

3.4.5 Perbandingan Pemakaian Energi Listrik

Data pemakaian energi listrik diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan alat ukur *power monitor*. Pada saat pengukuran, setingan suhu pada AC diatur pada suhu 25°C hingga suhu 18 °C. Berikut adalah Gambar 8. grafik pemakaian energi listrik *Air Conditioner* pada suhu setingan 25°C.



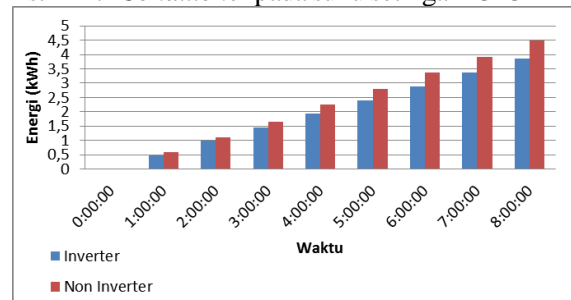
Gambar 7. Perbandingan Pemakaian Energi Listrik pada Suhu Setingan 25°C

Seperti Gambar 8. pemakaian energi listrik pada AC *inverter* jika suhu ruangan diatur pada suhu setingan 25°C, energi listrik yang dibutuhkan AC *inverter* jauh lebih sedikit dibandingkan dengan AC *non inverter*. Selama 8 jam bekerja, AC *inverter* membutuhkan energi listrik sebesar 1,31 kWh. Sedangkan AC *non inverter* membutuhkan energi listrik lebih besar yaitu 3,55 kWh, AC *inverter* tidak perlu bekerja secara maksimal untuk mendinginkan ruangan. Arus listrik yang dibutuhkan disesuaikan

dengan kebutuhan pendinginan, sehingga kebutuhan energi listrik dapat dihemat.

Pemakaian energi listrik pada AC *non inverter* lebih besar dibandingkan dengan AC *inverter*, AC *non inverter* mempunyai siklus *on* dan *off*, kompresor akan berhenti bekerja jika suhu ruangan sudah tercapai, dan kembali bekerja jika suhu ruangan mulai naik, Ini akan terjadi secara terus menerus. Sehingga membuat kebutuhan energi listrik menjadi lebih besar.

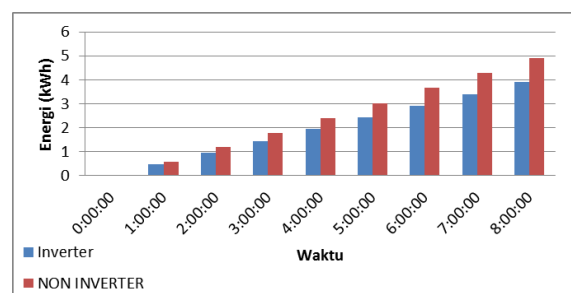
Selanjutnya perbandingan pemakaian energi listrik, pada saat AC diseting pada suhu 23°C. Berikut adalah Gambar 9. grafik pemakaian energi listrik *Air Conditioner* pada suhu setingan 23°C



Gambar 8. Perbandingan Pemakaian Energi Listrik pada Suhu Setingan 23°C

Seperti Gambar 9. pemakaian energi listrik pada AC *inverter* dengan setingan suhu 23°C selama 8 jam adalah sebesar 3,85 kWh. Sedangkan pada AC *non inverter* penggunaan energi listrik selama 8 jam bekerja yaitu sebesar 4,48 kWh. Terdapat selisih hanya sebesar 0,63 kWh, energi listrik pada AC *inverter* hanya sedikit bisa dihemat. Karena AC bekerja secara maksimal untuk mencapai suhu ruangan 23°C.

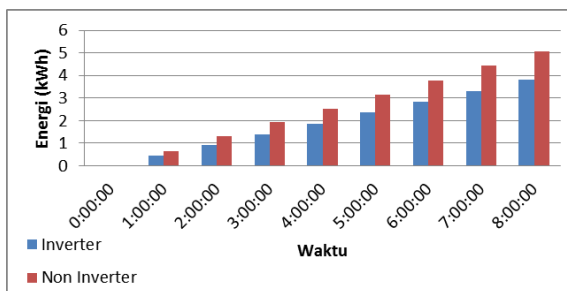
Selanjutnya hasil perbandingan pemakaian energi listrik saat suhu ruangan diseting pada suhu 20°C. Berikut adalah Gambar 10. grafik pemakaian energi listrik *Air Conditioner* pada suhu setingan 20°C.



Gambar 9. Perbandingan Pemakaian Energi Listrik pada Suhu Setingan 20°C

Seperti Gambar 10. pemakaian energi listrik pada AC *inverter* ketika suhu ruangan diseting pada suhu 20°C selama 8 jam bekerja adalah sebesar 3,9 kWh. Sedangkan pemakaian energi listrik pada AC *non inverter* selama 8 jam adalah 4,9 kWh. Terdapat selisih 1 kWh. Perbedaan pemakaian energi listrik pada AC *inverter* saat suhu diseting 23°C dan 20°C tidak jauh berbeda. Ini karena kompresor terus bekerja secara maksimal untuk mencapai suhu.

Perbandingan pemakaian energi listrik saat suhu diseting pada suhu maksimal 18°C. Berikut adalah Gambar 11. grafik pemakain energi listrik *Air Conditioner* pada suhu setingan 18°C.



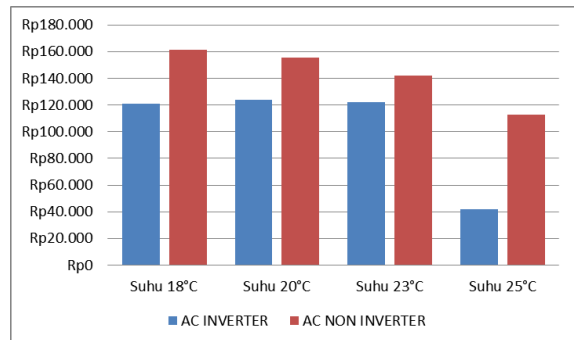
Gambar 10. Perbandingan Pemakaian Energi Listrik pada Suhu Setingan 18°C

Seperti Gambar 11. pemakaian energi listrik pada AC *inverter* saat suhu diseting pada suhu maksimal 18°C selama 8 jam bekerja yaitu sebesar 3,8 kWh. Sedangkan pemakaian energi listrik pada AC *non inverter* adalah sebesar 5,07 kWh. Pemakaian energi listrik pada AC *inverter* terlihat hampir sama saat suhu diseting pada suhu 23°C, 20°C, dan suhu maksimal 18°C. Ini karena kompresor terus bekerja secara maksimal untuk mencapai suhu. Sehingga penghematan energi listrik hanya sedikit.

Agar AC *non inverter* hemat energi, maka dipasang kapasitor yang dirangkai secara paralel pada beban *Air Conditioner* dengan nilai 10µF sesuai dengan perhitungan.

3.4.6 Perbandingan Biaya Energi Listrik

Biaya energi listrik diperoleh dari hasil perhitungan penggunaan energi listrik selama 8 jam sehari dalam waktu 1 bulan (22 hari kerja). Yang kemudian mengalikan dengan biaya tarif dasar listrik per kWh yaitu sebesar Rp.1444,7. Berikut adalah Gambar 12. grafik perbandingan biaya AC selama 1 bulan (22 hari kerja)

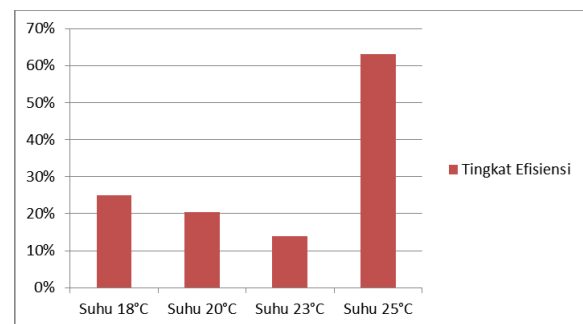


Gambar 11. Grafik Perbandingan Biaya Selama 1 Bulan (22 Hari Kerja)

Seperti Gambar 12. perbandingan biaya listrik pada AC *inverter* dan AC *non inverter* selama 1 bulan berdasarkan suhu seting. Biaya listrik pada AC *inverter* jauh lebih murah dari pada AC *non inverter* saat suhu diseting pada suhu 25°C. Yaitu sebesar Rp.41.636 sedangkan pada AC *non inverter* biaya yang dikeluarkan adalah sebesar Rp.112.933. Lebih hemat biaya sebesar Rp.71.297.

3.4.7 Perbandingan Tingkat Efisiensi

Data efisiensi AC *inverter* diperoleh dari hasil perhitungan persentase selisih biaya antara AC *inverter* dan *non inverter* berdasarkan suhu seting. Berikut adalah Gambar 13. perbandingan tingkat efisiensi AC *inverter* terhadap AC *non inverter* berdasarkan suhu *setting*.



Gambar 12. Tingkat Efisiensi AC Inverter

Seperti Gambar 13. tingkat efisiensi AC *inverter* berdasarkan suhu seting. Efisiensi paling optimal AC *inverter* yaitu pada suhu seting 25°C, pada suhu ini, AC *inverter* dapat menghemat biaya energi listrik hingga 63% lebih murah dibandingkan dengan AC *non inverter* pada suhu seting yang sama.

4. KESIMPULAN

Konsumsi energi listrik pada AC Daikin tipe *inverter* FTKQ20SVM4 selama 1 bulan pada suhu seting 25 °C adalah 28,82 kWh dengan biaya

Rp.41.636. Sedangkan konsumsi energi listrik pada AC Sharp tipe *non inverter* AH-A7SAY selama 1 bulan pada suhu seting 25°C adalah 78,1704 kWh dengan biaya Rp.112.932,77. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa AC *inverter* lebih hemat energi dibandingkan AC tipe *non inverter*. Arus starting pada AC *inverter* kecil 0,27 Ampere hingga 1,77 Ampere. Karena kecepatan putaran motor diatur secara bertahap, dari kecepatan putaran minimal 900 rpm sampai kecepatan penuh 2670 rpm. Sehingga tidak terjadi lonjakan arus listrik. Sedangkan AC *non inverter* Arus starting bisa mencapai 4,36 Ampere dan kecepatan putaran motor konstan 1500 rpm. Sehingga saat motor mulai bekerja terjadi lonjakan arus listrik. Tingkat Efisiensi pada AC *inverter* berdasarkan suhu seting paling optimal adalah 25°C, pada suhu seting ini AC *inverter* dapat menghemat biaya listrik hingga 63% lebih murah dibandingkan dengan AC *non inverter* pada suhu seting yang sama. Untuk menghemat pemakaian energi pada AC *non inverter*, dapat dilakukan dengan pemasangan kapasitor bank untuk perbaikan faktor daya, dari hasil perhitungan nilai kapasitor yang dibutuhkan untuk memperbaiki faktor daya dari 0,87 menjadi 0,95 adalah 10 μ F.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Hanif, "Analisis Terhadap Penggunaan Energi Listrik di Gedung Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Magelang," Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Magelang, 2019.
- [2] M. Ali, *Aplikasi Elektronika Daya Pada Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: UNY Press, 2018.
- [3] Atmam, Zulfahri, and U. Situmeang, "Analisis Pengaruh Perubahan Besaran Kapasitor Terhadap Arus Start Motor Induksi Satu Fasa," *SainETIn*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2017.
- [4] A. Jaya Saputra, Atmam, and Zulfahri, "Studi Kecepatan Putaran Motor Compressor Air Conditioner Inverter Terhadap Perubahan Suhu Ruangan," *SainETIn*, vol. 3, no. 1, pp. 17–24, 2018.
- [5] H. Eteruddin, A. Rahman, M. P. Halilintar, and A. Tanjung, "Evaluasi Indeks Konsumsi Energi Listrik Di Rumah Sakit Islam Ibnu Sina Pekanbaru," *Elementer*, vol. 7, no. 2, pp. 42–50, 2021.
- [6] I. Priyadi, "Optimasi Penggunaan Air Conditioner Sebagai Alat Pendingin Ruangan, Jurnal Ilmiah Bidang Sains," *Teknosia*, vol. 2, no. 6, pp. 47–51, 2009.
- [7] E. Karyanto, *Penuntun Praktikum Operasi Perawatan Refrigerasi dan Air Conditioner*. Jakarta: Restu agung, 2008.
- [8] E. Suswitaningrum, N. Hudallah, R. D. M. Putri, and B. Sunarko, "Analisis Intensitas Konsumsi Energi Listrik dan Peluang Penghematan Energi Listrik pada Gedung C Kantor Sekretariat Daerah Kabupaten Semarang," *J. ELTIKOM*, vol. 6, no. 1, pp. 26–39, 2022.
- [9] A. Sarinda, Sudarti, and Subiki, "Analisis Perubahan Suhu Ruangan terhadap Kenyamanan Termal di Gedung 3 FKIP Universitas Jember 1," *Jurnal Pembelajaran Fisika*, vol. 6, no. 3, pp. 305–311, 2017.
- [10] K. Ridhuan and A. Rifai, "Analisa kebutuhan beban pendingin dan daya alat pendingin AC untuk aula kampus 2 UM Metro," *TURBO (Jurnal Program Studi Teknik Mesin)*, vol. 2, no. 2, pp. 7–12, 2017.
- [11] A. Zakiyah, A. Lomi, and F. Handoko, "Manajemen Energi Penggunaan Pendingin Udara Pada Gedung Perkantoran Universitas Islam Malang," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*, vol. 4, no. 2, pp. 24–28, 2018.
- [12] T. H. Karyono, "Penelitian Kenyamanan Termis di Jakarta Sebagai Acuan Suhu Nyaman Manusia Indonesia," *Dimensi Teknik Arsitektur*, vol. 29, no. 1, pp. 24–33, 2001.
- [13] Daikin Airconditioning Indonesia, *Service Manual Peralatan Refrigerasi Si-18A*. Jakarta: PT. Daikin Airconditioning Indonesia, 2018.
- [14] K. Handoko, *Teknik Room Air Conditioner*. Jakarta: PT. Ichtiar Baru, 1979.
- [15] E. Zondra and Arlenny, "Analisis Perbaikan Faktor Daya Motor Induksi Tiga Fasa Di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Lancang Kuning," *Jurnal Sains Teknologi dan Industri*, vol. 12, no. 2, pp. 232–241, 2015.