

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Waktu Penggunaan Ruangan dan Luas Ruangan di Gedung F5

Pada penelitian ini data waktu penggunaan ruangan di gedung F5 yang mana gedung ini digunakan oleh tiga prodi yaitu Pertanian, Farmasi, dan Kedokteran Umum. Data ini di ambil dalam jangka waktu total penggunaan ruangan selama 1 bulan yaitu pada bulan Maret 2019 minggu kedua s.d April 2019 minggu pertama, dan luas ruangan setiap lantainya akan dijelaskan seperti di bawah ini.

Gedung F5 lantai dasar digunakan oleh prodi Pertanian maka data waktu penggunaan ruang kelas di lantai dasar ini sesuai dengan jadwal Prodi Pertanian yang didapatkan dari Pengajaran Fakultas Pertanian disajikan pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Waktu Penggunaan Ruang Kelas di Lantai Dasar dalam Seminggu

Hari	Nama Ruangan			
	F5 001	F5 002	F5 003	F5 104
Senin	8,33 jam	8,33 jam	3,5 jam	10,5 jam
Selasa	7,5 jam	7,5 jam	8,33 jam	10 jam
Rabu	9,75 jam	6,66 jam	5 jam	4,16 jam
Kamis	9,75 jam	6,66 jam	8,5 jam	8,33 jam
Jumat	5,58 jam	7,5 jam	3,5 jam	7,5 jam

Dari tabel 4.1 kemudian dilakukan perhitungan total waktu penggunaan ruangan dalam waktu satu bulan penelitian sesuai dengan penanggalan bulan Maret 2019 baik ruang kelas maupun ruangan lainnya yang ada di lantai dasar gedung F5, hasilnya seperti pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Data Luas Ruangan dan Waktu Penggunaan Ruangan Lantai Dasar Gedung F5

No	Nama Ruangan	Luas Ruangan	Waktu Penggunaan 1 Bulan (Jam)
1	F5 001	105,6 m ²	169,22
2	F5 002	57,7 m ²	154,10
3	F5 003	47,2 m ²	117,29
4	Referensi Pertanian	70,3 m ²	208
5	Self Access	69,3 m ²	208
6	Agriculture Training Center (ATC)	35,3 m ²	182
7	Kepala ATC	11,5 m ²	182
8	Ruang Tamu ATC	24,1 m ²	182
9	Toilet pria	13,3 m ²	364
10	Toilet wanita	13,3 m ²	364
Total Luas		447,6 m ²	

Pada ruang Referensi dan Self Access memiliki jadwal setiap harinya sama yaitu buka dari jam 07.00 -15.00 WIB, yang mana 8 jam setiap harinya dan dalam penelitian ini ada 26 hari kerja sehingga dalam sebulan waktu penggunaan ruangan tersebut 208 jam. Kemudian pada ruang Kepala ATC dan Ruang Tamu ATC buka dari jam 08.00 – 15.00 WIB, yang mana setiap harinya 7 jam sehingga dalam satu bulan waktu penggunaan ruangan yaitu 182 jam. Kemudian untuk toilet pria dan wanita untuk penerangan setiap hari digunakan dari rata-rata jam 07.00-21.00 WIB, yang mana 14 jam sehari maka dalam sebulan waktu penggunaan toilet yaitu 364 jam.

Gedung F5 lantai satu digunakan oleh prodi Farmasi dan Pertanian untuk ruang kelas F5 104. Data waktu penggunaan ruang kelas di lantai satu ini sesuai dengan jadwal Prodi Pertanian yang didapatkan dari Pengajaran Fakultas Pertanian dan Pengajaran FKIK seperti pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Waktu Penggunaan Ruang Kelas di Lantai Satu dalam Seminggu

Hari	Nama Ruangan			
	F5 104	Far 1	Far 2	Far 3
Senin	10,5 jam	7,83 jam	5,16 jam	7,16 jam
Selasa	10,5 jam	7,66 jam	5 jam	7,16 jam
Rabu	4,16 jam	7,66 jam	5,16 jam	6,66 jam
Kamis	8,33 jam	7,66 jam	5,16 jam	6,66 jam
Jumat	7,5 jam	5 jam	3,5 jam	5 jam
Sabtu	-	5 jam	5 jam	5 jam

Dari tabel 4.3 kemudian dilakukan perhitungan total waktu penggunaan ruangan dalam waktu satu bulan sesuai dengan penanggalan bulan Maret 2019 baik ruang kelas maupun ruangan lainnya yang ada di lantai satu gedung F5, hasilnya seperti pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Data Luas Ruangan dan Waktu Penggunaan Ruangan Lantai Satu Gedung F5

No	Nama Ruangan	Luas Ruangan	Waktu Penggunaan 1 Bulan (Jam)
1	F5 104	93,4 m ²	169,5
2	FAR 1	93,4 m ²	168,24
3	FAR 2	94,1 m ²	121

Tabel 4.4 Data Luas Ruangan dan Waktu Penggunaan Ruangan Lantai Satu Gedung F5 (Lanjutan)

No	Nama Ruangan	Luas Ruangan	Waktu Penggunaan 1 Bulan (Jam)
4	FAR 3	117,2 m ²	155,56
5	IMM F.Pertanian	17,3 m ²	156
6	Toilet pria	13,3 m ²	364
7	Toilet wanita	13,3 m ²	364
Total Luas		442 m ²	

Pada ruangan IMM F.Pertanian rata-rata dalam sehari digunakan 6 jam mulai pukul 09.00-15.00 WIB, yang mana dalam sebulan 26 hari kerja akan digunakan selama 156 jam. Kemudian untuk toilet pria dan wanita untuk penerangan setiap hari digunakan dari rata-rata jam 07.00-21.00 WIB, yang mana 14 jam sehari maka dalam sebulan waktu penggunaan toilet yaitu 364 jam.

Gedung F5 lantai dua digunakan oleh prodi Kedokteran Umum pada ruang Amphitheatre II/E yang biasanya digunakan sebagai ruang kuliah ataupun seminar maka data waktu penggunaan ruang kelas ini sesuai dengan jadwal prodi Kedokteran Umum yang didapatkan dari Pengajaran FKIK disajikan seperti tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Waktu Penggunaan Ruang Amphitheatre II/E

Amphitheatre II/E	Minggu I 11-15 Mar	Minggu II 18-22 Mar	Minggu III 25-29 Mar	Minggu IV 1-6 Apr
Senin	5 jam	5 jam	3,5 jam	5 jam
Selasa	3,5 jam	3,5 jam	4,16 jam	3,5 jam
Kamis	2,66 jam	2,66 jam	2,66 jam	2,66 jam
Jumat	3,5 jam	3,5 jam	3,5 jam	3,5 jam
Total waktu penggunaan sebulan				57,8 jam

Adapun waktu penggunaan ruangan pada lantai dua gedung F5 selama satu bulan dalam penelitian ini, yang dimulai minggu ke dua bulan Maret sampai dengan minggu pertama bulan April adalah seperti pada tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Data Luas Ruangan dan Waktu Penggunaan Ruangan Lantai Dua Gedung F5

No	Nama Ruangan	Luas Ruangan	Waktu Penggunaan 1 Bulan (Jam)
1	Amphitheatre II/E	243,3 m ²	58
2	CBT	105,3 m ²	66
3	Toilet pria	13,3 m ²	364
4	Toilet wanita	13,3 m ²	364
Total Luas		375,2 m ²	

Penggunaan ruangan Amphitheatre II/E sesuai jadwal adalah 58 jam dalam satu bulan penelitian ini. Pada ruangan CBT menurut pengelola yaitu pengajaran FKIK untuk jadwal disesuaikan kebutuhan karena disana adalah untuk ruang ujian CBT baik untuk mahasiswa UMY ataupun calon mahasiswa UMY. Menurut keterangan pengelola setiap bulan ruangan CBT dipakai sekitar 66 jam atau rata-rata jam 3 setiap hari kerja. Untuk toilet pria dan wanita digunakan rata-rata jam 07.00-21.00 WIB, yang mana 14 jam sehari maka dalam sebulan waktu penggunaan toilet yaitu 364 jam.

4.2 Intensitas Konsumsi Energi pada Beban Penerangan dan Pendingin Ruang di Gedung F5

Dalam perhitungan nilai intensitas konsumsi energi terlebih dahulu perlu mengetahui besar konsumsi energi atau kWh. Adapun dalam menentukan nilai intensitas konsumsi energi sesuai dengan SNI 03-6196-2000 dinyatakan dalam rumus dan seperti berikut:

$$\text{IKE} = \frac{\text{KWh total}}{\text{Luas bangunan}}$$

Dimana Pemakaian energi listrik (kWh) per bulan:

$$\text{kWh} = \frac{((n.\text{Lamp} \times W.\text{Lamp}) + (n.\text{STU} \times W.\text{STU})) \times t}{1000}$$

Dalam menghitung Intensitas Konsumsi Energi di gedung F5 maka terlebih dahulu dihitung total kWh untuk setiap lantainya. Mulai dari lantai dasar, lantai satu dan lantai dua yang akan dibahas dipoin selanjutnya.

4.2.1 Intensitas Konsumsi Eenergi Listrik Gedung F5 Lantai Dasar

Nilai IKE pada gedung F5 lantai dasar sesuai rumus 2.2 harus mengetahui nilai dari beban atau kWh total terlebih dahulu. Adapun rincian beban penerangan dan pendingin ruangan AC di gedung F5 lantai dasar seperti dalam tabel 4.6 di bawah ini. Untuk salah satu contoh perhitungan beban kWh total seperti berikut:

Ruang kuliah F5 001, diketahui:

Daya lampu	: 12 Watt	Jumlah AC	: 2 buah
Jumlah lampu	: 16 buah	Waktu pemakaian	: 169,22 jam
Daya AC	: 1920 watt		

Perhitungan pemakaian energi listrik ruang kuliah F5 001 dengan rumus 2.3:

$$\text{kWh} = \frac{[(16 \times 12) + (2 \times 1920)] \times 169,22}{1000}$$

$$\text{kWh} = \frac{549.360}{1000}$$

$$\text{kWh} = 682,29$$

Tabel 4.7 Beban Konsumsi Energi Listrik Lampu dan AC di Gedung F5 Lantai Dasar

No	Nama R uangan	Tipe Lampu	Daya Lampu	Banyak Titik Lampu	Jumlah Daya Lampu	Tipe AC	PK	Daya AC	Banyak Titik AC	Jumlah Daya AC	Waktu Pemakaian (Jam/bulan)	kWh
1	F5 001	Philips TL LED	12 W	16	192 W	Panasonic CS-PC18PKP	2	1920 W	2	3840 W	169,22	682,29
2	F5 002	Philips TL LED	12 W	8	96 W	Panasonic CS-PC18PKP	2	1920 W	1	1920 W	154,10	310,66
3	F5 003	Philips TL LED	12 W	8	96 W	Panasonic CS-YC18MKF	2	2090 W	1	2090 W	117,29	256,39
4	Referensi Pertanian	Philips TL LED	16 W	8	128 W	Panasonic CS-PN18RKP	2	1940 W	1	4030 W	208	864,86
						National CS-C18BKN	2	2090 W	1			
5	Self Access	Philips TL LED	16 W	8	128 W	Panasonic CS-PC18PKP	2	1920 W	1	3520 W	208	758,78
						Thosiba RAS-18UKPX4	2	1600 W	1			

Tabel 4.7 Beban Konsumsi Energi Listrik Lampu dan AC di Gedung F5 Lantai Dasar (Lanjutan)

No	Nama Runag	Tipe Lampu	Daya Lampu	Banyak Titik Lampu	Jumlah Daya Lampu	Tipe AC	PK	Daya AC	Banyak Titik AC	Jumlah Daya AC	Waktu Pemakaian (Jam/bulan)	kWh
6	Agriculture Traning Center	Philips TL LED	12 W	8	96 W	Panasonic CS-PC12NKP	1,5	1170 W	1	1170 W	182	230,41
7	Toilet Pria & Wanita	TL LED	8 W	2	16 W	-	-	-	-	-	364	5,82
Total kWh Lantai Dasar = 3.109,21 kWh												

Dari tabel 4.7 telah diperoleh nilai dari beban atau kWh total penggunaan energi listrik selama satu bulan pada penerangan lampu dan pendingin ruangan AC. Selanjutnya untuk mengetahui nilai IKE pada gedung F5 lantai dasar maka digunakan rumus 2.2 seperti berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{IKE F5 Lantai Dasar} &= \frac{\text{kWh Total}}{\text{Luas bangunan lantai dasar}} \\ &= \frac{3109,21 \text{ kWh}}{447,6 \text{ m}^2} \\ &= 6,94 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan} \end{aligned}$$

4.2.2 Intensitas Konsumsi Eenergi Listrik Gedung F5 Lantai Satu

Nilai IKE pada gedung F5 lantai satu sesuai rumus 2.2 harus mengetahui nilai dari beban atau kWh total terlebih dahulu. Adapun rincian beban penerangan dan pendingin ruangan AC di gedung F5 lantai dasar seperti dalam tabel 4.7 di bawah ini. Untuk contoh perhitungan beban kWh total seperti berikut:

Ruang kuliah FAR 1, diketahui:

Daya lampu	: 12 Watt	Jumlah AC	: 2 buah
Jumlah lampu	: 16 buah	Waktu pemakaian	: 122 jam
Daya AC	: 1920 watt		

Perhitungan pemakaian energi listrik ruang kuliah FAR 1 dengan rumus 2.3:

$$\text{kWh} = \frac{[(16 \times 12) + (2 \times 1920)] \times 168,24}{1000}$$

$$\text{kWh} = \frac{678343}{1000}$$

$$\text{kWh} = 678,34$$

Tabel 4.8 Beban Konsumsi Energi Listrik Lampu dan AC di Gedung F5 Lantai Satu

No	Nama Ruangan	Tipe Lampu	Daya Lampu	Banyak Titik Lampu	Jumlah Daya Lampu	Tipe AC	P K	Daya AC	Banyak Titik AC	Jumlah Daya AC	Waktu Pemakaian (Jam/bulan)	kWh
1	FAR 1	Philips TL LED	12 W	16	192 W	Panasonic CS-PC18PKP	2	1920 W	2	3840 W	168,24	678,34
2	FAR 2	Philips TL LED	12 W	12	144 W	Panasonic CS-PC18PKP	2	1920 W	1	3714 W	121	466,81
						Daikin FTNE50MV14		1650 W	1			
3	FAR 3	Philips TL LED	12 W	16	192 W	Panasonic CS-PC12GKP	1,5	1170 W	2	4280 W	155,56	695,66
						Panasonic CS-PC18RKP		2	1940 W			
4	F5 104	Philips TL LED	12 W	16	192 W	Panasonic CS-PN18DKF	2	2040 W	1	3690 W	169,50	657,99
						Daikin FTNE50MV14		2	1650 W			

Tabel 4.8 Beban Konsumsi Energi Listrik Lampu dan AC di Gedung F5 Lantai Satu (Lanjutan)

No	Nama Ruangan	Tipe Lampu	Daya Lampu	Banyak Titik Lampu	Jumlah Daya Lampu	Tipe AC	P K	Daya AC	Banyak Titik AC	Jumlah Daya AC	Waktu Pemakaian (Jam/bulan)	kWh
5	IMM Pertanian	Philips TL LED	12 W	3	36 W	-	-	-	-	-	156	5,61
6	Toilet Pria & Wanita	TL LED	8 W	2	16 W	-	-	-	-	-	364	5,82
Total kWh Lantai Satu = 2510,23 kWh												

Dari tabel 4.8 telah diperoleh nilai dari beban atau kWh total penggunaan energi listrik selama satu bulan pada penerangan lampu dan pendingin ruangan AC. Selanjutnya untuk mengetahui nilai IKE pada gedung F5 lantai satu maka digunakan rumus 2.2 seperti berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{IKE F5 Lantai Satu} &= \frac{\text{kWh Total}}{\text{Luas bangunan lantai satu}} \\ &= \frac{2510,23 \text{ kWh}}{442} \\ &= 5,68 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan} \end{aligned}$$

4.2.3 Intensitas Konsumsi Eenergi Listrik Gedung F5 Lantai Dua

Nilai IKE pada gedung F5 lantai dua sesuai rumus 2.2 harus mengetahui nilai dari beban atau kWh total terlebih dahulu. Adapun rincian beban penerangan dan pendingin ruangan AC di gedung F5 lantai dua seperti berikut:

a. Ruang Amphitheatre II/E, diketahui:

Tipe dan Daya lampu	: Philips LED 12 Watt
Jumlah lampu	: 42 buah
Tipe/Daya AC/Titik AC	: Panasonic CS-PC18MKH/1950 Watt /2buah Panasonic CS-PC18PKP/1920 Watt /3 buah Daikin FTC50NV14/1650 Watt /1 buah National CS-C18BKN/2090 Watt/2 buah
Total Daya AC	: (2 x 1950) + (3 x 1920) + 1650 + (2 x 2090) : 15490 Watt

Waktu pemakaian : 58 jam dalam satu bulan

Perhitungan pemakaian energi listrik ruang amphitheatre II dengan rumus 2.3:

$$\text{kWh} = \frac{[(42 \times 12) + (15490)] \times 58}{1000}$$

$$\text{kWh} = 927,65$$

b. Ruang CBT, diketahui:

Tipe dan Daya lampu	: TL LED 16 Watt
Jumlah lampu	: 18 buah

Tipe/Daya AC/Titik AC : Panasonic CS-PC18MKH/1950 W /4 buah
Panasonic CS-PC12NKP/1170 W/1 buah

Waktu pemakaian : 66 jam dalam satu bulan

Perhitungan pemakaian energi listrik ruang CBT dengan rumus 2.3:

$$\text{kWh} = \frac{[(16 \times 18) + ((4 \times 1950) + 1170)] \times 66}{1000}$$

$$\text{kWh} = \frac{611028}{1000}$$

$$\text{kWh} = 611,02$$

c. Toilet Pria dan Wanita, diketahui:

Tipe dan Daya Lampu : Philips TL LED 8 Watt

Jumlah Lampu : 2

Waktu penggunaan : 364 jam dalam satu bulan

Perhitungan pemakaian energi listrik di toilet dengan rumus 2.3:

$$\text{kWh} = \frac{(2 \times 8) \times 364}{1000}$$

$$\text{kWh} = 5,82$$

d. Total kWh atau beban pada gedung F5 lantai dua adalah

$$\begin{aligned} \text{kWh Lt.dasar} + \text{kWh Lt.satu} + \text{kWh Lt.dua} &= 927,65 + 611,02 + 5,82 \\ &= 1544,49 \end{aligned}$$

e. Nilai IKE Gedung F5 lantai dua diperoleh dengan rumus 2.2 seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{IKE F5 Lantai Dua} &= \frac{\text{kWh Total}}{\text{Luas bangunan lantai dua}} \\ &= \frac{1544,49 \text{ kWh}}{375,2} \\ &= 4,11 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan} \end{aligned}$$

4.2.4 Nilai IKE di Gedung F5

Setelah dilakukan perhitungan nilai IKE seperti di atas maka hasil nilai IKE keseluruhan pada gedung F5 pada bagian penerangan dan pendingin ruangan AC adalah seperti dalam tabel 4.9 dibawah ini, untuk menentukan kriteria dapat dilihat pada standar SNI kriteria IKE di tabel 2.2. Untuk nilai IKE di keseluruhan gedung F5 termasuk dalam kategori Sangat Efisien karena berada pada batas nilai IKE 4,17 – 7,92 kWh/m²/bulan.

Tabel 4.9 Intensitas Konsumsi Energi Gedung F5

No	Nama Area	Konsumsi Energi (kWh)	Luas Area (m ²)	IKE (kWh/m ² /bln)	Kriteria
1	Lantai Dasar	3109,21	447,6	6,94	Sangat Efisien
2	Lantai Satu	2510,23	442	5,68	Sangat Efisien
3	Lantai Dua	1544,49	375,2	4,11	Sangat Efisien
4	Total Gedung F5	7163,93	1264,8	5,66	Sangat Efisien

Dilihat dari tabel 4.9 dari hasil perhitungan diperoleh bahwa nilai Intensitas Konsumsi Energi pada gedung F5 masuk dalam kriteria Sangat Efisien. Untuk nilai IKE tertinggi terjadi pada lantai dasar yaitu sebesar 6,94 kWh/m²/bulan, dan untuk IKE terendah terjadi di lantai dua yang memiliki nilai IKE 4,11 kWh/m²/bulan. Dilihat dari nilai IKE yang masuk kriteria sangat efisien ini terjadi didasarkan pada penggunaan Lampu pada gedung F5 sebagian besar hampir seluruhnya telah menggunakan lampu TL LED dan juga untuk pendingin ruangan yaitu AC tergolong tipe cukup efisien energi dan hampir semua sesuai dengan ruangan. Namun untuk AC masih bisa di lakukan penghematan atau

efisiensi energi karena AC yang digunakan di gedung F5 masih beraneka ragam tipe dan juga daya untuk ketentuan ruangan yang sama.

Penghematan konsumsi energi listrik pada AC dapat dilakukan juga dengan beralih mengganti AC yang saat ini masih konvensional ke AC jenis inverter yang lebih hemat energi. Selain itu juga dilakukan pengecekan atau perhitungan apakah kapasitas AC yang terpasang di gedung F5 telah sesuai dengan ruangan. Istilah seringnya disebut kebutuhan PK (Paard Kracht) AC dalam setiap ruangan sesuai dengan besar atau luas ruangnya. Untuk menghitung kebutuhan kapasitas PK AC dilakukan dengan rumus 2.1, dan akan dibahas pembahasan berikutnya.

4.3 Penghematan Energi Listrik Gedung F5

Penghematan dapat dilakukan dengan cara yang telah dibahas sebelumnya yaitu dengan menyesuaikan kapasitas PK AC sesuai ruangan dan jangan sampai kapasitas PK AC terpasang terlalu besar dari PK AC yang dihitung sesuai standar luas ruangan tersebut. Selain itu juga mengganti AC konvensional ke AC jenis Inverter. Untuk menghitung kapasitas AC digunakan rumus 2.1 contoh perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Kebutuhan AC} = \text{Luas Ruangan} \times \text{Koefisien BTU/ m}^2$$

Dimana koefisien standar BTU/m² dalam ruangan telah sesuai standar sebesar 500 BTU/hour dan untuk 1 PK = 9000 BTU/hr.

Dari persamaan tersebut di atas sebagai contoh perhitungan maka dapat dihitung PK untuk ruang Referensi Pertanian adalah

Diketahui:

$$\text{Luas ruangan} = 70,3 \text{ m}^2$$

$$\text{Kebutuhan AC} = 70,3 \text{ m}^2 \times 500 \text{ BTU/hr} = 35150 \text{ BTU/hr}$$

$$\text{Sehingga kebutuhan AC untuk ruang Referensi adalah } \frac{35150 \text{ BTU/hr}}{9000 \text{ BTU/hr}} = 3,9 \text{ PK}$$

Dari perhitungan tersebut AC yang dipasang di ruang Referensi Pertanian standarnya adalah 4 PK dan tidak boleh melebihi.

4.3.1 Kebutuhan Kapasitas PK AC di Gedung F5

Penyesuaian kebutuhan kapasitas AC bertujuan agar konsumsi energi listrik akan hemat sesuai dengan besar atau luas ruangan yang akan didinginkan. Selain itu dengan beralih ke AC Inverter yang memiliki daya lebih rendah dari AC non inverter juga akan menghemat energi listrik. Sebelum menghitung kebutuhan kapasitas AC tiap ruangan berikut ini adalah spesifikasi rekomendasi AC Inverter untuk mengganti AC sebelumnya:

Tabel 4.10 Spesifikasi AC Inverter Panasonic

Produk	CS-PU18TKP	CS-PU12TKP	CS-PU9TKP
Model	Indoor 50 Hz Outdoor 50 Hz	Indoor 50 Hz Outdoor 50 Hz	Indoor 50 Hz Outdoor 50 Hz
Kapasitas Pendingin	5.20 kW 17.700 Btu/h	3.50 kW 11.900 Btu/h	3.50 kW 8.530 Btu/h
Data Kelistrikan	Voltage 220 V Arus 6.9 A Daya 1440 W	Voltage 220 V Arus 4.8 A Daya 990 W	Voltage 220 V Arus 3.4 A Daya 690 W
Penghilang Kelembaban	2.9 L/h 6.1 Pt/h	2.0 L/h 4.2 Pt/h	1.5 L/h 3.2 Pt/h
Sirkulasi Udara	17.7 m ³ /menit 625 ft ³ /menit	10.9 m ³ /menit 385 ft ³ /menit	9.9 m ³ /menit 267 ft ³ /menit
Tingkat Kebisingan	ID44/32/29 (H/L) [dB-A] OD 49 dB-A	ID 38/28/25 (H/L) [dB-A] OD 47 dB-A	ID 36/26/23 (H/L) [dB-A] OD 46 dB-A
Dimensi	Tinggi (ID/OD) 296 (619) mm Lebar (ID/OD) 1.070 (824) mm Tebal (ID/OD) 241 (299) mm	Tinggi(ID/OD) 296 (542) mm Lebar (ID/OD) 870 (780) mm Tebal (ID/OD) 236 (289) mm	Tinggi(ID/OD) 296 (511) mm Lebar (ID/OD) 870 (650) mm Tebal (ID/OD) 236 (230) mm
Berat Bersih	(ID/OD) 12(33) Kg	(ID/OD) 9(27) Kg	(ID/OD) 9(20) Kg

<https://www.panasonic.com/id/>

Tabel 4.10 diatas adalah rekomendasi AC Inverter untuk mengganti AC yang lama. Untuk hasil perhitungan kebutuhan kapasitas PK AC tiap ruangan dan juga nilai total konsumsi energi listrik atau total kWh beban AC, jika AC diganti ke tipe AC Inverter seperti rekomendasi tabel 4.10 untuk Gedung F5 hasilnya seperti tabel 4.11 di bawah ini:

Tabel 4.11 Kebutuhan AC Inverter Tiap Ruangan di Gedung F5

No	Nama Ruang	Luas Ruang (m ²)	PK AC Terpa-Sang	PK AC Perhitungan		Rekomendasi Tipe AC Inverter	Jumlah AC	Jumlah Daya (Watt)
				BTU	Batas PK			
1	F5 001	105,6	4	52500	5	Panasonic CS-PU18TKP 1440 Watt	2	2880
2	F5 002	57,7	2	28850	3	Panasonic CS-PU18TKP 1440 Watt	1	1440
3	F5 003	47,2	2	23600	2,5	Panasonic CS-PU18TKP 1440 Watt	1	1440
4	Referensi FP	70,3	4	35150	3,9	Panasonic CS-PU18TKP 1440 Watt	2	2880
5	Self Access	69,3	4	34650	3,8	Panasonic CS-PU18TKP 1440 Watt	2	2880
6	ATC	35,3	1,5	17650	1,8	Panasonic CS-PU12TKP 990Watt	1	990

Tabel 4.11 Kebutuhan AC Inverter Tiap Ruangan di Gedung F5 (Lanjutan)

No	Nama Ruang	Luas Ruang (m ²)	PK AC Terpa-Sang	PK AC Perhitungan		Rekomendasi Tipe AC Inverter	Jumlah AC	Jumlah Daya (Watt)
				BTU	Batas PK			
7	F4 104	93,4	4	46700	5	Panasonic CS-PU18TKP 1440 Watt	2	2880
8	FAR 1	93,4	4	46700	5	Panasonic CS-PU18TKP 1440 Watt	2	2880
9	FAR 2	94,1	4	47050	5	Panasonic CS-PU18TKP 1440 Watt	2	2880
10	FAR 3	117,2	5	58600	6	Panasonic CS-PU18TKP 1440 Watt	1	3420
						Panasonic CS-PU12TKP 990 Watt	2	
11	Amphi II/E	243,3	16	121650	13,5	Panasonic CS-PU18TKP 1440 Watt	6	8640
						Panasonic CS-PU12TKP 990 Watt	2	1980
12	CBT	105,3	9,5	52650	6	Panasonic CS-PU9TKP 690 Watt	6	4140

Dengan melakukan pergantian AC ke tipe AC Inverter seperti tabel 4.11 maka akan mengurangi konsumsi energi AC sebelumnya karena daya AC Inverter ini lebih hemat energi. Untuk pemilihan AC Inverter yaitu merk Panasonic tipe CS-PU18TKP untuk AC 2 PK dan CS-PU12TKP untuk AC 1.5 PK serta CS-PU9TKP untuk AC 1PK. Pemilihan merk Panasonic ini karena memiliki kualitas yang bagus dan sudah terkenal awet. Selain itu juga AC konvensional di gedung F5 sebelumnya kebanyakan bermerk Panasonic.

Jika dilihat dari hasil perhitungan di tabel 4.11 ada beberapa ruangan yang PK AC terpasang saat ini masih melebihi batas dari PK AC perhitungan. Seperti terjadi pada ruang Amphitheatre II/E dan Ruang CBT. Maka kebutuhan PK AC di ruangan tersebut masih dapat dikurangi mendekati batas perhitungan. Sebenarnya dengan mengganti ke AC tipe Inverter yang lebih rendah dayanya dari AC konvensional itu sudah akan menghemat daya.

4.3.2 Konsumsi Energi Listrik Gedung F5 Setelah Memakai AC Inverter

Setelah mengganti tipe AC konvensional menjadi tipe AC Inverter maka beban atau konsumsi energi listrik dalam kWh tiap bulan juga akan berkurang. Berikut ini total nilai kWh/bulan setelah dilakukan pergantian AC mengacu pada tabel 4.7, 4.8 untuk data daya lampu serta penggunaan ruangan dan tabel 4.11 untuk data daya AC setelah diganti tipe inverter. Untuk menghitung kWh menggunakan rumus 2.3. Hasilnya seperti 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Total kWh Gedung F5 Setelah Pergantian AC ke Tipe AC Inverter

F5 Lantai Dasar					
No	Nam Ruang	Jumlah Daya Lampu	Jumlah Daya AC	Waktu Pemakaian (Jam /bulan)	kWh
1	F5 001	192 W	2880 W	169,22	519,84
2	F5 002	96 W	1440 W	154,10	236,69
3	F5 003	96 W	1440 W	117,29	180,15
4	Referensi Pertanian	128 W	2880 W	208	625,66
5	Self Access	128 W	2880 W	208	625,66

Tabel 4.12 Total kWh Gedung F5 Setelah Pergantian AC ke Tipe AC Inverter
(Lanjutan)

No	Nama Ruang	Jumlah Daya Lampu	Jumlah Daya AC	Waktu Pemakaian (Jam /bualan)	kWh
6	ATC	96 W	990 W	182	197,65
7	Toilet	16 W	-	364	5,82
Total kWh Lantai Dasar 2391,47 kWh					
F5 Lantai Satu					
8	FAR1	192 W	2880 W	168,24	516,83
9	FAR 2	144 W	2880 W	121	365,90
10	FAR 3	192 W	3420 W	155,56	561,88
11	F5 104	192 W	2880 W	169,50	520,70
12	IMM FP	36 W	-	156	5,61
13	Toilet	16 W	-	364	5,82
Total kWh Lantai Satu 1976,74 kWh					
Lantai Dua					
No	Nama Ruang	Jumlah Daya Lampu	Jumlah Daya AC	Waktu Pemakaian (Jam /bualan)	kWh
14	Amphitheatre II/E	504 W	10620 W	58	645,19
15	CBT	288 W	4140 W	66	292,24
16	Toilet	16 W	-	364	5,82
Total kWh Lantai Dua = 943,25 kWh					
Total kWh Gedung F5 = Total kWh Lantai Dasar + Total kWh Lantai Satu + Total kWh Lantai Dua = 2391,47 + 1976,74 + 943,25 = 5311,46 kWh					

Jadi untuk total kWh Gedung F5 setelah mengganti AC ke tipe AC inverter adalah 5311,46 kWh.

4.3.3 Peluang Hemat Energi Listrik di Gedung F5

Besar Penghematan Energi listrik dan Peluang Hemat Energi di gedung F5 dalam satu bulan setelah mengganti AC menjadi AC Inverter semua dapat dilihat dari hasil perhitungan tabel 4.9 dan tabel 4.12 untuk nilai total kWh sebelum dan sesudah mengganti AC ke tipe Inverter. Berikut ini tabel 4.13 perbandingan konsumsi energi listrik pada gedung F5 sebelum dan sesudah mengganti jenis AC menjadi tipe AC inverter:

Tabel 4.13 Perbandingan konsumsi energi listrik sebelum dan sesudah pergantian ke AC Inverter di gedung F5 dalam satu bulan

No	Nama Ruang	Beban lampu + AC Non Inverter (Sebelum diganti) kWh/bln	Beban lampu + AC Inverter (Sesudah diganti) kWh/bln
1	F5 001	682,29	519,84
2	F5 002	310,66	236,69
3	F5 003	256,39	180,15
4	Referensi FP	864,86	625,66
5	Self Access	758,78	625,66
6	ATC	230,41	197,65
7	Toilet	5,82	5,82
8	FAR1	678,34	516,83
9	FAR 2	466,81	365,90
10	FAR 3	695,66	561,88
11	F5 104	657,99	520,70
12	IMM FP	5,61	5,61
13	Toilet	5,82	5,82
14	Amphi II/E	927,65	645,19
15	CBT	611,02	292,24
16	Toilet	5,82	5,82
Total kWh/bln		7163,93	5311,46

Dalam tabel 4.13 di atas perbandingan total beban disetiap ruangan gedung F5 selama sebulan, Selanjutnya untuk menghitung peluang penghematan energi dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$\text{PHE} = \Delta \text{ Total kWh/bln}$$

$$\begin{aligned} \text{PHE} &= \text{Total kWh gedung F5 saat ini} - \text{Total kWh} \\ &\quad \text{gedung F5 Rancangan menggunakan AC Inverter} \\ &= 7163,93 \text{ kWh} - 5311,46 \text{ kWh} \\ &= 1852,47 \text{ kWh/bln} \end{aligned}$$

Jika dinyatakan dalam persentase penghematan energi listrik di gedung F5 adalah sebagai berikut

$$\frac{1852,47 \text{ kWh/bln}}{7163,93 \text{ kWh /bln}} \times 100\% = 25,8\%$$

Jadi besar peluang penghematan energi listrik di gedung F5 adalah 1852,47 kWh/bulan atau persentasenya 25,8%.

4.4 Biaya Tagihan Listrik di Gedung F5

Biaya tagihan listrik yaitu biaya yang harus dikeluarkan oleh pelanggan listrik PLN untuk membayar penggunaan listrik sesuai jenis tarif langganannya. Untuk tarif dasar listrik di tahun 2019 ini masih berdasarkan Keputusan Menteri ESDM No.31 tahun 2014. Daftar tagihan listrik 2019 dapat dilihat di tabel 2.3. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta saat ini berlangganan 150KV dan sesuai dengan Tarif Tenaga Listrik Bulan Januari–Maret 2019 untuk tagihannya adalah Rp 1.467,28,- /kWh.

Biaya atau tarif listrik untuk penerangan dan pendingin ruangan AC pada gedung F5 dalam satu bulan dihitung dengan rumus 2.6 sebagai berikut:

$$\text{Tarif Listrik} = \text{Total Pemakaian Energi} \times \text{Harga Listrik/Kwh}$$

$$\text{Tarif Listrik} = 7163,93 \text{ kWh/bln} \times \text{Rp } 1.467,28,- /\text{kWh}$$

$$\text{Tarif Listrik} = \text{Rp } 10.511.491,-$$

Jadi biaya yang harus dikeluarkan UMY dalam sebulan untuk gedung F5 untuk AC konvensional dan lampu adalah Rp 10.511.491,-

Jika AC telah diganti menjadi AC Inverter maka tarif listrik akan berkurang menjadi seperti berikut:

$$\text{Tarif Listrik} = \text{Total Pemakaian Energi} \times \text{Harga Listrik/Kwh}$$

$$\text{Tarif Listrik} = 5311,46 \text{ kWh/bln} \times \text{Rp } 1.467,28,- /\text{kWh}$$

$$\text{Tarif Listrik} = \text{Rp } 7.793.399,-$$

Jadi penghematan biaya yang dapat diperoleh jika menggunakan AC Inverter adalah Rp 10.511.491 - Rp 7.793.399 = Rp 2.718.092,- atau dalam setahun akan menghemat Rp 2.718.092 x 12 bulan = Rp 32.617.104,-

4.5 Payback Period

Payback period dalam penelitian ini dicari untuk mengetahui jangka waktu untuk kembalinya pengeluaran investasi yaitu biaya mengganti semua AC menjadi tipe AC Inverter melalui keuntungan penghematan biaya tagihan listrik yang diperoleh setelah menggunakan AC Inverter. Payback Period dapat ditentukan dengan menggunakan rumus 2.9 yaitu:

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Incremental Cost}}{\text{Annual Bill Saving}}$$

Keterangan : *Payback period* = Periode Pengembalian (tahun)

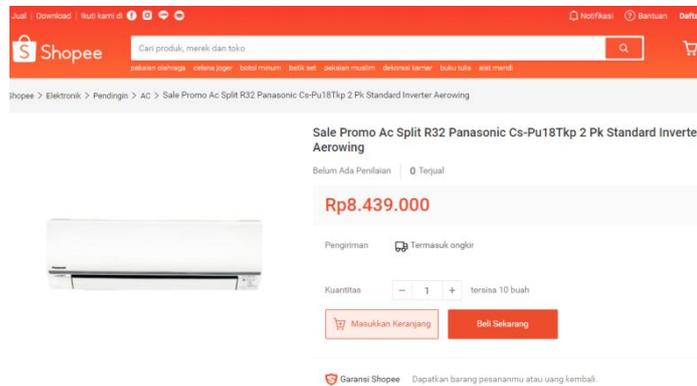
Incremental cost = Biaya Tambahan (Rp)

Annual Bill Saving = Hemat Biaya Tahunan (Rp)

4.5.1 Incremental Cost

Dari rumus di atas maka harus diketahui *Incremental cost* (biaya tambahan) yaitu biaya yang dikeluarkan untuk membeli AC inverter ditambah biaya bongkar pasang AC dan dikurangi biaya penjualan AC bekas yang akan diganti. Untuk mengetahui *Incremental cost* maka harus mengetahui harga pembelian AC inverter baru yang ada dipasaran tahun 2019 ini. Berikut ini rincian harga AC Inverter sesuai dengan tipe AC seperti yang telah

direkomendasikan untuk gedung F5 yang bersumber dari beberapa Online Shop terbaik di Indonesia:



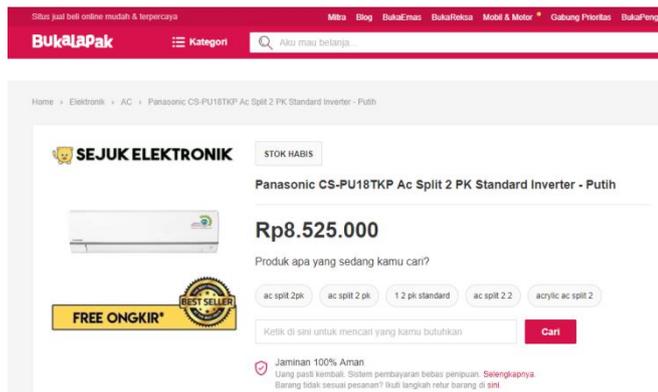
Gambar 4.1 Harga AC Inverter Panasonic CS-PU18TKP di Shoppe

<https://shopee.co.id/Sale-Promo-Ac-Split-R32-Panasonic-Cs-Pu18Tkp-2-Pk-Standard-Inverter-Aerowing-i.13185202.1140441691>



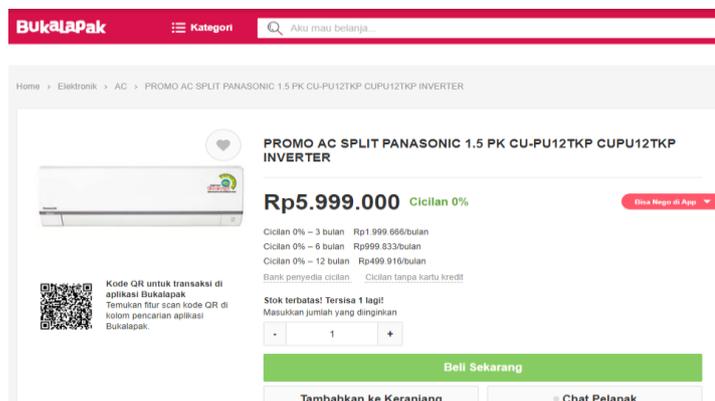
Gambar 4.2 Harga AC Panasonic CS-PU18TKP di Tokopedia

<https://www.tokopedia.com/bintangbaruelekt/ac-split-r32-panasonic-cs-pu18tkp-2pk-2-pk-standard-inverter-aerowings>



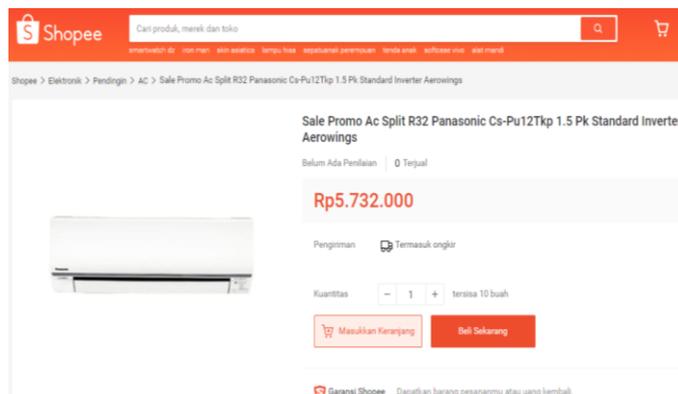
Gambar 4.3 Harga AC Panasonic CS-PU18TKP di Bukalapak

<https://www.bukalapak.com/p/elektronik/ac/8gsfdg-jual-panasonic-cs-pu18tkp-ac-split-2-pk-standard-inverter-putih>



Gambar 4.4 harga AC Panasonic CS-PU12TKP di Bukalapak

<https://www.bukalapak.com/p/elektronik/ac/19zkalp-jual-promo-ac-split-panasonic-1-5-pk-cu-pu12tkp-cupu12tkp-inverter?blca>



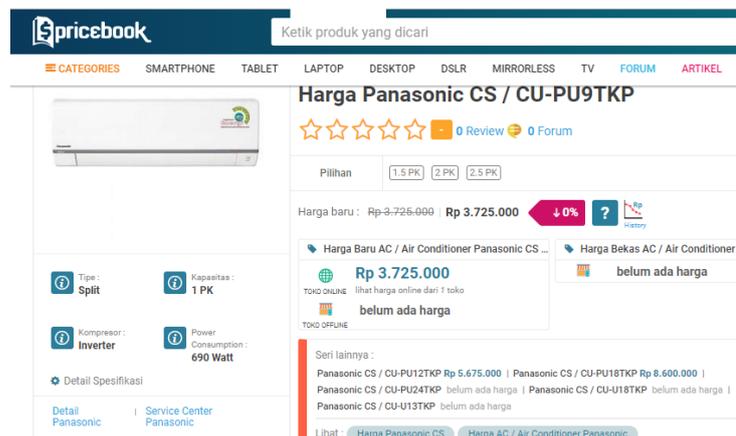
Gambar 4.5 Harga AC Panasonic CS-PU12TKP di Shopee

<https://shopee.co.id/Sale-Promo-Ac-Split-R32-Panasonic-Cs-Pu12Tkp-1.5-Pk-Standard-Inverter-Aerowings-i.13185202.1140449836>



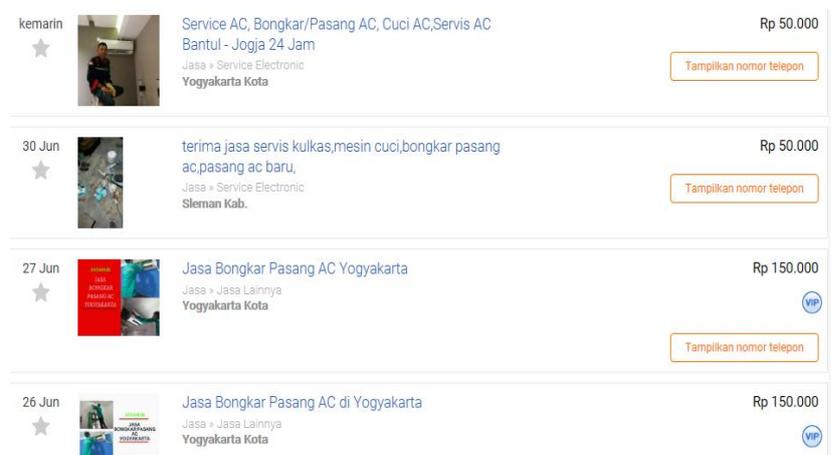
Gambar 4.6 Harga AC Panasonic CS-PU9TKP di Bukalapak

<https://www.bukalapak.com/p/elektronik/ac/7du1um-jual-ac-panasonic-split-inverter-cs-pu9tkp-1-pk>



Gambar 4.7 Harga AC Panasonic CS-PU9TKP di Pricebook

https://www.pricebook.co.id/Panasonic-CS-CU-PU9TKP/150/PD_00068027



Gambar 4.8 Daftar harga bongkar pasang AC Yogyakarta di OLX

<https://www.olx.co.id/iklan/jasa-bongkar-pasang-ac-di-yogyakarta-IDzV6s3.html>

Gambar-gambar di atas menunjukkan beberapa harga AC Panasonic Inverter CS-PU18TKP dan CS-PU12TKP yang dijual melalui Online Shop terbesar dan terpercaya di Indonesia. Maka dapat diketahui untuk kisaran harga AC Inverter yang digunakan untuk rekomendasi mengganti AC lama di gedung F5 adalah seperti tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.14 Tipe dan harga AC inverter

No	Tipe AC Inverter	Harga/unit
1	AC Panasonic CS-PU9TKP 1PK	Rp 3.750.000,-
2	AC Panasonic CS-PU12TKP 1,5PK	Rp 5.732.000,-
3	AC Panasonic CS-PU18TKP 2PK	Rp 8.440.000,-
4	Biaya bongkar pasang AC di Yogyakarta	Rp 150.000,-

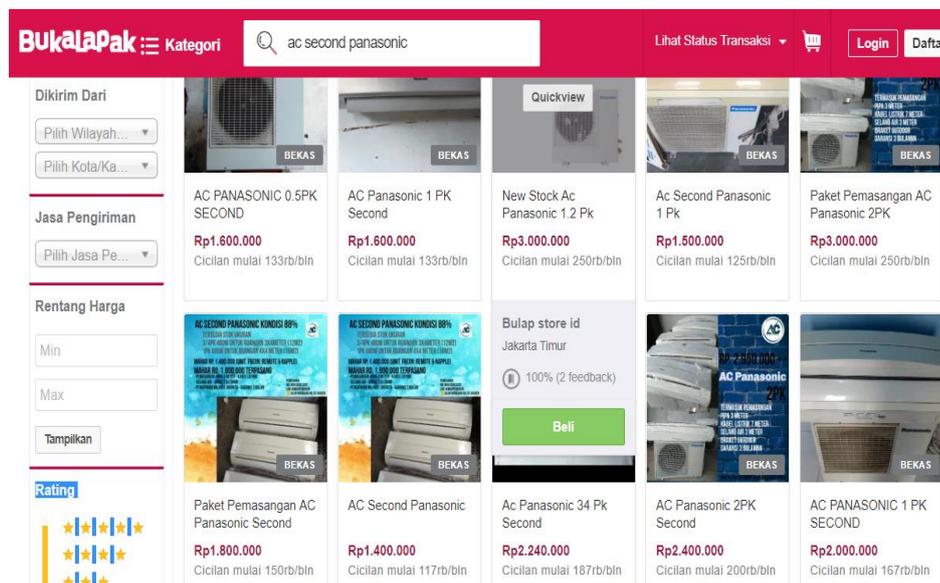
Setelah mengetahui harga AC Inverter maka dapat diketahui berapa biaya untuk pembelian AC Inverter mengacu pada tabel 4.11 untuk mengetahui data jumlah AC yang dibutuhkan. Hasilnya perhitungannya seperti tabel 4.15 berikut.

Tabel 4.15 Total biaya pembelian AC dan bongkar pasang AC

No	Tipe AC	Harga / unit	Unit	Jumlah Harga
1	CS-PU18TKP 2PK	Rp 8.440.000,-	21	Rp 177.240.000,-
2	CS-PU12TKP 1,5PK	Rp 5.732.000,-	5	Rp 28.660.000,-
3	CS-PU9TKP 1PK	Rp 3.750.000,-	6	Rp 22.500.000,-
4	Bongkar Pasang AC	Rp 150.000,-	32	Rp 4.800.000,-
Total Biaya Beli dan Bongkar Pasang AC				Rp 233.200.000,-

Jadi Total Biaya Pengeluaran yang diperlukan untuk membeli AC Inverter dan biaya bongkar pasang AC di gedung F5 adalah Rp 233.200.000,-

Setelah biaya pengeluaran atau yang disebut *Incremental cost* (biaya tambahan) ini diketahui. Maka besar biaya *Incremental cost* ini dapat dikurangi dengan penjualan AC bekas atau AC yang akan diganti pada gedung F5 tersebut, untuk menekan nilai biaya pengeluaran. Untuk harga jual AC bekas sendiri tergantung dari kondisi AC yang ada. Sebagian besar AC di gedung F5 adalah merk Panasonic dan kondisinya pun masih 80%. Berikut ini adalah harga jual AC bekas yang digunakan pada gedung F5 dipasaran menurut survei di online shop



Gambar 4.9 harga pasaran AC bekas di Bukalapak

Berdasar survei di beberapa Online shop, berikut ini harga rata-rata untuk AC bekas/unit dalam kondisi normal:

Tabel 4.16 Harga jual AC bekas

No	Tipe AC Bekas	Harga Jual AC Bekas
1	AC Panasonic 2PK	Rp 2.000.000,-
2	AC Panasonic 1.5PK	Rp 1.400.000,-
3	AC Daikin 2PK	Rp 1.800.000,-
4	AC National 2PK	Rp 1.800.000,-
5	AC Thosiba 2PK	Rp 1.800.000,-

Perhitungan pendapatan dari penjualan AC bekas seperti pada tabel 4.12 berikut.

Tabel 4.17 Hasil penjualan AC bekas

No	Merk AC	Unit	Harga Bekas	Jumlah Harga
1	Panasonic 2Pk	22	Rp 2.000.000	Rp 44.000.000
2	Panasonic 1.5Pk	3	Rp 1.400.000	Rp 4.200.000
3	National 2Pk	3	Rp 1.800.000	Rp 5.400.000
4	Daikin 2Pk	2	Rp 1.800.000	Rp 3.600.000
5	Thosiba 2Pk	1	Rp 1.800.000	Rp 1.800.000
Total Harga AC Bekas =Rp 59.000.000.-				

Jadi Total Pendapatan dari penjualan AC bekas adalah Rp 59.000.000. Maka *Incremental Cost* bersih dapat dicari dengan cara mengurangi total pengeluaran dari pembelian AC inverter dan biaya pemasangan AC dengan total harga jual AC bekas, berikut ini adalah hasilnya

$$\begin{aligned}
 \text{Incremental Cost} &= \text{Total Biaya Pengeluaran} - \text{Total Pendapatan} \\
 &= \text{Rp } 233.200.000 - \text{Rp } 59.000.000 \\
 &= \text{Rp } 174.200.000,-
 \end{aligned}$$

4.5.2 Annual Bill Saving

Annual Bill Saving yaitu penghematan biaya tahunan yang diperoleh sebuah proyek. Dalam penelitian ini adalah penghematan tahunan yang didapat dari biaya tagihan listrik yang berkurang setelah mengganti AC ke tipe AC Inverter. Untuk perhitungan penghematan tahunan telah dibahas dipembahasan 4.4 dan nilai total penghematan adalah sebagai berikut

Penghematan yang didapat dalam satu bulan adalah

$$\text{Rp } 10.511.491 - \text{Rp } 7.793.399 = \text{Rp } 2.718.092$$

atau dalam setahun akan menghemat

$$\text{Rp } 2.718.092 \times 12 \text{ bulan} = \text{Rp } 32.617.104,-$$

Jadi penghematan biaya tahunan atau *Annual Bill Saving* adalah Rp 32.617.104,-

4.5.3 Nilai *Payback Period*

Payback period atau jangka waktu untuk kembalinya investasi awal untuk total biaya penggantian AC di gedung F5, setelah mengetahui nilai Incremental Cost dan Annual Bill Saving maka nilai *Payback Period* dapat ditentukan seperti berikut:

$$\begin{aligned} \textit{Payback Period} &= \frac{\textit{Incremental Cost}}{\textit{Annual Bill Saving}} \\ &= \frac{\text{Rp 174.200.000,-}}{\text{Rp 32.617.104,-/thn}} \\ &= 5,3 \text{ tahun} \end{aligned}$$

Jadi *payback period* atau jangka waktu kembalinya investasi awal untuk total biaya penggantian AC menjadi AC Inverter di seluruh ruangan gedung F5 yaitu memerlukan waktu 5,3 tahun.