

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil yang didapat setelah melakukan tahapan-tahapan dan pembahasan dalam usaha penerapan analisis rekayasa nilai pada Proyek Pembangunan *Rapid Test*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Item pekerjaan atau komponen yang ditinjau dan dikaji adalah *Generator Set* dan AC
2. Alternatif untuk pengganti *Generator Set* dengan fungsi *basic* sebagai penyedia listrik untuk keadaan *emergency* adalah *Solar Cell*, dan Alternatif untuk pengganti AC tipe *standard* dengan fungsi *basic* sebagai pendingin ruangan adalah AC tipe *multi split*.
3. *Cost saving* yang diperoleh setelah dilakukannya penerapan analisis rekayasa nilai dengan memperhitungkan *Life Cycle Cost*-nya selama jangka waktu 20 tahun, hingga suku bunga majemuk senilai 12% (diasumsikan keadaan ekonomi di Indonesia berada dikondisi normal atau stabil) masih didapat nilai *cost saving* untuk alternatif *solar cell* sebesar Rp87.993.263,36 atau 26,92% dari pengeluaran yang dibutuhkan untuk *generator set* desain awal, sedangkan alternatif AC *multi split* sebesar Rp159.634.419,19 atau 34,89% dari pengeluaran yang dibutuhkan untuk AC *standard* desain awal.

5.2. Saran

Sebagai bahan pertimbangan dan kajian serta untuk pengembangan lebih lanjut, maka penulis memberikan saran yang dapat membantu pembaca untuk menerapkan analisa rekayasa nilai, yaitu:

1. Dikarenakan analisis rekayasa nilai adalah gabungan dari berbagai disiplin ilmu, maka pemahaman terhadap item pekerjaan apa yang akan ditinjau sangatlah penting. Mencari informasi dengan cara observasi dan survei langsung ke lapang sangat dibutuhkan dalam memahami apa yang akan kita tinjau.
2. Menjalin hubungan relasi kepada pihak-pihak yang memahami betul apa yang sedang kita tinjau dapat membuat data-data yang kita butuhkan menjadi lebih akurat. Semakin akurat data yang kita dapat maka hasil akan lebih nyata dan dapat direalisasikan.
3. Alternatif yang ramah terhadap lingkungan pada umumnya memiliki *life cycle cost* yang lebih optimal dan efisien untuk jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardianto, D., Hidayat, A.N., 2011, Rekayasa Nilai Pembangunan Gedung Rusunawa Amabarawa (Value Engineering Construction Of Ambarawa's Rusunawa Building), *Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro*, Semarang.
- Barrie, Donald S., Paulson Jr., Boyd C., 1984, *Professional Construction Management*, McGraw-Hill Inc, New York.
- Baumgartner, J., 2008, *The Complete Guide to Managing Traditional Brainstorming Events*, Bwiti bvba, Belgium.
- Chandra, S, CVS., 2014, *Maximizing Construction Project And Investment Budget Efficiency With Value Engineering*, Penerbit PT. Alex Media Komputindo, Jakarta.
- Dell'Isola, A.J., 1975, *Vallue Engineering in the Construction Industry*, Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Donomartono, 1999, Aplikasi Value Engineering Guna Mengoptimalkan Biaya pada Tahap Perencanaan Kontruksi Gedung dengan Struktur Balok Beton Pratekan, *Tugas Akhir Fakultas Teknik Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, Surabaya.
- Hutabarat, J., 1995, *Diktat Rekayasa Nilai (Value Engineering)*, Institut Teknologi Nasional, Malang.
- Kaming, P.F., Siswojo, FX., 2008, Praktik Value Engineering Pada Pekerjaan Mekanikal dan Elektrikal, *Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS 2)*, Yogyakarta.
- Kelly, J., Male, S., 1993, *Value Management in Design and Construction : The Economic Management of Projects*, E & FN. Spoon, London.
- Lambongbang, M., 2007, Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) Pada Konstruksi Bangunan, *Jurnal SMARTek*, vol. 5, no. 3, pp. 147-156.
- Makarim, C.A., 2007, *Value Engineering e-learning 2007 Module*, GDLN Batch 3, Jakarta

- Prastowo, E.B., 2012, Analisis Penerapan Value Engineering (Ve) pada Proyek Konstruksi Menurut Persepsi Kontraktor dan Konsultan, *Tesis Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Yogyakarta.
- Prawiro, K.Y, 2015, Evaluasi Kelayakan Pembangunan Berdasarkan Life Cycle Cost (LCC) Springhill Condotel Lampung, *Tesis Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Yogyakarta.
- Raharjo, F., 2007, *Ekonomi Teknik Analisis Pengambilan Keputusan*, Andi, Yogyakarta.
- Sompie B., 1993, Penerapan Metode Rekayasa Nilai pada Industri Konstruksi, *Laporan Penelitian Fakultas Teknik Unsrat*, Manado.
- Suharto, I., 2001, *Manajemen Proyek : Dari Konseptual sampai Operasional*, Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Susanto, J., 2011, Aplikasi Value Engineering Terhadap Elemen Plat pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Dinas Kebudayaan Provinsi DIY, *Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Yogyakarta.
- Wibowo, O.V., 2017, Penerapan Teknik Value Engineering pada Proyek Pembangunan Gedung R. Soegondo Fakultas Ilmu Budaya Universitas Gadjah Mada, *Tugas Akhir Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Yogyakarta.
- Zimmerman, L.W., Hart, G.D., 1982, *Value Engineering: A Practical Approach For Owners, Designers, and Contractors*, Van Nostrand Reinhold Company, New York.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuisisioner Penelitian

KUEISIONER PENELITIAN

APLIKASI REKAYASA NILAI PADA PROYEK BANGUNAN KONSTRUKSI

(Studi Kasus: Proyek Pembangunan *Rapid Test* di Denpasar-Bali)

A. Data Umum Responden

Dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut, anda diminta untuk memberi tanda silang (X) atau dengan melingkari pada pilihan jawaban anda sesuai dengan keadaan diri anda yang sebenar-benarnya.

1. Apa pendidikan terakhir Anda?

- | | | |
|----------------|-------|------------------|
| a. SMA/SMK/STM | c. S1 | e. S3 |
| b. D3 | d. S2 | f. lainnya |

2. Dibidang apa Anda bekerja?

- | | | |
|--------------|---------------|------------------------|
| a. Perencana | c. Kontraktor | e. Teknisi / Pelaksana |
| b. Pengawas | d. Supplier | f. lainnya |

3. Berapa lama pengalaman Anda dalam dunia kerja?

- | | | |
|-------------|---------------|--------------|
| a. <5 tahun | b. 5-10 tahun | c. >10 tahun |
|-------------|---------------|--------------|

4. Seberapa besar pemahaman Anda tentang penentuan Generator Set serta alternatif untuk pekerjaan penyedia daya listrik?

- | | | |
|--------------------|--------------------|-------------------|
| a. Sangat memahami | c. Sedang | e. Tidak memahami |
| b. Memahami | d. Kurang memahami | |

5. Seberapa besar pemahaman Anda tentang penentuan jenis dan tipe AC serta alternatif untuk pekerjaan menyejukan suhu ruangan?

- | | | |
|--------------------|--------------------|-------------------|
| a. Sangat memahami | c. Sedang | e. Tidak memahami |
| b. Memahami | d. Kurang memahami | |

B. Penilaian Kriteria

Dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut, anda diminta untuk memberi tanda centang (\surd) jawaban anda pada kolom Setuju (S) atau Tidak Setuju (TS) yang telah disediakan sesuai dengan keadaan diri anda yang sebenar-benarnya. Dimana pertanyaan ini bermaksud untuk mengetahui tingkat penilaian terhadap pemilihan faktor kriteria yang lebih dipentingkan sehingga didapatkan tingkatan hirarki dari kriteria terpilih, dengan pekerjaan yang ditinjau ialah pekerjaan elektrikal.

NO	PERTANYAAN	S	TS
1	Apakah anda setuju kemudahan mendapatkan barang lebih penting dibandingkan biaya operasional yang murah?		
2	Apakah anda setuju kemudahan mendapatkan barang lebih penting dibandingkan biaya pemeliharaan yang murah?		
3	Apakah anda setuju kemudahan mendapatkan barang lebih penting dibandingkan ketepatan waktu pelaksanaan?		
4	Apakah anda setuju kemudahan mendapatkan barang lebih penting dibandingkan keawetan?		
5	Apakah anda setuju biaya operasional yang murah lebih penting dibandingkan biaya pemeliharaan yang murah?		
6	Apakah anda setuju biaya operasional yang murah lebih penting dibandingkan ketepatan waktu pelaksanaan?		
7	Apakah anda setuju biaya operasional yang murah lebih penting dibandingkan keawetan?		
8	Apakah anda setuju biaya pemeliharaan yang murah lebih penting dibandingkan ketepatan waktu pelaksanaan?		
9	Apakah anda setuju biaya pemeliharaan yang murah lebih penting dibandingkan keawetan?		
10	Apakah anda setuju ketepatan waktu pelaksanaan lebih penting dibandingkan keawetan?		

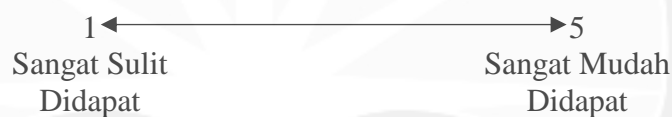
C. Pencarian Nilai Indeks

Dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut, anda diminta untuk memberi tanda silang (X) atau dengan melingkari pada pilihan jawaban anda sesuai dengan keadaan diri anda yang sebenar-benarnya. Dimana kuestioner ini bermaksud untuk mengetahui nilai antara alternatif yang dipilih dengan kriteria yang telah di tetapkan untuk memperoleh nilai indeksnya. Diskripsi proyek yang akan diteliti sebagai berikut:

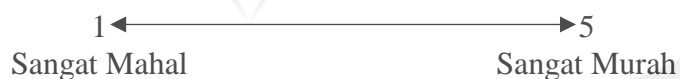
- Bangunan merupakan laboratorium dan perkantoran
- Lokasi di tengah kota
- Memiliki 1 basement dan 2 lantai
- Total luas bangunan = 843,6 m²
- Daya listrik PLN 66000 VA

Adapun kriteria-kriteria yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- Kriteria I : Penilaian berdasarkan kemudahan mendapatkan barang .



- Kriteria II : Penilaian berdasarkan biaya operasional yang dikeluarkan.



- Kriteria III : Penilaian berdasarkan biaya perawatan yang dikeluarkan.



- Kriteria IV : Penilaian berdasarkan waktu pelaksanaan yang ditempuh.



- Kriteria V : Penilaian berdasarkan keawetan suatu pekerjaan.



A. Pekerjaan Genset

Berikanlah penilaian dengan cara memberi tanda silang (x) atau melingkari angka pada kolom nilai terhadap item pekerjaan berdasarkan masing-masing kriteria yang ada.

ALTERNATIF	PENILAIAN TERHADAP KETERSEDIAAN		PENILAIAN TERHADAP BIAYA OPERASIONAL		PENILAIAN TERHADAP BIAYA PERAWATAN		PENILAIAN TERHADAP WAKTU PENYELESAIAN		PENILAIAN TERHADAP KEAWETAN	
	Nilai	keterangan	Nilai	keterangan	Nilai	keterangan	Nilai	keterangan	Nilai	keterangan
DESAIN AWAL Genset merk Highlander 100 KVA	1	Sangat Sulit Didapat	1	Sangat Mahal	1	Sangat Mahal	1	Sangat Lama	1	Sangat Tidak Awet
	2	Sulit Didapat	2	Mahal	2	Mahal	2	Lama	2	Tidak Awet
	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang
	4	Mudah Didapat	4	Murah	4	Murah	4	Cepat	4	Awet
	5	Sangat Mudah Didapat	5	Sangat Murah	5	Sangat Murah	5	Sangat Cepat	5	Sangat Awet
ALTERNATIF 1 Genset merk Lovol 85 KVA	1	Sangat Sulit Didapat	1	Sangat Mahal	1	Sangat Mahal	1	Sangat Lama	1	Sangat Tidak Awet
	2	Sulit Didapat	2	Mahal	2	Mahal	2	Lama	2	Tidak Awet
	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang
	4	Mudah Didapat	4	Murah	4	Murah	4	Cepat	4	Awet
	5	Sangat Mudah Didapat	5	Sangat Murah	5	Sangat Murah	5	Sangat Cepat	5	Sangat Awet
ALTERNATIF 2 Genset merk Parkin 85 KVA	1	Sangat Sulit Didapat	1	Sangat Mahal	1	Sangat Mahal	1	Sangat Lama	1	Sangat Tidak Awet
	2	Sulit Didapat	2	Mahal	2	Mahal	2	Lama	2	Tidak Awet
	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang
	4	Mudah Didapat	4	Murah	4	Murah	4	Cepat	4	Awet
	5	Sangat Mudah Didapat	5	Sangat Murah	5	Sangat Murah	5	Sangat Cepat	5	Sangat Awet
ALTERNATIF 3 Solar Cell Poly-Crystalline	1	Sangat Sulit Didapat	1	Sangat Mahal	1	Sangat Mahal	1	Sangat Lama	1	Sangat Tidak Awet
	2	Sulit Didapat	2	Mahal	2	Mahal	2	Lama	2	Tidak Awet
	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang
	4	Mudah Didapat	4	Murah	4	Murah	4	Cepat	4	Awet
	5	Sangat Mudah Didapat	5	Sangat Murah	5	Sangat Murah	5	Sangat Cepat	5	Sangat Awet

B. Pekerjaan AC

Berikanlah penilaian dengan cara memberi tanda silang (x) atau melingkari angka pada kolom nilai terhadap item pekerjaan berdasarkan masing-masing kriteria yang ada.

ALTERNATIF	PENILAIAN TERHADAP KETERSEDIAAN		PENILAIAN TERHADAP BIAYA OPERASIONAL		PENILAIAN TERHADAP BIAYA PERAWATAN		PENILAIAN TERHADAP WAKTU PENYELESAIAN		PENILAIAN TERHADAP KEAWETAN	
	Nilai	keterangan	Nilai	keterangan	Nilai	keterangan	Nilai	keterangan	Nilai	keterangan
DESAIN AWAL AC merk Sharp Tipe Split wall Standard	1	Sangat Sulit Didapat	1	Sangat Mahal	1	Sangat Mahal	1	Sangat Lama	1	Sangat Tidak Awet
	2	Sulit Didapat	2	Mahal	2	Mahal	2	Lama	2	Tidak Awet
	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang
	4	Mudah Didapat	4	Murah	4	Murah	4	Cepat	4	Awet
	5	Sangat Mudah Didapat	5	Sangat Murah	5	Sangat Murah	5	Sangat Cepat	5	Sangat Awet
ALTERNATIF 1 AC merk Panasonic Tipe Split wall Inverter	1	Sangat Sulit Didapat	1	Sangat Mahal	1	Sangat Mahal	1	Sangat Lama	1	Sangat Tidak Awet
	2	Sulit Didapat	2	Mahal	2	Mahal	2	Lama	2	Tidak Awet
	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang
	4	Mudah Didapat	4	Murah	4	Murah	4	Cepat	4	Awet
	5	Sangat Mudah Didapat	5	Sangat Murah	5	Sangat Murah	5	Sangat Cepat	5	Sangat Awet
ALTERNATIF 2 AC merk Daikin Tipe Multi Split	1	Sangat Sulit Didapat	1	Sangat Mahal	1	Sangat Mahal	1	Sangat Lama	1	Sangat Tidak Awet
	2	Sulit Didapat	2	Mahal	2	Mahal	2	Lama	2	Tidak Awet
	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang
	4	Mudah Didapat	4	Murah	4	Murah	4	Cepat	4	Awet
	5	Sangat Mudah Didapat	5	Sangat Murah	5	Sangat Murah	5	Sangat Cepat	5	Sangat Awet
ALTERNATIF 3 AC merk Daikin System VRV	1	Sangat Sulit Didapat	1	Sangat Mahal	1	Sangat Mahal	1	Sangat Lama	1	Sangat Tidak Awet
	2	Sulit Didapat	2	Mahal	2	Mahal	2	Lama	2	Tidak Awet
	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang	3	Sedang
	4	Mudah Didapat	4	Murah	4	Murah	4	Cepat	4	Awet
	5	Sangat Mudah Didapat	5	Sangat Murah	5	Sangat Murah	5	Sangat Cepat	5	Sangat Awet

Lampiran 2 Hasil Kuisisioner Data Umum Responden

Total jumlah responden yang diperoleh sebanyak 15 orang, yang memiliki latar belakang, pemahaman yang berbeda.

1. Pendidikan terakhir

Pendidikan Terakhir	Total	%
SMA / SMK/ Sederajat	2	13.33
D3	5	33.33
S1	6	40.00
S2	1	6.67
S3	1	6.67
Lainnya	0	0.00

2. Pekerjaan saat ini

Pekerjaan	Total	%
Perencana	3	20.00
Pengawas	0	0.00
Kontraktor	7	46.67
Supplier	0	0.00
Teknisi/Pelaksana	5	33.33
Lainnya	0	0.00

3. Pengalaman dalam dunia pekerjaan

Pengalaman	Total	%
< 5 tahun	0	0.00
5-10 tahun	6	40.00
> 10 tahun	9	60.00

4. Pemahaman akan generator set

Pemahaman Genset	Total	%
Sangat memahami	0	0.00
Memahami	9	60.00
Sedang	4	26.67
Kurang memahami	2	13.33
Tidak memahami	0	0.00

5. Pemahaman akan AC

Pemahaman AC	Total	%
Sangat memahami	0	0.00
Memahami	14	93.33
Sedang	1	6.67
Kurang memahami	0	0.00
Tidak memahami	0	0.00

Lampiran 3 Pembahasan Kuisisioner Penilaian Bobot Kriteria

Kriteria-kriteria telah ditentukan dari hasil diskusi dan studi *literature*, diantaranya sebagai berikut :

- Kriteria I = Ketersediaan
- Kriteria II = Biaya Operasional
- Kriteria III = Biaya Perawatan
- Kriteria IV = Waktu Pelaksanaan
- Kriteria V = Keawetan

Adapun pertanyaan kuisisioner untuk menentukan bobot kriteria, diantaranya sebagai berikut :

1. Apakah anda setuju kemudahan mendapatkan barang lebih penting dibandingkan biaya operasional yang murah?
2. Apakah anda setuju kemudahan mendapatkan barang lebih penting dibandingkan biaya pemeliharaan yang murah?
3. Apakah anda setuju kemudahan mendapatkan barang lebih penting dibandingkan ketepatan waktu pelaksanaan?
4. Apakah anda setuju kemudahan mendapatkan barang lebih penting dibandingkan keawetan?
5. Apakah anda setuju biaya operasional yang murah lebih penting dibandingkan biaya pemeliharaan yang murah?
6. Apakah anda setuju biaya operasional yang murah lebih penting dibandingkan ketepatan waktu pelaksanaan?

7. Apakah anda setuju biaya operasional yang murah lebih penting dibandingkan keawetan?
8. Apakah anda setuju biaya pemeliharaan yang murah lebih penting dibandingkan ketepatan waktu pelaksanaan?
9. Apakah anda setuju biaya pemeliharaan yang murah lebih penting dibandingkan keawetan?
10. Apakah anda setuju ketepatan waktu pelaksanaan lebih penting dibandingkan keawetan?

Pertanyaan-pertanyaan tersebut memiliki susunan membandingkan kriteria satu dengan kriteria yang lainnya. Bila digambarkan maka menjadi seperti berikut:

	Pertanyaan ke- 1	Pertanyaan ke- 2	Pertanyaan ke- 3	Pertanyaan ke- 4
Kriteria	I vs II	I vs III	I vs IV	I vs V
	Pertanyaan ke- 5	Pertanyaan ke- 6	Pertanyaan ke- 7	
Kriteria	II vs III	II vs IV	II vs V	
	Pertanyaan ke- 8	Pertanyaan ke- 9		
Kriteria	III vs IV	III vs V		
	Pertanyaan ke- 10			
Kriteria	IV vs V			

Hasil Kuisisioner

RESPONDEN	PERTANYAAN																			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
	I vs II		I vs III		I vs IV		I vs V		II vs III		II vs IV		II vs V		III vs IV		III vs V		IV vs V	
	S	TS	S	TS	S	TS	S	TS	S	TS	S	TS	S	TS	S	TS	S	TS	S	TS
1	1			1		1		1	1		1		1		1			1		1
2	1			1	1			1	1		1		1			1		1		1
3	1			1		1		1	1		1		1			1	1			1
4		1	1			1	1		1			1	1		1		1	1		1
5		1		1		1		1		1		1		1		1		1	1	
6		1		1		1		1	1		1			1	1			1		1
7		1		1	1			1	1			1		1	1			1		1
8	1			1	1			1	1			1	1		1			1		1
9	1			1		1		1		1	1			1		1	1			1
10		1		1	1			1		1	1		1		1			1		1
11	1			1		1		1		1	1		1		1			1		1
12	1			1		1		1		1		1	1		1			1		1
13		1		1		1		1		1	1			1		1		1		1
14		1	1		1			1		1	1			1		1		1		1
15		1		1	1			1	1			1		1		1		1		1
JML	7	8	2	13	6	9	1	14	8	7	9	6	8	7	7	8	2	13	2	13

Setiap pertanyaan merupakan perbandingan antara dua kriteria, jika jumlah total jawaban responden lebih banyak mengatakan setuju maka kriteria yang dibandingkan lebih penting dari pada kriteria pembanding, jika jumlah total jawaban responden lebih banyak mengatakan tidak setuju maka kriteria pembanding lebih penting dari pada kriteria yang dibandingkan. Sebagai contoh pertanyaan pertama yang berbunyi “Apakah anda setuju kemudahan mendapatkan barang lebih penting dibandingkan biaya operasional yang murah?”, pertanyaan itu membandingkan antara kriteria I yaitu ketersediaan barang sebagai kriteria yang dibandingkan dengan kriteria II yaitu biaya operasional sebagai kriteria

pembandingan. Dapat dilihat hasil dari kuisioner, banyaknya responden yang memilih setuju untuk pertanyaan pertama lebih sedikit dibandingkan tidak setuju, sehingga dapat dinyatakan kriteria II lebih penting dibandingkan kriteria I. Setelah itu hasil kuisioner ini menjadi *input* matriks *zero-one* untuk mencari nilai bobot kriteria.



Lampiran 4 Pembahasan Kuisisioner Analisis Keuntungan dan Kerugian

Dikarenakan penulis tidak memiliki kapasitas dalam menentukan dan menilai masing-masing alternatif terhadap masing kriteria, maka penulis menggunakan kuisisioner berupa skoring untuk memberikan penilaian kepada masing-masing alternatif terhadap kriteria yang ada. Penilaian dilakukan dengan cara memasukan nilai rerata setiap alternatif ke interval nilai setiap kriteria. Mencari nilai interval dengan cara penilaian maks dikurangi dengan penilaian min lalu dibagi dengan jumlah penilaian (2 penilaian).

$$\frac{\text{Nilai maks} - \text{Nilai min}}{2} = \frac{5 - 1}{2} = 2$$

	Interval 1 - 2,99	Interval 3 - 5
Kriteria I	Sulit Didapat	Mudah Didapat
Kriteria II	Biaya Oprasional Mahal	Biaya Oprasional Murah
Kriteria III	Biaya Perawatan Mahal	Biaya Perawatan Murah
Kriteria IV	Waktu Penyelesaian Lama	Waktu Penyelesaian Cepat
Kriteria V	Tidak Awet	Awet

Sebagaimana jika pada suatu alternatif ditinjau terhadap kriteria I dan nilai reratanya berada di interval 1 – 2,99, maka alternatif tersebut dapat dinyatakan sulit untuk didapatkan. Namun jika reratanya didapatkan berada di interval 3 – 5, maka alternatif tersebut dapat dinyatakan mudah untuk didapat.

Skoring responden pekerjaan *Generator Set*

RESPONDEN	PENILAIAN RESPONDEN															RERATA	Keterangan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
TERHADAP KRITERIA I (KETERSEDIAAN)																	
Desain Awal	4	2	4	3	3	3	2	2	3	2	1	4	4	1	4	2.8	Sulit Didapat
Alternatif 1	4	4	4	3	3	4	2	3	3	3	2	4	4	2	4	3.3	Mudah Didapat
Alternatif 2	4	1	4	4	5	4	5	5	3	3	4	4	4	4	4	3.9	Mudah Didapat
Alternatif 3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	2	3	3	3	3	2.9	Sulit Didapat
TERHADAP KRITERIA II (BIAYAOPRASIONAL)																	
Desain Awal	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	4	3	3	2.9	Biaya Oprasional Mahal
Alternatif 1	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	4	3	3	2.8	Biaya Oprasional Mahal
Alternatif 2	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	4	3	4	2.8	Biaya Oprasional Mahal
Alternatif 3	4	4	3	5	5	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4	4.1	Biaya Oprasional Murah
TERHADAP KRITERIA III (BIAYA PERAWATAN)																	
Desain Awal	3	3	4	2	3	2	2	2	3	3	2	3	3	2	4	2.7	Biaya Perawatan Mahal
Alternatif 1	3	3	4	2	3	2	2	2	4	4	3	3	3	3	3	2.9	Biaya Perawatan Mahal
Alternatif 2	3	3	3	2	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3.2	Biaya Perawatan Murah
Alternatif 3	5	2	1	4	3	4	4	4	3	4	3	3	2	3	2	3.1	Biaya Perawatan Murah
TERHADAP KRITERIA IV (WAKTU PENYELESAIAN)																	
Desain Awal	4	3	4	5	3	4	4	2	3	3	2	4	4	2	4	3.4	Waktu Penyelesaian Cepat
Alternatif 1	4	3	4	5	3	4	4	2	3	3	2	4	4	2	4	3.4	Waktu Penyelesaian Cepat
Alternatif 2	4	3	4	5	3	4	4	2	3	3	3	3	3	3	4	3.4	Waktu Penyelesaian Cepat
Alternatif 3	4	5	4	1	3	3	4	2	4	4	2	3	3	3	4	3.3	Waktu Penyelesaian Cepat
TERHADAP KRITERIA V (KEAWETAN)																	
Desain Awal	3	4	3	3	3	4	2	3	5	3	4	3	4	3	4	3.4	Awet
Alternatif 1	3	5	3	3	3	2	2	3	3	3	4	3	4	3	4	3.2	Awet
Alternatif 2	3	4	4	3	5	4	1	4	3	4	4	3	4	3	4	3.5	Awet
Alternatif 3	5	5	4	4	3	3	2	4	4	5	4	4	4	4	3	3.9	Awet

Setelah didapatkan pernyataan-pernyataan diatas setelah dilakukannya pengelompokan sesuai interval nilai rerata dari skoring yang diberikan oleh responden, pernyataan tersebut menjadi sebuah pernyataan menguntungkan atau merugikan dari setiap alternatif-alternatif terhadap setiap kriteria. Hasil yang didapat ini menjadi data input untuk analisis keuntungan dan kerugian pada pekerjaan *generator set*, masing-masing keuntungan diberikan nilai sesuai bobot setiap kriteria pada tabel analisis keuntungan dan kerugian *generator set*.

Skoring responden pekerjaan AC

RESPONDEN	PENILAIAN RESPONDEN															RERATA	Keterangan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
TERHADAP KRITERIA I (KETERSEDIAAN)																	
Desain Awal	4	5	4	5	5	3	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4.3	Mudah Didapat
Alternatif 1	4	5	4	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4.4	Mudah Didapat
Alternatif 2	4	5	4	5	5	4	4	4	5	4	3	4	4	3	4	4.1	Mudah Didapat
Alternatif 3	3	1	4	4	5	4	4	2	3	3	3	3	3	2	2	3.1	Mudah Didapat
TERHADAP KRITERIA III (BIAYA OPRASIONAL)																	
Desain Awal	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2.9	Biaya Oprasional Mahal
Alternatif 1	3	3	4	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2.9	Biaya Oprasional Mahal
Alternatif 2	3	3	4	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3.3	Biaya Oprasional Murah
Alternatif 3	4	4	4	3	3	3	3	5	4	4	4	4	4	3	3	3.7	Biaya Oprasional Murah
TERHADAP KRITERIA IV (BIAYA PERAWATAN)																	
Desain Awal	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3.4	Biaya Perawatan Murah
Alternatif 1	3	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3.3	Biaya Perawatan Murah
Alternatif 2	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	2	2	2	3	3	2.9	Biaya Perawatan Mahal
Alternatif 3	4	2	2	4	2	4	3	5	3	3	2	2	2	3	3	2.9	Biaya Perawatan Mahal
TERHADAP KRITERIA V (WAKTU PENYELESAIAN)																	
Desain Awal	4	3	4	3	3	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	3.9	Waktu Penyelesaian Cepat
Alternatif 1	4	4	4	3	3	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4.0	Waktu Penyelesaian Cepat
Alternatif 2	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	5	3	3.9	Waktu Penyelesaian Cepat
Alternatif 3	3	2	4	4	3	2	3	3	4	3	2	3	3	4	3	3.1	Waktu Penyelesaian Cepat
TERHADAP KRITERIA VI (KEAWETAN)																	
Desain Awal	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3.1	Awet
Alternatif 1	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3.1	Awet
Alternatif 2	4	2	4	4	3	4	4	4	5	5	4	4	4	4	2	3.8	Awet
Alternatif 3	4	4	4	4	3	4	4	5	5	5	4	4	4	3	3	4.0	Awet

Sama dengan sebelumnya, hasil yang didapat ini menjadi data input untuk analisis keuntungan dan kerugian pada pekerjaan AC, masing-masing keuntungan diberikan nilai sesuai bobot setiap kriteria pada tabel analisis keuntungan dan kerugian AC.

Lampiran 5 Hasil Kali Skor Responden dengan Faktor Pemahaman

Responden

Hasil kali pekerjaan *Generator Set*

RESPONDEN	PENILAIAN RESPONDEN															NILAI INDEKS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
FAKTOR PEMAHAMAN	0.75	0.75	0.75	0.5	0.75	0.5	0.75	0.75	0.75	0.75	0.25	0.5	0.75	0.5	0.25	
TERHADAP KRITERIA I (KETERSEDIAAN)																
Desain Awal	3.00	1.50	3.00	1.50	2.25	1.50	1.50	1.50	2.25	1.50	0.25	2.00	3.00	0.50	1.00	26.25
Alternatif 1	3.00	3.00	3.00	1.50	2.25	2.00	1.50	2.25	2.25	2.25	0.50	2.00	3.00	1.00	1.00	30.50
Alternatif 2	3.00	0.75	3.00	2.00	3.75	2.00	3.75	3.75	2.25	2.25	1.00	2.00	3.00	2.00	1.00	35.50
Alternatif 3	2.25	2.25	2.25	1.50	2.25	1.50	3.00	2.25	1.50	2.25	0.50	1.50	2.25	1.50	0.75	27.50
TERHADAP KRITERIA II (BIAYAOPRASIONAL)																
Desain Awal	2.25	1.50	2.25	1.50	2.25	1.50	2.25	2.25	2.25	1.50	0.50	1.50	3.00	1.50	0.75	26.75
Alternatif 1	2.25	1.50	2.25	1.50	2.25	1.00	2.25	2.25	2.25	1.50	0.50	1.50	3.00	1.50	0.75	26.25
Alternatif 2	2.25	1.50	2.25	1.50	2.25	1.00	1.50	2.25	2.25	1.50	0.50	1.50	3.00	1.50	1.00	25.75
Alternatif 3	3.00	3.00	2.25	2.50	3.75	2.00	3.00	3.75	3.00	3.00	0.75	2.00	3.00	2.00	1.00	38.00
TERHADAP KRITERIA III (BIAYA PERAWATAN)																
Desain Awal	2.25	2.25	3.00	1.00	2.25	1.00	1.50	1.50	2.25	2.25	0.50	1.50	2.25	1.00	1.00	25.50
Alternatif 1	2.25	2.25	3.00	1.00	2.25	1.00	1.50	1.50	3.00	3.00	0.75	1.50	2.25	1.50	0.75	27.50
Alternatif 2	2.25	2.25	2.25	1.00	3.00	2.00	2.25	3.00	3.00	2.25	0.75	1.50	2.25	1.50	0.75	30.00
Alternatif 3	3.75	1.50	0.75	2.00	2.25	2.00	3.00	3.00	2.25	3.00	0.75	1.50	1.50	1.50	0.50	29.25
TERHADAP KRITERIA IV (WAKTU PENYELESAIAN)																
Desain Awal	3.00	2.25	3.00	2.50	2.25	2.00	3.00	1.50	2.25	2.25	0.50	2.00	3.00	1.00	1.00	31.50
Alternatif 1	3.00	2.25	3.00	2.50	2.25	2.00	3.00	1.50	2.25	2.25	0.50	2.00	3.00	1.00	1.00	31.50
Alternatif 2	3.00	2.25	3.00	2.50	2.25	2.00	3.00	1.50	2.25	2.25	0.75	1.50	2.25	1.50	1.00	31.00
Alternatif 3	3.00	3.75	3.00	0.50	2.25	1.50	3.00	1.50	3.00	3.00	0.50	1.50	2.25	1.50	1.00	31.25
TERHADAP KRITERIA V (KEAWETAN)																
Desain Awal	2.25	3.00	2.25	1.50	2.25	2.00	1.50	2.25	3.75	2.25	1.00	1.50	3.00	1.50	1.00	31.00
Alternatif 1	2.25	3.75	2.25	1.50	2.25	1.00	1.50	2.25	2.25	2.25	1.00	1.50	3.00	1.50	1.00	29.25
Alternatif 2	2.25	3.00	3.00	1.50	3.75	2.00	0.75	3.00	2.25	3.00	1.00	1.50	3.00	1.50	1.00	32.50
Alternatif 3	3.75	3.75	3.00	2.00	2.25	1.50	1.50	3.00	3.00	3.75	1.00	2.00	3.00	2.00	0.75	36.25

Hasil kali pekerjaan AC

RESPONDEN	PENILAIAN RESPONDEN															NILAI INDEKS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
FAKTOR PEMAHAMAN	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.5	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	
TERHADAP KRITERIA I (KETERSEDIAAN)																
Desain Awal	3.00	3.75	3.00	3.75	3.75	2.3	3.8	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.8	3.0	47.01
Alternatif 1	3.00	3.75	3.00	3.75	3.75	3.0	3.8	2.0	3.0	3.0	3.8	3.0	3.0	3.8	3.0	48.51
Alternatif 2	3.00	3.75	3.00	3.75	3.75	3.0	3.0	2.0	3.8	3.0	2.3	3.0	3.0	2.3	3.0	45.51
Alternatif 3	2.25	0.75	3.00	3.00	3.75	3.0	3.0	1.0	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	1.5	1.5	34.01
TERHADAP KRITERIA III (BIAYA OPRASIONAL)																
Desain Awal	2.25	2.25	3.00	2.25	1.50	2.3	2.3	1.5	2.3	2.3	1.5	2.3	1.5	2.3	2.3	31.51
Alternatif 1	2.25	2.25	3.00	2.25	1.50	2.3	2.3	1.5	2.3	2.3	1.5	2.3	1.5	2.3	2.3	31.51
Alternatif 2	2.25	2.25	3.00	2.25	1.50	2.3	2.3	1.5	3.0	3.0	2.3	3.0	3.0	2.3	2.3	36.01
Alternatif 3	3.00	3.00	3.00	2.25	2.25	2.3	2.3	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.3	2.3	40.01
TERHADAP KRITERIA IV (BIAYA PERAWATAN)																
Desain Awal	2.25	3.00	3.00	2.25	2.25	2.3	3.0	2.0	3.0	3.0	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	37.26
Alternatif 1	2.25	3.00	2.25	2.25	2.25	2.3	3.0	2.0	3.0	3.0	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	36.51
Alternatif 2	3.00	2.25	2.25	2.25	2.25	2.3	2.3	2.0	2.3	2.3	1.5	1.5	1.5	2.3	2.3	32.01
Alternatif 3	3.00	1.50	1.50	3.00	1.50	3.0	2.3	2.5	2.3	2.3	1.5	1.5	1.5	2.3	2.3	31.76
TERHADAP KRITERIA V (WAKTU PENYELESAIAN)																
Desain Awal	3.00	2.25	3.00	2.25	2.25	3.0	3.8	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.8	3.0	43.26
Alternatif 1	3.00	3.00	3.00	2.25	2.25	3.0	3.8	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.8	3.0	44.01
Alternatif 2	3.00	3.00	3.00	3.00	2.25	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	2.3	3.0	3.0	3.8	2.3	42.51
Alternatif 3	2.25	1.50	3.00	3.00	2.25	1.5	2.3	1.5	3.0	2.3	1.5	2.3	2.3	3.0	2.3	33.76
TERHADAP KRITERIA VI (KEAWETAN)																
Desain Awal	2.25	3.00	2.25	2.25	2.25	2.3	3.0	1.5	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	34.51
Alternatif 1	2.25	1.50	2.25	2.25	2.25	2.3	3.0	1.5	2.3	2.3	2.3	3.0	2.3	2.3	3.0	34.51
Alternatif 2	3.00	1.50	3.00	3.00	2.25	3.0	3.0	2.0	3.8	3.8	3.0	3.0	3.0	3.0	1.5	41.76
Alternatif 3	3.00	3.00	3.00	3.00	2.25	3.0	3.0	2.5	3.8	3.8	3.0	3.0	3.0	2.3	2.3	43.76

Lampiran 6 Denah Instalasi AC Basement

Lampiran 7 Denah Instalasi AC Lantai 1

Lampiran 8 Denah Instalasi AC Lantai 2



Lampiran 9 Syarat Panjang Pipa dan Tinggi Antar Unit (Daikin)

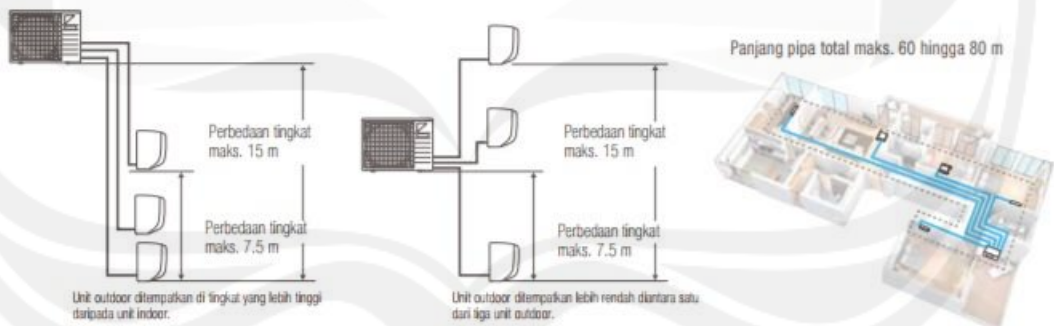


Fleksibilitas Desain tinggi

Pengguna

Konsultan

Panjang pipa maksimal dan perbedaan tinggi permukaan (tingkat) memberikan konsultan lebih banyak kebebasan ketika menentukan posisi beberapa unit indoor.



		MKM65PV14	MKM80PV14	MKM95PV14	MKM105PV14
Panjang pipa maks. (m)	Total	60	70	80	
	Untuk satu Kamar		30		
Perbedaan tingkat maks. (m)	Antara unit indoor dan outdoor		15		
	Antara unit indoor		7.5		

Sumber : Katalog Daikin Multi Split R32

Lampiran 11 Perhitungan *Life Cycle Cost* Genset Desain Awal dan Alternatifnya

A. Desain Awal (Genset)

- Biaya Awal

Biaya awal genset berasal dari harga rencana pada RAB.

Penyediaan Generator Set = Rp217.500.000,00

Ruang Generator Set = Rp47.317.261,38

- Biaya Operasional

Biaya operasional genset merupakan biaya yang dikeluarkan selama genset digunakan. Karena genset berfungsi sebagai pengganti sumber listrik pada saat listrik padam atau emergency maka diasumsikan genset digunakan sekurang-kurangnya satu kali dalam sebulan. Dan dari hasil wawancara kepada pihak KPSP Universitas Atma Jaya Yogyakarta untuk kampus 2, didapat rata-rata pemadaman 2 jam dalam sebulan. Perhitungan kebutuhan solar didapat dari hasil diskusi terhadap perencana.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar solar} &= 0,21 \times \text{KVA genset} \times \text{waktu hidup} \\ &= 0,21 \times 100 \times 2 \times 12 \\ &= 504 \text{ liter per tahun} \end{aligned}$$

Diasumsikan harga solar pada saat ini per liternya Rp5.150,00

$$\begin{aligned} \text{Biaya operasional untuk BBM} &= 504 \times 5.150 = \text{Rp}2.595.600,00 / \\ &\text{tahun .} \end{aligned}$$

- Biaya Perawatan

Biaya perawatan genset merupakan biaya yang dikeluarkan untuk perawatan genset agar performa genset tidak menurun. Dari hasil

wawancara kepada pihak KPSP Universitas Atma Jaya Yogyakarta untuk kampus 2, diketahui genset mendapatkan perawatan dalam bentuk pemanasan rutin selama 5 menit sebanyak 2 kali dalam seminggu.

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemanasan} &= 2 \times 4 \text{ minggu} \times 12 \text{ bulan} \times 5 \text{ menit} \\ &= 480 \text{ menit} \\ &= 480 / 60 \\ &= 8 \text{ jam per tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar solar} &= 0,21 \times \text{KVA genset} \times \text{waktu hidup} \\ &= 0,21 \times 100 \times 8 \\ &= 168 \text{ liter per tahun} \end{aligned}$$

$$\text{Biaya operasional untuk BBM} = 168 \times 5.150 = \text{Rp}865.200,00 / \text{tahun}$$

Asumsi harga dan jumlah perawatan dan penggantian filter diperoleh dari hasil wawancara terhadap pihak penyedia *Generator Set* yang bertempat di Bali, PT.MITRA HAENTE DIESEL.

$$\text{Penggantian oli} = 20 \text{ liter} / 6 \text{ bulan}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya oli} &= \text{Rp}35.000,00 / \text{liter} \times 20 \text{ liter} \times 2 \\ &= \text{Rp}1.400.000,00 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

$$\text{Filter Oli} = 2 \text{ buah per 1 unit genset} / 6 \text{ bulan}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Filter Oli} &= \text{Rp}225.000,00 \times 2 \text{ buah} \times 2 \\ &= \text{Rp}900.000,00 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

$$\text{Filter Solar} = 2 \text{ buah per 1 unit genset} / 6 \text{ bulan}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Filter Solar} &= \text{Rp}325.000,00 \times 2 \text{ buah} \times 2 \\ &= \text{Rp}1.300.000,00 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

Filter Air = 1 buah per 1 unit genset / 6 bulan

Biaya Filter Air = Rp450.000,00 x 1 x 2

= Rp900.000,00 per tahun

Filter Udara = 1 buah per 1 unit genset / 12 bulan

Biaya Filter Udara = Rp1.100.000,00 x 1 buah x 20

= Rp1.100.000,00 per tahun

Penggantian dinamo = 5 tahun sekali

Biaya Filter = Rp5.500.000,00 per 5 tahun

Penggantian Aki = 5 tahun sekali

Biaya Filter = Rp1.950.000,00 per 5 tahun

B. Alternatif (*Solar Cell*)

- Biaya Awal

Biaya awal untuk alternatif *solar cell* didapat dengan mengalikan jumlah kebutuhan untuk desain dikalikan dengan harga per satuan unit. Harga merupakan harga dari Panel Surya Jakarta, <http://panelsuryajakarta.com/> .

Solar Cell 300 WP = 27 unit x Rp3.900.000,00

= Rp105.300.000,00

Baterai VRLA 12V200Ah = 18 unit x Rp4.200.000,00

= Rp75.600.000,00

Solar Charge Controller = 2 unit x Rp3.300.000,00

= Rp6.600.000,00

Inverter = 1 unit x Rp4.935.000,00

= Rp4.935.000,00

Kabel konektor = 4 unit x Rp180.000,00

= Rp720.000,00

Konektor MC4 = 23 unit x Rp45.000,00

= Rp1.035.000,00

Konektor MC4Y = 3 unit x 155.000,00

= Rp465.000,00

- Biaya Operasional

Karena *solar cell* menggunakan sumber tenaga matahari, maka tidak memerlukan biaya operasional.

- Biaya Perawatan

Perawatan *solar cell* terletak pada penggantian baterainya, penggantian baterai dilakukan berkala setiap 5 tahun.

Penggantian berkala = 18 unit x Rp4.200.000,00

= Rp75.600.000,00 per 5 tahun

- Kemungkinan Penghematan

Kemungkinan penghematan dalam kasus ini adalah kemampuan alternatif digunakan untuk selain fungsi *basic* dari desain awal sehingga mendapatkan hasil berupa *saving cost*. Kemungkinan penghematan dalam menggunakan *solar cell* dikarenakan daya yang ditampung dalam baterai dapat digunakan untuk mengalirkan listrik sehari-hari, karena pemadaman listrik tidak terjadi setiap hari. Dengan syarat daya yang digunakan untuk sehari-hari tidak melebihi dari sisa daya baterai sebagai daya cadangan pemadaman listrik selama kurang lebih 3 jam perharinya. Asumsi ditetapkan perhari karena

pemadaman dapat sewaktu-waktu terjadi dan pengisian daya dengan *solar cell* memerlukan waktu yang cukup lama serta kondisi pada siang hari.

Perhitungan biaya per kWh didapat dari rerata data tagihan listrik dua rumah sekitar proyek selama 2 bulan terakhir. Harga per kWh Rp1.303,55

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas baterai} &= 12\text{V} \times 200\text{Ah} \times 18 \times 0,85 \times 0,9 \\ &= 33.048 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Muatan per jam} &= 33.000 / 8 \text{ (8 jam kerja)} \\ &= 4.125 \text{ Wh} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Backup} &= 4.125 \times 3 \text{ jam} \\ &= 12.375 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sisa daya baterai} &= 33.048 - 12.375 \\ &= 20.673 \text{ watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan rencana} &= 300\text{wp} \times 27 \text{ unit} \times 2\text{jam} \\ &= 16.200 \text{ watt / hari (daya selama pemanasan 2 jam)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cek} &= 16.200 \text{ watt} < 20.673 \text{ watt} \\ &= 16,2 \text{ kWh} < 20,673 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Jadi daya yang digunakan untuk sehari-hari dapat diisi kembali selama 2 jam pemanasan. Walaupun pada hari bersamaan terjadi pemadaman listrik, sisa daya baterai lebih besar dari yang digunakan dan daya baterai yang digunakan untuk harian dapat terisi kembali sebelum daya baterai habis.

$$\begin{aligned} \text{Kemungkinan penghematan} &= 16,2 \text{ kWh} \times 360 \text{ hari} \times \text{Rp}1.303,55 \\ &= \text{Rp}7.602.276,53 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

Lampiran 12 Perhitungan *Life Cycle Cost* AC Desain Awal dan Alternatifnya

A. Desain Awal (AC Tipe Standard, merk Sharp)

- Biaya Awal

Biaya awal gensek berasal dari harga rencana pada RAB.

Unit AC = Rp108.241.000,00

Lain-lain = Rp13.413.750,00

- Biaya Operasional

Untuk menghitung biaya operasional, AC diasumsikan hidup selama jam kerja yaitu 8 jam kerja dan 5 hari kerja. Untuk perhitungan konsumsi listrik, daya unit AC dikalikan jam nyala dikalikan harga listrik per kWh. Diasumsikan harga per kWh adalah Rp1.303,55. Daya AC didapat dari spesifikasi setiap unit AC yang diperoleh dari brosur cetak maupun elektronik.

Konsumsi listrik AC ½ PK = 3 unit x 390 watt/1000 x 8 jam x 240 hari
 = 2.246,4 kWh x Rp1.303,55
 = Rp2.928.294,72 per tahun

Konsumsi listrik AC ¾ PK = 5 unit x 595 watt/1000 x 8 jam x 240 hari
 = 5.712 kWh x Rp1.303,55
 = Rp7.445.877,6 per tahun

Konsumsi listrik AC 1 PK = 14 unit x 860 watt/1000 x 8 jam x 240 hari
 = 23.116,8 kWh x Rp1.303,55
 = Rp30.133.904,64 per tahun

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi listrik AC 1 } \frac{1}{2} \text{ PK} &= 2 \text{ unit} \times 1.090 \text{ watt}/1000 \times 8 \text{ jam} \times 240 \text{ hari} \\ &= 4.185 \text{ kWh} \times \text{Rp}1.303,55 \\ &= \text{Rp}5.456.138,88 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi listrik AC 2 PK} &= 1 \text{ unit} \times 1.740 \text{ watt}/1000 \times 8 \text{ jam} \times 240 \text{ hari} \\ &= 3.340 \text{ kWh} \times \text{Rp}1.303,55 \\ &= \text{Rp}4.354.899,84 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi listrik AC 2 } \frac{1}{2} \text{ PK} &= 1 \text{ unit} \times 2.400 \text{ watt}/1000 \times 8 \text{ jam} \times 240 \text{ hari} \\ &= 4.608 \text{ kWh} \times \text{Rp}1.303,55 \\ &= \text{Rp}6.006.758,40 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

- Biaya Perawatan

Biaya perawatan diasumsikan penggantian Freon R32 setiap 15 tahun sekali, dengan harga Rp1.000.000,00 per buah.

$$\begin{aligned} \text{Biaya Freon R32} &= 26 \text{ unit } \textit{outdoor} \times \text{Rp}1.000.000,00 \\ &= \text{Rp}26.000.000,00 \text{ per 15 tahun} \end{aligned}$$

B. Alternatif (AC *Multi Split* merk Daikin)

- Biaya Awal

Biaya awal didapat dari hasil survei dan diskusi terhadap *sales engineer* pihak Daikin.

$$\begin{aligned} \text{Unit AC 1,5 kW} &= 5 \text{ unit} \times \text{Rp}2.719.000,00 \\ &= \text{Rp}13.595.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Unit AC 2,5 kW} &= 4 \text{ unit} \times \text{Rp}2.870.000,00 \\ &= \text{Rp}11.480.000,00 \end{aligned}$$

Unit *indoor* 2,5 kW = 9 unit x Rp3.036.000,00

= Rp27.324.000,00

Unit *indoor* 3,5 kW = 2 unit x Rp3.179.000,00

= Rp6.358.000,00

Unit *indoor* 4,2 kW = 1 unit x Rp3.608.000,00

= Rp3.608.000,00

Unit *indoor* 5,0 kW = 1 unit x Rp4.048.000,00

= Rp4.048.000,00

Unit *outdoor* MKM65 = 1 unit x Rp16.753.000,00

= Rp16.753.000,00

Unit *outdoor* MKM105 = 2 unit x Rp 24.981.000,00

= Rp49.962.000,00

- Biaya Operasional

Besarnya konsumsi daya didapat dari katalog Multi Spil Daikin yang terlampir pada lampiran 9. Dipakai nilai rerata dikarenakan teknologi inverter yang dapat membuat kerja AC menyesuaikan suhu luar dengan suhu ruangan. Sehingga membuat kompresor tidak bekerja berat. Waktu pemakaian serta harga listrik per kWh diasumsikan sama dengan desain awal.

Konsumsi listrik AC 1,5 kW = 5 unit x 380 watt/1000 x 8 jam x 240 hari

= 3.648 kWh x Rp1.303,55

= Rp4.755.350,40 per tahun

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi listrik AC 2,0 kW} &= 5 \text{ unit} \times 580 \text{ watt}/1000 \times 8 \text{ jam} \times 240 \text{ hari} \\ &= 4.454,4 \text{ kWh} \times \text{Rp}1.303,55 \\ &= \text{Rp}5.806.533,12 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi listrik Multi Split A dengan kombinasi (2,5 + 2,5 + 3,5)} \\ &= 1.390 \text{ watt}/1000 \times 8 \text{ jam} \times 240 \text{ hari} \\ &= 2.668,8 \text{ kWh} \times \text{Rp}1.303,55 \\ &= \text{Rp}3.478.914,24 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi listrik Multi Split B dengan kombinasi (2,5+2,5+ 2,5+3,5+4,2)} \\ &= 2.380 \text{ watt}/1000 \times 8 \text{ jam} \times 240 \text{ hari} \\ &= 4.569,6 \text{ kWh} \times \text{Rp}1.303,55 \\ &= \text{Rp}5.956.702,08 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi listrik Multi Split C dengan kombinasi (2,5+2,5+ 2,5+2,5+5,0)} \\ &= 2.380 \text{ watt}/1000 \times 8 \text{ jam} \times 240 \text{ hari} \\ &= 4.569,6 \text{ kWh} \times \text{Rp}1.303,55 \\ &= \text{Rp}5.956.702,08 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

- Biaya Perawatan

Pelakuan untuk perawatan serta harga alternative diasumsikan sama dengan desain awal.

$$\begin{aligned} \text{Biaya Freon R32} &= 12 \text{ unit } \textit{outdoor} \times \text{Rp}1.000.000,00 \\ &= \text{Rp}26.000.000,00 \text{ per 15 tahun} \end{aligned}$$

Lampiran 13 Tabel Faktor Suku Bunga Majemuk 2%

2 %		FAKTOR BUNGA MAJEMUK					2 %	
n	Single Payments		Uniform Series Payments			Arithmetic Gradients		
	Compound Amount F/P	Present Worth P/F	Sinking Fund A/F	Compound Amount F/A	Capital Recovery A/P	Present Worth P/A	Gradient Present Worth P/G	Gradient Uniform Series A/G
1	1.02000	0.98039	1.00000	1.00000	1.02000	0.98039	0.00000	0.00000
2	1.04040	0.96117	0.49505	2.02000	0.51505	1.94158	0.96117	0.49505
3	1.06121	0.94232	0.32675	3.06040	0.34675	2.88388	2.84581	0.98680
4	1.08243	0.92386	0.24262	4.12161	0.26262	3.80773	5.61736	1.47525
5	1.10408	0.90573	0.19216	5.20404	0.21216	4.71346	9.24027	1.96040
6	1.12616	0.88797	0.15853	6.30812	0.17853	5.60143	13.68013	2.44226
7	1.14868	0.87056	0.13451	7.43428	0.15451	6.47199	18.90349	2.92082
8	1.17166	0.85349	0.11651	8.58297	0.13651	7.32548	24.87792	3.39608
9	1.19509	0.83676	0.10252	9.75463	0.12252	8.16224	31.57197	3.86905
10	1.21899	0.82035	0.09133	10.94972	0.11133	8.98259	38.95510	4.33674
11	1.24337	0.80426	0.08218	12.16872	0.10218	9.78685	46.99773	4.80213
12	1.26824	0.78849	0.07456	13.41209	0.09456	10.57534	55.67116	5.26424
13	1.29361	0.77303	0.06812	14.68033	0.08812	11.34837	64.94755	5.72307
14	1.31948	0.75788	0.06260	15.97394	0.08260	12.10625	74.79992	6.17862
15	1.34587	0.74301	0.05783	17.29342	0.07783	12.84926	85.20213	6.63090
16	1.37279	0.72845	0.05365	18.63929	0.07365	13.57771	96.12881	7.07990
17	1.40024	0.71416	0.04997	20.01207	0.06997	14.29187	107.56542	7.52564
18	1.42825	0.70016	0.04670	21.41231	0.06670	14.99203	119.45813	7.96811
19	1.45681	0.68643	0.04378	22.84056	0.06378	15.67846	131.81388	8.40732
20	1.48595	0.67297	0.04116	24.29737	0.06116	16.35143	144.60033	8.84328
21	1.51567	0.65978	0.03878	25.78332	0.05878	17.01121	157.79585	9.27599
22	1.54598	0.64684	0.03663	27.29898	0.05663	17.65805	171.37947	9.70546
23	1.57690	0.63416	0.03467	28.84496	0.05467	18.29220	185.33090	10.13169
24	1.60844	0.62172	0.03287	30.42186	0.05287	18.91393	199.63049	10.55468
25	1.64061	0.60953	0.03122	32.03030	0.05122	19.52346	214.25924	10.97445
26	1.67342	0.59758	0.02970	33.67091	0.04970	20.12104	229.19872	11.39100
27	1.70689	0.58586	0.02829	35.34432	0.04829	20.70690	244.43113	11.80433
28	1.74102	0.57437	0.02699	37.05121	0.04699	21.28127	259.93924	12.21446
29	1.77584	0.56311	0.02578	38.79223	0.04578	21.84438	275.70639	12.62138
30	1.81136	0.55207	0.02465	40.56808	0.04465	22.39646	291.71644	13.02512

Sumber : Ekonomi Teknik Analisis Pengambilan Keputusan

Lampiran 14 Tabel Faktor Suku Bunga Majemuk 4%

4 %		FAKTOR BUNGA MAJEMUK						4 %	
n	Single Payments		Uniform Series Payments				Arithmetic Gradients		
	Compound Amount F/P	Present Worth P/F	Sinking Fund A/F	Compound Amount F/A	Capital Recovery A/P	Present Worth P/A	Gradient Present Worth P/G	Gradient Uniform Series A/G	
1	1.04000	0.96154	1.00000	1.00000	1.04000	0.96154	0.00000	0.00000	
2	1.08160	0.92456	0.49020	2.04000	0.53020	1.88609	0.92456	0.49020	
3	1.12488	0.88900	0.32035	3.12160	0.36035	2.77509	2.70255	0.97386	
4	1.16986	0.85480	0.23549	4.24646	0.27549	3.62990	5.26696	1.45100	
5	1.21665	0.82193	0.18463	5.41632	0.22463	4.45182	8.55467	1.92161	
6	1.26532	0.79031	0.15076	6.63298	0.19076	5.24214	12.50624	2.38571	
7	1.31593	0.75992	0.12661	7.89829	0.16661	6.00205	17.06675	2.84332	
8	1.36857	0.73069	0.10853	9.21423	0.14853	6.73274	22.18058	3.29443	
9	1.42331	0.70259	0.09449	10.58280	0.13449	7.43533	27.80127	3.73908	
10	1.48024	0.67556	0.08329	12.00611	0.12329	8.11090	33.88135	4.17726	
11	1.53945	0.64958	0.07415	13.48635	0.11415	8.76048	40.37718	4.60901	
12	1.60103	0.62460	0.06655	15.02581	0.10655	9.38507	47.24773	5.03435	
13	1.66507	0.60057	0.06014	16.62684	0.10014	9.98565	54.45462	5.45329	
14	1.73166	0.57748	0.05467	18.29191	0.09467	10.56312	61.96179	5.86586	
15	1.80094	0.55526	0.04994	20.02359	0.08994	11.11839	69.73550	6.27209	
16	1.87298	0.53391	0.04582	21.82453	0.08582	11.65230	77.74412	6.67200	
17	1.94790	0.51337	0.04220	23.69751	0.08220	12.16567	85.95809	7.06563	
18	2.02582	0.49363	0.03899	25.64541	0.07899	12.65930	94.34977	7.45300	
19	2.10685	0.47464	0.03614	27.67123	0.07614	13.13394	102.89333	7.83416	
20	2.19112	0.45639	0.03358	29.77808	0.07358	13.59033	111.56469	8.20912	
21	2.27877	0.43883	0.03128	31.96920	0.07128	14.02916	120.34136	8.57794	
22	2.36992	0.42196	0.02920	34.24797	0.06920	14.45112	129.20242	8.94065	
23	2.46472	0.40573	0.02731	36.61789	0.06731	14.85684	138.12840	9.29729	
24	2.56330	0.39012	0.02559	39.08260	0.06559	15.24696	147.10119	9.64790	
25	2.66584	0.37512	0.02401	41.64591	0.06401	15.62208	156.10400	9.99252	
26	2.77247	0.36069	0.02257	44.31174	0.06257	15.98277	165.12123	10.33120	
27	2.88337	0.34682	0.02124	47.08421	0.06124	16.32959	174.13846	10.66399	
28	2.99870	0.33348	0.02001	49.96758	0.06001	16.66306	183.14235	10.99092	
29	3.11865	0.32065	0.01888	52.96629	0.05888	16.98371	192.12059	11.31205	
30	3.24340	0.30832	0.01783	56.08494	0.05783	17.29203	201.06183	11.62743	

Sumber : Ekonomi Teknik Analisis Pengambilan Keputusan

Lampiran 15 Tabel Faktor Suku Bunga Majemuk 6%

6 % FAKTOR BUNGA MAJEMUK 6 %

n	Single Payments		Uniform Series Payments				Arithmetic Gradients	
	Compound Amount F/P	Present Worth P/F	Sinking Fund A/F	Compound Amount F/A	Capital Recovery A/P	Present Worth P/A	Gradient Present Worth P/G	Gradient Uniform Series A/G
1	1.06000	0.94340	1.00000	1.00000	1.06000	0.94340	0.00000	0.00000
2	1.12360	0.89000	0.48544	2.06000	0.54544	1.83339	0.89000	0.48544
3	1.19102	0.83962	0.31411	3.18360	0.37411	2.67301	2.56924	0.96118
4	1.26248	0.79209	0.22859	4.37462	0.28859	3.46511	4.94552	1.42723
5	1.33823	0.74726	0.17740	5.63709	0.23740	4.21236	7.93455	1.88363
6	1.41852	0.70496	0.14336	6.97532	0.20336	4.91732	11.45935	2.33040
7	1.50363	0.66506	0.11914	8.39384	0.17914	5.58238	15.44969	2.76758
8	1.59385	0.62741	0.10104	9.89747	0.16104	6.20979	19.84158	3.19521
9	1.68948	0.59190	0.08702	11.49132	0.14702	6.80169	24.57677	3.61333
10	1.79065	0.55839	0.07587	13.18079	0.13587	7.36009	29.60232	4.02201
11	1.89830	0.52679	0.06679	14.97164	0.12679	7.88687	34.87020	4.42129
12	2.01220	0.49697	0.05926	16.86994	0.11928	8.38384	40.33686	4.81126
13	2.13293	0.46884	0.05296	18.88214	0.11296	8.85266	45.96293	5.19198
14	2.26090	0.44230	0.04758	21.01507	0.10758	9.29498	51.71284	5.56352
15	2.39656	0.41727	0.04296	23.27597	0.10296	9.71225	57.55455	5.92598
16	2.54035	0.39365	0.03895	25.67253	0.09895	10.10590	63.45925	6.27943
17	2.69277	0.37136	0.03544	28.21288	0.09544	10.47726	69.40108	6.62397
18	2.85434	0.35034	0.03236	30.90565	0.09236	10.82760	75.35692	6.95970
19	3.02560	0.33051	0.02962	33.75999	0.08962	11.15812	81.30615	7.28673
20	3.20714	0.31180	0.02718	36.78559	0.08718	11.46992	87.23044	7.60515
21	3.39956	0.29416	0.02500	39.99273	0.08500	11.76408	93.11355	7.91508
22	3.60354	0.27751	0.02305	43.39229	0.08305	12.04158	98.94116	8.21662
23	3.81975	0.26180	0.02128	46.99583	0.08128	12.30338	104.70070	8.50991
24	4.04893	0.24698	0.01968	50.81558	0.07968	12.55036	110.38121	8.79506
25	4.29187	0.23300	0.01823	54.86451	0.07823	12.78336	115.97317	9.07220
26	4.54938	0.21981	0.01690	59.15638	0.07690	13.00317	121.46842	9.34145
27	4.82235	0.20737	0.01570	63.70577	0.07570	13.21053	126.85999	9.60294
28	5.11169	0.19563	0.01459	68.52811	0.07459	13.40616	132.14200	9.85681
29	5.41839	0.18456	0.01358	73.63980	0.07358	13.59072	137.30959	10.10319
30	5.74349	0.17411	0.01265	79.05819	0.07265	13.76483	142.35879	10.34221

Sumber : Ekonomi Teknik Analisis Pengambilan Keputusan

Lampiran 16 Tabel Faktor Suku Bunga Majemuk 8%

8 % FAKTOR BUNGA MAJEMUK 8 %

n	Single Payments		Uniform Series Payments				Arithmetic Gradients	
	Compound Amount F/P	Present Worth P/F	Sinking Fund A/F	Compound Amount F/A	Capital Recovery A/P	Present Worth P/A	Gradient Present Worth P/G	Gradient Uniform Series A/G
1	1.08000	0.92593	1.00000	1.00000	1.08000	0.92593	0.00000	0.00000
2	1.16640	0.85734	0.48077	2.08000	0.56077	1.78326	0.85734	0.48077
3	1.25971	0.79383	0.30803	3.24640	0.38803	2.57710	2.44500	0.94874
4	1.36049	0.73503	0.22192	4.50611	0.30192	3.31213	4.65009	1.40396
5	1.46933	0.68058	0.17046	5.86660	0.25046	3.99274	7.37243	1.84647
6	1.58667	0.63017	0.13632	7.33593	0.21632	4.62268	10.52327	2.27635
7	1.71382	0.58349	0.11207	8.92280	0.19207	5.20637	14.02422	2.69366
8	1.85093	0.54027	0.09401	10.63663	0.17401	5.74664	17.80610	3.09852
9	1.99900	0.50025	0.08008	12.48756	0.16008	6.24689	21.80809	3.49103
10	2.15892	0.46319	0.06903	14.48656	0.14903	6.71008	25.97683	3.87131
11	2.33164	0.42888	0.06008	16.64549	0.14008	7.13896	30.26566	4.23950
12	2.51817	0.39711	0.05270	18.97713	0.13270	7.53606	34.63391	4.59575
13	2.71962	0.36770	0.04652	21.49530	0.12652	7.90378	39.04629	4.94021
14	2.93719	0.34046	0.04130	24.21492	0.12130	8.24424	43.47228	5.27305
15	3.17217	0.31524	0.03683	27.15211	0.11683	8.55948	47.88566	5.59446
16	3.42594	0.29189	0.03298	30.32428	0.11298	8.85137	52.26402	5.90463
17	3.70002	0.27027	0.02963	33.75023	0.10963	9.12164	56.58832	6.20375
18	3.99602	0.25025	0.02670	37.45024	0.10670	9.37189	60.84256	6.49203
19	4.31570	0.23171	0.02413	41.44626	0.10413	9.60360	65.01337	6.76969
20	4.66096	0.21455	0.02185	45.76196	0.10185	9.81815	69.08979	7.03695
21	5.03383	0.19866	0.01983	50.42292	0.09983	10.01680	73.06291	7.29403
22	5.43654	0.18394	0.01803	55.45676	0.09803	10.20074	76.92566	7.54118
23	5.87146	0.17032	0.01642	60.89330	0.09642	10.37106	80.67259	7.77863
24	6.34118	0.15770	0.01498	66.76476	0.09498	10.52876	84.29968	8.00661
25	6.84848	0.14602	0.01368	73.10594	0.09368	10.67478	87.80411	8.22538
26	7.39635	0.13520	0.01251	79.95442	0.09251	10.80998	91.18415	8.43518
27	7.98806	0.12519	0.01145	87.35077	0.09145	10.93516	94.43901	8.63627
28	8.62711	0.11591	0.01049	95.33883	0.09049	11.05108	97.56868	8.82888
29	9.31727	0.10733	0.00962	103.96594	0.08962	11.15841	100.57385	9.01328
30	10.06266	0.09938	0.00883	113.28321	0.08883	11.25778	103.45579	9.18971

Sumber : Ekonomi Teknik Analisis Pengambilan Keputusan

Lampiran 17 Tabel Faktor Suku Bunga Majemuk 10%

10 % FAKTOR BUNGA MAJEMUK 10 %

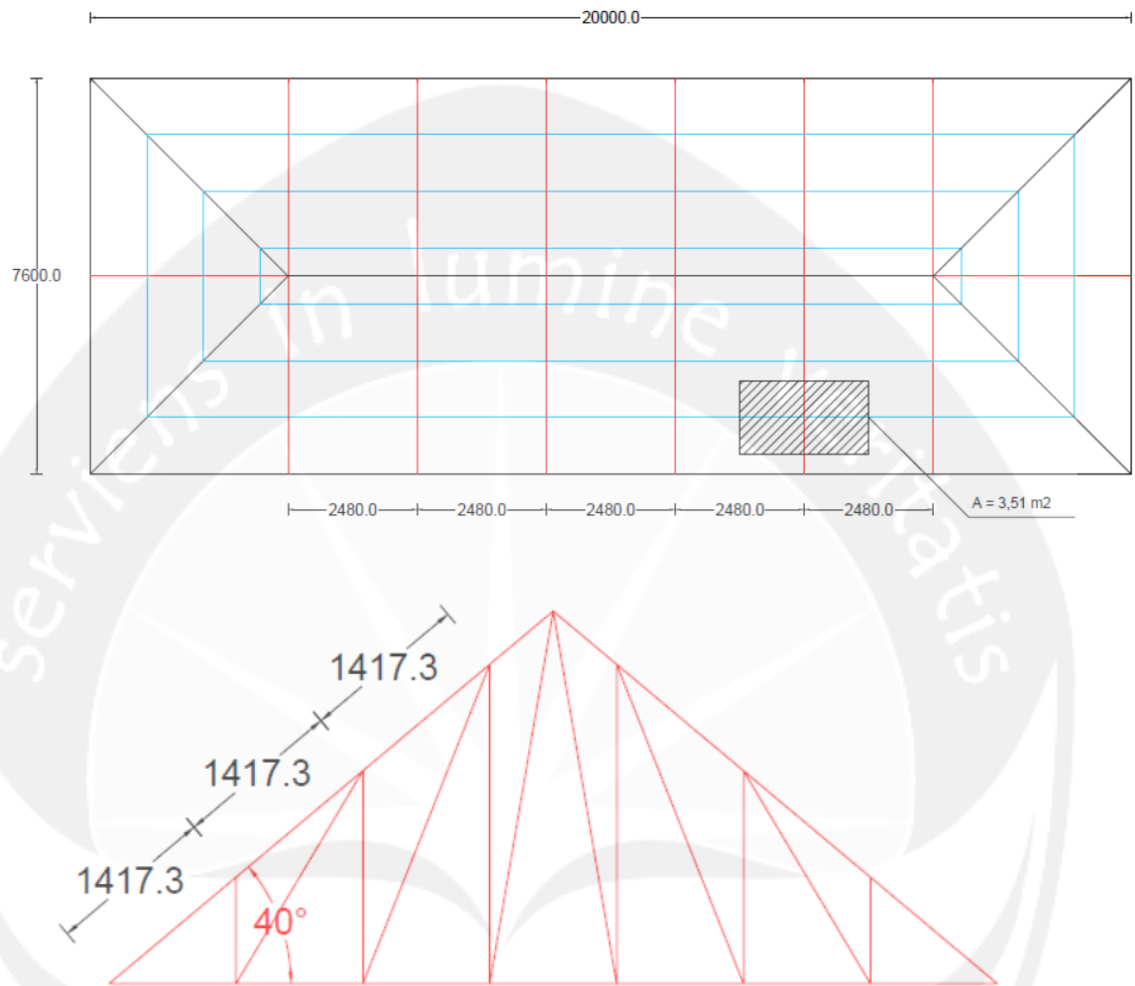
n	Single Payments		Uniform Series Payments				Arithmetic Gradients	
	Compound Amount F/P	Present Worth P/F	Sinking Fund A/F	Compound Amount F/A	Capital Recovery A/P	Present Worth P/A	Gradient Present Worth P/G	Gradient Uniform Series A/G
1	1.10000	0.90909	1.00000	1.00000	1.10000	0.90909	0.00000	0.00000
2	1.21000	0.82645	0.47619	2.10000	0.57619	1.73554	0.82645	0.47619
3	1.33100	0.75131	0.30211	3.31000	0.40211	2.48685	2.32908	0.93656
4	1.46410	0.68301	0.21547	4.64100	0.31547	3.16987	4.37812	1.38117
5	1.61051	0.62092	0.16380	6.10510	0.26380	3.79079	6.86180	1.81013
6	1.77156	0.56447	0.12961	7.71561	0.22961	4.35526	9.68417	2.22358
7	1.94872	0.51316	0.10541	9.48717	0.20541	4.86842	12.76312	2.62162
8	2.14359	0.46651	0.08744	11.43589	0.18744	5.33483	16.02867	3.00448
9	2.35795	0.42410	0.07364	13.57948	0.17364	5.75902	19.42145	3.37235
10	2.59374	0.38554	0.06275	15.93742	0.16275	6.14457	22.89134	3.72546
11	2.85312	0.35049	0.05396	18.53117	0.15396	6.49506	26.39628	4.06405
12	3.13843	0.31863	0.04676	21.38428	0.14676	6.81369	29.90122	4.38840
13	3.45227	0.28966	0.04078	24.52271	0.14078	7.10336	33.37719	4.69879
14	3.79750	0.26333	0.03575	27.97498	0.13575	7.36669	36.80050	4.99553
15	4.17725	0.23939	0.03147	31.77248	0.13147	7.60608	40.15199	5.27893
16	4.59497	0.21783	0.02782	35.94973	0.12782	7.82371	43.41642	5.54934
17	5.05447	0.19784	0.02466	40.54470	0.12466	8.02155	46.58194	5.80710
18	5.55992	0.17986	0.02193	45.59917	0.12193	8.20141	49.63954	6.05256
19	6.11591	0.16351	0.01955	51.15909	0.11955	8.36492	52.58268	6.28610
20	6.72750	0.14864	0.01746	57.27500	0.11746	8.51356	55.40691	6.50808
21	7.40025	0.13513	0.01562	64.00250	0.11562	8.64869	58.10952	6.71888
22	8.14027	0.12285	0.01401	71.40275	0.11401	8.77154	60.68929	6.91889
23	8.95430	0.11168	0.01257	79.54302	0.11257	8.88322	63.14621	7.10848
24	9.84973	0.10153	0.01130	88.49733	0.11130	8.98474	65.48130	7.28805
25	10.83471	0.09230	0.01017	98.34706	0.11017	9.07704	67.69640	7.45798
26	11.91818	0.08391	0.00916	109.18177	0.10916	9.16095	69.79404	7.61865
27	13.10999	0.07628	0.00826	121.09994	0.10826	9.23722	71.77726	7.77044
28	14.42099	0.06934	0.00745	134.20994	0.10745	9.30657	73.64953	7.91372
29	15.86309	0.06304	0.00673	148.63093	0.10673	9.36961	75.41463	8.04886
30	17.44940	0.05731	0.00608	164.49402	0.10608	9.42891	77.07658	8.17623

Lampiran 18 Tabel Faktor Suku Bunga Majemuk 12%

12 % FAKTOR BUNGA MAJEMUK 12 %

n	Single Payments		Uniform Series Payments				Arithmetic Gradients	
	Compound Amount F/P	Present Worth P/F	Sinking Fund A/F	Compound Amount F/A	Capital Recovery A/P	Present Worth P/A	Gradient Present Worth P/G	Gradient Uniform Series A/G
1	1.12000	0.89286	1.00000	1.00000	1.12000	0.89286	0.00000	0.00000
2	1.25440	0.79719	0.47170	2.12000	0.58170	1.69005	0.79719	0.47170
3	1.40493	0.71178	0.29635	3.37440	0.41635	2.40183	2.22075	0.92461
4	1.57352	0.63582	0.20823	4.77933	0.32923	3.03735	4.12731	1.35885
5	1.76234	0.56743	0.15741	6.35285	0.27741	3.60478	6.39702	1.77459
6	1.97382	0.50663	0.12323	8.11519	0.24323	4.11141	8.93017	2.17205
7	2.21088	0.45235	0.09912	10.08901	0.21912	4.56376	11.64427	2.55147
8	2.47596	0.40388	0.08130	12.29969	0.20130	4.96764	14.47145	2.91314
9	2.77308	0.36061	0.06768	14.77566	0.18768	5.32825	17.35633	3.25742
10	3.10585	0.32197	0.05698	17.54874	0.17698	5.65022	20.25409	3.58465
11	3.47855	0.28748	0.04842	20.65458	0.16842	5.93770	23.12885	3.89525
12	3.89598	0.25668	0.04144	24.13313	0.16144	6.19437	25.95228	4.18966
13	4.36349	0.22917	0.03568	28.02911	0.15568	6.42355	28.70237	4.46830
14	4.88711	0.20462	0.03087	32.39260	0.15087	6.62617	31.38242	4.73169
15	5.47357	0.18270	0.02682	37.27971	0.14682	6.81086	33.92017	4.98030
16	6.13039	0.16312	0.02339	42.75328	0.14339	6.97399	36.36700	5.21466
17	6.86604	0.14564	0.02046	48.88367	0.14046	7.11963	38.69731	5.43530
18	7.68997	0.13004	0.01794	55.74971	0.13794	7.24967	40.90798	5.64274
19	8.61276	0.11611	0.01576	63.43968	0.13576	7.36578	42.99790	5.83752
20	9.64629	0.10367	0.01388	72.05244	0.13388	7.46944	44.98757	6.02020
21	10.80385	0.09256	0.01224	81.69874	0.13224	7.56200	46.81876	6.19132
22	12.10031	0.08264	0.01081	92.50258	0.13081	7.64465	48.55425	6.35141
23	13.55235	0.07379	0.00956	104.60289	0.12956	7.71843	50.17759	6.50101
24	15.17863	0.06588	0.00846	118.15524	0.12846	7.78432	51.69288	6.64064
25	17.00006	0.05882	0.00750	133.33387	0.12750	7.84314	53.10464	6.77084
26	19.04007	0.05252	0.00665	150.33393	0.12665	7.89566	54.41766	6.89210
27	21.32488	0.04689	0.00590	169.37401	0.12590	7.94255	55.63689	7.00491
28	23.86387	0.04187	0.00524	190.69889	0.12524	7.98442	56.76736	7.10976
29	26.74993	0.03738	0.00466	214.58275	0.12466	8.02181	57.81409	7.20712
30	29.95992	0.03338	0.00414	241.33268	0.12414	8.05518	58.78205	7.29742

Lampiran 19 Perhitungan Struktur Kuda-kuda Atap



Pembebanan

- Beban mati

a. Sebelah atas

Berat penutup atap = 4,5 kg/bh

Luas 1 buah genteng keramik beton = 0,1386 m²

Berat penutup atap per m² = 4,5/0,1386 = 32,5 kg/m²

Berat penutup atap per Area = 32,4 kg/m² x 3,51m² /100

= 1,14 kN

Berat panel surya = 20,65 kg/bh

Luas 1 buah panel = 1,94 m²

Berat panel per m² = 20,65 / 1,94 = 10,64 kg/m²

Berat panel per Area = 10,64 kg/m² x 3,51m² /100
= 0,37 kN

Berat sendiri, dan berat gording diabaikan, dikarenakan menggunakan baja ringan.

b. Sebelah bawah

Berat plafon = 16 kg/lbr

Luas 1 lembar plafon = 2,88m²

Berat plafon per m² = 16 / 2,88 = 5,56 kg/m²

Berat plafon per Area = 5,56 kg/m² x 3,1m²/100
= 0,2 kN

- Beban hidup

Beban manusia = 1 kN

- Beban Angin

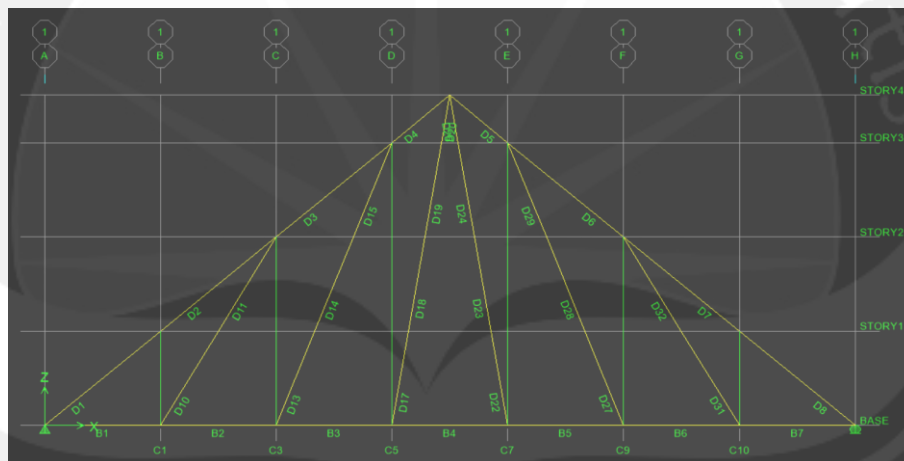
$P = \text{tekanan tiup} \times \text{koef} \times \text{Area} = 0,25 \times 0,4 \times 3,5 = 0,35 \text{ kN}$

$P \sin 40 = 0,23 \text{ kN}$

$P \cos 40 = 0,27 \text{ kN}$

Setelah hasil dari perhitungan pembebanan didapatkan, lalu perhitungan gaya aksial dilakukan menggunakan *software* ETABS. Pembebanan dimasukan menjadi data pada ETABS. Hasil dari perhitungan *software* dapat dilihat seperti dibawah ini:

No. Btg	Gaya aksial (kN)	ket	No. Btg	Gaya aksial (kN)	ket
B1	8,98	TARIK	D17	1,93	TARIK
B2	10,75	TARIK	D18	1,93	TARIK
B3	10,12	TARIK	D19	1,93	TARIK
B4	9,5	TARIK	D20	1,93	TARIK
B5	10,01	TARIK	D22	1,94	TARIK
B6	10,47	TARIK	D23	1,94	TARIK
B7	8,42	TARIK	D24	1,94	TARIK
D1	-12,29	TEKAN	D25	1,94	TARIK
D2	-10,61	TEKAN	D27	0,63	TARIK
D3	-11,53	TEKAN	D28	0,63	TARIK
D4	-9,22	TEKAN	D29	0,63	TARIK
D5	-9,19	TEKAN	D31	-2,9	TEKAN
D6	-11,48	TEKAN	D32	-2,9	TEKAN
D7	-10,52	TEKAN	C1	-0,61	TEKAN
D8	-12,15	TEKAN	C3	-1,19	TEKAN
D10	-2,88	TEKAN	C5	-0,87	TEKAN
D11	-2,88	TEKAN	C7	-0,86	TEKAN
D13	0,62	TARIK	C9	-1,19	TEKAN
D14	0,62	TARIK	C10	-0,6	TEKAN
D15	0,62	TARIK			



Perhitungan Batang Tekan

$$\phi N_n \geq N_u, \phi = 0,85$$

N_n = kuat tekan nominal

N_u = gaya aksial tekan berfaktor

$$N_n = A_g \times f_y / \omega$$

Menggunakan baja ringan C75

$$A_g \text{ C75x35x60} = 86,28 \text{ mm}^2$$

$$\omega = 1, \text{ bila } \lambda c \leq 0,025$$

$$\omega = 1,43 / (1,6 - 0,67 \lambda c), \text{ bila } 0,25 < \lambda c < 1,2$$

$$\omega = 1,25 \lambda c^2, \text{ bila } \lambda c \geq 1,2$$

$$\lambda c = \frac{Lk}{\pi r_{min}} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$$r_{min} = 14,29 \text{ mm}$$

$$f_y = 550 \text{ MPa}$$

$$E = 200000 \text{ MPa}$$

$$Lk = kc \times L$$

$$Lk = 0,65 \times 1417,3 = 921,05 \text{ mm}$$

$$\lambda c = \frac{921,05}{\pi 14,29} \sqrt{\frac{550}{200000}} = 1,08$$

jadi,

$$\omega = 1,43 / (1,6 - 0,67 \times 1,08) = 1,63$$

$$\phi N_n = 0,85 \times 86,28 \times 550 / 1,63$$

$$= 24,79 \text{ kN}$$

No batang	Nu	ket	No batang	Nu	ket
D1	-12,29	AMAN	D11	-2,88	AMAN
D2	-10,61	AMAN	D31	-2,9	AMAN
D3	-11,53	AMAN	D32	-2,9	AMAN
D4	-9,22	AMAN	C1	-0,61	AMAN
D5	-9,19	AMAN	C3	-1,19	AMAN
D6	-11,48	AMAN	C5	-0,87	AMAN
D7	-10,52	AMAN	C7	-0,86	AMAN
D8	-12,15	AMAN	C9	-1,19	AMAN
D10	-2,88	AMAN	C10	-0,6	AMAN

Perhitungan Batang Tekan

$$\phi N_n \geq N_u, \phi = 0,9$$

N_n = kuat tekan nominal

N_u = gaya aksial tekan berfaktor

$$\phi N_n = 0,9 \times A_g \times f_y$$

$$\phi N_n = 0,9 \times 86,28 \text{ mm}^2 \times 550$$

$$= 42,71 \text{ kN}$$

No batang	N_u	ket	No batang	N_u	ket
B1	8,98	AMAN	D18	1,93	AMAN
B2	10,75	AMAN	D19	1,93	AMAN
B3	10,12	AMAN	D20	1,93	AMAN
B4	9,5	AMAN	D22	1,94	AMAN
B5	10,01	AMAN	D23	1,94	AMAN
B6	10,47	AMAN	D24	1,94	AMAN
B7	8,42	AMAN	D25	1,94	AMAN
D13	0,62	AMAN	D27	0,63	AMAN
D14	0,62	AMAN	D28	0,63	AMAN
D15	0,62	AMAN	D29	0,63	AMAN
D17	1,93	AMAN			

Lampiran 20 Foto Contoh Alternatif yang Sudah Diterapkan



Penggunaan *Solar Cell* PT. Indonesia Power di Bali



Penggunaan *AC Multi Split* Kampus 4 UAJY