

**DESAIN DAN ANALISIS KELAYAKAN RUMAH SEDERHANA YANG
MENGUNAKAN SUMBER ENERGI LISTRIK PLN DENGAN SUMBER
ENERGI HYBRID**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri**



oleh :

Nama : Fauzan Rahman Purwanto
No. Mahasiswa : 03 522 154

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**SAIN DAN ANALISIS KELAYAKAN RUMAH SEDERHANA YANG
MENGUNAKAN SUMBER ENERGI LISTRIK PLN DENGAN SUMBER
ENERGI HYBRID**

TUGAS AKHIR

oleh :

Nama : Fauzan Rahman Purwanto

No. Mahasiswa : 03 522 154

Yogyakarta, April 2011

Pembimbing



Winda Nur Cahyo, S.T.,M.T

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

DESAIN DAN ANALISIS KELAYAKAN RUMAH SEDERHANA YANG
MENGUNAKAN SUMBER ENERGI LISTRIK PLN DENGAN SUMBER
ENERGI HYBRID

TUGAS AKHIR

oleh :

Nama : Fauzan Rahman Purwanto

No. Mahasiswa : 03 522 154

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, April 2011

Tim Penguji

Winda Nur Cahyo, ST,MT
Ketua



Drs. R. Abdul Jalal, MM
Anggota I



H. Agus Mansur, ST., M Eng.Sc
Anggota II



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia



Drs. H.M. Ibnu Mastur M.SIE

13
5 2011

PERSEMBAHAN

Ku persembahkan karya ini untuk Sang Rabbul 'Izzati

Teruntuk,....

ibuku, ibuku, ibuku

Orang yang paling ku sayangi didunia..

Yang selalu mengingatkan untuk terus berusaha dan bersabar

Makasih ma..atas do'a yang tiada henti, kesabaran, dukungan, senyuman dan air mata

Bapak

Orang yang mengajari untuk selalu bersyukur dan berjuang ...

Makasi pa'.. atas setiap tetes nasihat, setiap doa dalam sujud-sujud panjang, kerja keras dan pengorbanan

Motivator-motivator yang dikirim Allah untukku

Jazakumullah Kfhoiron Katsiron...

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, dan sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Al-Insyirah : 05 - 06)

Hidup adalah sebuah kehormatan,
Maka hiduplah secara terhormat dan penuh rasa hormat,
Jangan memaksa orang lain untuk menghormati,
Tapi karena kita memang pantas untuk di hormati.

(P. Darmin)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIATISME

“Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman atau sanksi yang berlaku”.

Yogyakarta, April 2011
Yang Menyatakan,



FAUZAN RAHMAN PURWANTO

KATA PENGANTAR



Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah kehadirat Allah SWT, atas limpahan hidayah, taufiq, serta 'inayah-Nya, sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah atas junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, para kerabat, sahabat, serta pengikut setianya hingga hari kiamat nanti, Amien.

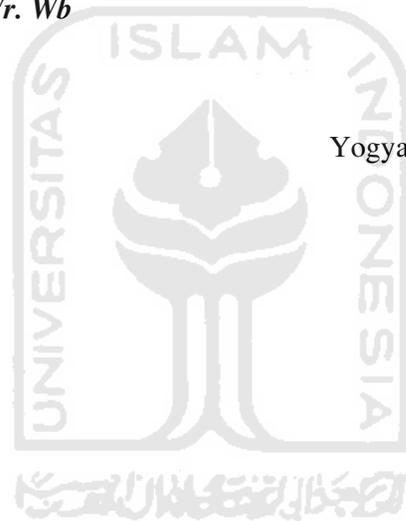
Pada kesempatan ini dengan segenap kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang berandil besar dalam pelaksanaan hingga tersusunnya Laporan Tugas Akhir ini, khususnya kepada :

1. Bapak Gumbolo Hadi Susanto selaku Dekanat Fakultas Teknologi Industri
2. Bapak Drs. Drs. H.M Ibnu Mastur, MSIE. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia
3. Bapak. Winda Nur Cahyo, ST. MT sebagai dosen pembimbing yang telah banyak membantu atas terselesaikannya tugas akhir
4. Bapak H. Agus Mansur, M.Eng.Sc dan Bapak Drs. Abdul Djalal, MM. Sebagai dosen penguji yang telah membantu dalam penyempurnaan tugas akhir.
5. Bapak R. Dwi Giyarto sebagai pimpinan perusahaan

6. Kedua orang tua kami, yang senantiasa memberikan dukungan moril dan materiil.
7. Semua pihak yang telah membantu baik tenaga, pikiran maupun materi.

Akhir kata penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, dan semoga Allah SWT membalas segala amal dan do'a yang telah diberikan kepada penulis, Amien.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb



Yogyakarta, April 2011

Penulis,

ABSTRAK

Pengembangan energi terbarukan dalam masa sekarang ini perlu dilakukan mengingat krisis energi yang melanda dunia, termasuk di daerah Indonesia. Sumber energi matahari yang melimpah menjadi potensi untuk membuat pembangkit listrik tenaga surya dengan skala kecil yang di pasang di rumah sederhana. Desain yang tidak rumit dan tingkat resiko konsleting yang kecil dapat digunakan sebagai pengganti atau energi cadangan. Diharapkan dengan pengalihan sistem hybrid maka diharapkan bisa mengatasi krisis energi terutama pada PLN. Sektor rumah tangga menjadi posisi ke-2 terbesar setelah industri tingkat konsumsi pemakaian energi listrik. Dengan memenuhi tingkat kelayakan maka disarankan untuk beralih ke energi surya, selain murah dan bebas polusi. Dengan menghemat energi listrik diharapkan bisa mewujudkan lingkungan yang bersih tanpa polusi udara.

Kata kunci : energi matahari, sistem hybrid, tingkat kelayakan



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIATISME.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
ABSTRAKSI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	9
2.1. Energi Surya Sollar Cell.....	9

2.1.1 Energi Matahari Sebagai Alternatif.....	10
2.1.2 Energi Panas Sebagai Pembangkit Listrik.....	10
2.1.3 Perangkat Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	12
2.1.4 Sistem Hibridasi.....	13
2.1.5 PLN.....	14
2.2. Desain.....	16
2.3. Analisis Ekonomi Teknik.....	16
2.4. Analisa Kelayakan.....	19
2.5. Kuisisioner.....	20
BAB III	21
3.1. Pendahuluan.....	21
3.2. Studi Pustaka.....	21
3.3. Pengolahan Data.....	22
3.4. Diagram Alir Penelitian.....	23
3.5. Tahap-tahap Penelitian.....	25
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	26
4.1. Spesifikasi Sumber Energi.....	25
4.1.1. Spesifikasi PLN.....	25
4.1.2. Spesifikasi Sollar Cell.....	26
4.2. Skema Instalasi.....	27
4.2.1. Skema Instalasi Listrik PLN.....	27
4.2.2. Skema Instalasi Energi Surya.....	28

4.2.3. Skema Instalasi Hybrid.....	28
4.3. Biaya Pembuatan Instalasi.....	29
4.3.1. Instalasi PLN.....	29
4.3.2. Sollar Cell.....	30
4.4. Kebutuhan Energi Setiap Rumah Tangga.....	30
4.5. Biaya Yang Harus Dikeluarkan.....	31
4.5.1. Menggunakan Sumber Energi PLN.....	31
4.5.2. Menggunakan Sumber Hybrid.....	32
4.6. Cash Flow Pengeluaran.....	34
4.6.1. Listrik PLN 900VA.....	34
4.6.2. Hybrid.....	35
4.6.3. Energi Kombinasi.....	36
4.7. Perhitungan Analisis Ekonomi.....	37
4.7.1. Analisis NPV.....	37
4.7.2. Analisis BCR.....	39
4.8. Hasil Rekapitulasi Kuisisioner.....	41
BAB V PEMBAHASAN.....	42
5.1. Desain Skema Rangkaian.....	42
5.2. Pembahasan Analisis Kalayakan.....	43
5.2.1. NPV.....	43
5.2.2. BCR.....	43
5.3. Kuisisioner Pengguna Listrik.....	44

BAB VI PENUTUP.....	46
6.1. Kesimpulan.....	46
6.2. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Sistem Hybrid PLTS dan PLN.....	14
Gambar 2.2 Jalur Distribusi Listrik PLN.....	15
Gambar 2.3 Kerangka Gambar Investasi Proyek.....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 4.1 Skema Instalasi Listrik PLN.....	27
Gambar 4.2 Skema Instalasi Hybrid.....	28
Gambar 4.3 Skema Instalasi Kombinasi.....	29



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1.1 Potensi Dan Pemanfaatan Energi Terbarukan Di Indonesia.....	3
Tabel 2.1 Tarif Dasar Listrik Untuk Kebutuhan Rumah Tangga.....	15
Tabel 4.1 Tarif dasar Listrik Untuk Keperluan Rumah Tangga.....	25
Tabel 4.2 Rata-rata Pemakaian Listrik Rumah Tangga.....	30
Tabel 4.3 Perhitungan NPV Untuk PLN 900VA.....	37
Tabel 4.4 Perhitungan NPV Untuk Tenaga Surya.....	38
Tabel 4.5 Perhitungan NPV Untuk Energi Hybrid.....	39
Tabel 5.1 Perbandingan Nilai BCR.....	43
Tabel 5.2 Hasil Rekapitulasi Kuisioner.....	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Dalam selang waktu dua tahun ini Perusahaan Listrik Negara (PLN) melalui iklan layanan masyarakatnya gencar mensosialisasikan mengenai penghematan listrik dari pukul 17.00-22.00. Sebagai negara berkembang Indonesia tentunya memerlukan banyak energi listrik terutama untuk memenuhi kebutuhan industri, pelayanan masyarakat, maupun pembangunan infrastruktur lainnya. Dua hal mendasar yang memberatkan pemanfaatan sumber energi berbasis fosil adalah bahwa ketersediaan sumber daya alam ini sangat terbatas dan berdampak negatif terhadap lingkungan lokal serta global. Sebagai contoh keterbatasan sumber energi primer adalah produksi minyak bumi nasional sudah menurun sehingga untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri saja sudah harus melakukan impor (EIA, 2006). Sementara itu, cadangan gas nasional juga akan mengalami skenario yang sama bahwa sekitar 20 tahun lagi, gas sudah harus diimpor untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri (Widianto, 2007). Kondisi yang sama juga terjadi pada batubara walaupun rentang waktu ketersediaanya cukup panjang dimana diperkirakan bahwa cadangan batubara nasional akan mampu memenuhi kebutuhan hingga 70-100 tahun ke depan (ICMA, 2007). Dengan demikian, maka kondisi pasca bahan bakar fosil ini harus mulai diantisipasi sejak dini dengan melakukan konservasi energi, diversifikasi sumber energi

dan menggali sumber serta teknologi energi baru, dan pemasyarakatan pemanfaatan teknologi energi listrik terbarukan yang sudah siap.

Rumah tangga merupakan sektor pengguna listrik nomor dua terbesar di Indonesia setelah industri. Pada tahun 2003 konsumsi listrik di sektor rumah tangga mencapai 35.753,05 MWh, sedangkan industri mencapai 36,497,25 MWh. Dengan diasumsikan rata-rata pertumbuhan kebutuhan listrik sebesar 7% pertahun selama kurun waktu 30 tahun (PLN, 2003).

Kurangnya pasokan listrik saat ini disebabkan sulitnya mendapatkan dana dari investasi pembangunan pembangkit listrik baru, karena dana PLN terbatas sedangkan investor masih belum ada yang berminat untuk menanamkan modal di bidang kelistrikan. Kendala ini dirasakan sejak terjadinya krisis multi dimensi pada tahun 1997 dimana pertumbuhan permintaan listrik lebih besar dari kemampuan penyediaan listrik. Kondisi ini terus berlangsung sampai tahun 2005, sehingga jumlah kebutuhan listrik masyarakat yang tidak dapat dipenuhi semakin meningkat.

Pada tahun 2008, untuk memenuhi permintaan pasokan listrik, diperkirakan butuh investasi berkisar 5-6 miliar dolar AS. Dari kebutuhan investasi sebesar itu, sekitar 1,5 miliar dolar AS akan diperoleh dari pendanaan internal PLN. Sementara sisanya, akan dihimpun melalui pendanaan eksternal. Ketersediaan pasokan listrik PLN untuk sistem Jawa-Bali pada 2008 ini juga diperkirakan masih akan mengalami kekurangan (*shortage*). Menurut Eddie Widiono kekurangan itu dikarenakan pembangkit baru yang beroperasi hanya Pembangkit Listrik Panas Bumi (PLTP)

Kamojang, Jawa Barat 4 dengan kapasitas 60 MW. "Pada tahun 2008 keandalan sistem Jawa-Bali akan tergantung ketersediaan batubara dan gas alam," katanya.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh KNIWEC dan PLN pada tahun 2004, besarnya potensi dan pemanfaatan energi terbarukan di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1.1 Potensi dan pemanfaatan energi terbarukan Indonesia

Jenis Energi	Unit	Total	Exist	%
Panas Bumi	MW	27140	807	3,0
Tenaga Air	MW	75000	4125	5,5
Surya	GW	1200	0,008	0,0007
Tenaga Angin	MW	9290	0,6	0,0065
Biomass	MW	49810	445	0,9
Biogas	MW	680	0,0	0,0
Gambut	MILL. BOE	16880	0,0	0,0
Tidal	MW	240000	0,0	0,0

Sumber: Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik 2006-2015, *PT PLN (Persero)*, Juli 2005.

Dapat dilihat bahwa pemanfaatan energi terbarukan masih sangat minim di Indonesia. Alasannya klise, masalah dana, dan Indonesia masih terlena dengan bahan bakar fosil yang ada. Bahkan, masih ada sumber energi terbarukan yang tidak tersentuh sama sekali untuk dikembangkan.

Teknologi panel surya atau PV telah dikembangkan di Indonesia sejak tahun 70-an terutama sejak terjadinya *oil shock* yang pertama. Panel surya atau PV ini dikembangkan khususnya di daerah perdesaan atau daerah terpencil yang tidak

terjangkau oleh jaringan PT PLN (Persero) dengan tujuan utama untuk memenuhi kebutuhan dasar listrik masyarakat perdesaan.

Harga minyak mentah yang terus menguat menjadi peluang bagi pengembangan panel surya. Sumber energi yang mengolah sinar matahari ini diharapkan menjadi sumber energi baru dan terbarukan di Indonesia. Pemanfaatan di perkotaan dengan sistem interkoneksi juga diharapkan akan meningkat

Maka dari itu penelitian lebih lanjut untuk mengatasi krisis energi listrik di Indonesia yaitu dengan membangun pembangkit listrik mandiri di setiap rumah tangga dengan membangun panel surya atau energi hybrid yang memanfaatkan radiasi energi matahari. Hal ini perlu dilakukan untuk mengurangi beban pemerintah dan PLN dalam mengatasi krisis energi di masa yang akan datang.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana desain rangkaian skema listrik hybrid?
2. Menguji tingkat kelayakan investasi pada implementasi hybrid technology?
3. Menghitung besar penghematan menggunakan hybrid technology?

1.3 BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah sebagai berikut :

1. Investasi yang dihitung hanya penambahan fasilitas tidak termasuk rumah dan tanah.
2. Tidak ada perubahan harga jual pada fasilitas, dan semua harga yang digunakan dalam penambahan fasilitas
3. Aspek pasar, teknik manajemen dan keuangan yang digunakan dalam evaluasi
4. Kebijakan pemerintah dan peraturan keputusan menteri tetap.
5. Penggunaan dan asumsi biaya dihitung secara tetap diambil rata – rata setiap periode.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dilakukanya penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui desain skema rangkaian listrik jika menggunakan rangkaian listrik hybrid
2. Untuk mengetahui kelayakan dalam membangun pembangkit energi listrik berskala rumah tangga
3. Untuk mengetahui seberapa besar penghematan energi yang menggunakan energi Hybrid

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi penulis

Menambah wawasan tentang ketersediaan energi di Indonesia dalam pemenuhan kebutuhan di segala sektor kehidupan (sosial, rumah tangga, industri, perkantoran dan fasilitas umum).

2. Bagi Masyarakat

Diharapkan dalam penelitian ini masyarakat dapat mengerti akan pentingnya energi dalam kehidupan dan menjadi inspirasi untuk mengembangkan energi terbarukan di masa yang akan datang.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Untuk lebih terstruktur penulisan tugas akhir ini, maka selanjutnya sistematika penulisan ini disusun sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Memberikan penjelasan tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah yang dihadapi, batasan serta asumsi dari penyelesaian masalah yang telah dirumuskan sebelumnya, tujuan dan manfaat dari penelitian, metodologi penelitian yang digunakan serta sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Disamping itu juga memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Mengandung uraian tentang kerangka dan bagan alir penelitian, teknik yang dilakukan, model yang dipakai, pembangunan dan pengembangan model, bahan atau materi, alat, tata cara penelitian dan bahan yang akan dikaji serta cara analisa yang dipakai.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada sub bab ini berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk model maupun grafik. Yang dimaksud dengan pengolahan data juga termasuk analisa yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini, juga merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada sub bab V yaitu pembahasan hasil.

BAB V PEMBAHASAN

Berisi tentang pembahasan hasil yang diperoleh dalam penelitian berupa tabel yang sudah diolah, grafik, persamaan atau model dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang hasil dari pembahasan dan kekurangan dalam pengerjaan penelitian agar menjadi koreksi untuk di perbaiki dalam penelitian-penelitian selanjutnya.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 ENERGI SURYA SOLAR CELL

Energi matahari merupakan energi yang utama bagi kehidupan di bumi ini. Berbagai jenis energi, baik yang terbarukan maupun tak-terbarukan merupakan bentuk turunan dari energi ini baik secara langsung maupun tidak langsung. Berikut ini adalah beberapa bentuk energi yang merupakan turunan dari energi matahari misalnya:

1. Energi angin yang timbul akibat adanya perbedaan suhu dan tekanan satu tempat dengan tempat lain sebagai efek energi panas matahari.
2. Energi air karena adanya siklus hidrologi akibat dari energi panas matahari yang mengenai bumi.
3. Energi biomassa karena adanya fotosintesis dari tumbuhan yang notabene menggunakan energi matahari.
4. Energi gelombang laut yang muncul akibat energi angin.
5. Energi fosil yang merupakan bentuk lain dari energi biomassa yang telah mengalami proses selama berjuta-juta tahun.

Selain itu energi panas matahari juga berperan penting dalam menjaga kehidupan di bumi ini. Tanpa adanya energi panas dari matahari maka seluruh kehidupan di muka bumi ini pasti akan musnah karena permukaan bumi akan sangat dingin dan tidak ada makhluk yang sanggup hidup di bumi.

2.1.1 Energi matahari sebagai energi alternatif

Energi panas matahari merupakan salah satu energi yang potensial untuk dikelola dan dikembangkan lebih lanjut sebagai sumber cadangan energi terutama bagi negara-negara yang terletak di khatulistiwa termasuk Indonesia, dimana matahari bersinar sepanjang tahun. Dapat dilihat dari gambar di atas bahwa energi matahari yang tersedia adalah sebesar 81.000 TerraWatt sedangkan yang dimanfaatkan masih sangat sedikit.

Ada beberapa cara pemanfaatan energi panas matahari yaitu:

1. Pemanasan ruangan
2. Penerangan ruangan
3. Kompor matahari
4. Pengeringan hasil pertanian
5. Distilasi air kotor
6. Pemanasan air
7. Pembangkitan listrik

2.1.2 Energi panas matahari sebagai pembangkitan listrik

Prinsipnya hampir sama dengan pemanasan air hanya pada pembangkitan listrik, sinar matahari diperkuat oleh kolektor pada suatu titik fokus untuk menghasilkan panas yang sangat tinggi bahkan bisa mencapai suhu 3800 C.

Pipa yang berisi air dilewatkan tepat pada titik fokus sehingga panas tersebut diserap oleh air di dalam pipa. Panas yang sangat besar ini dibutuhkan untuk mengubah fase cair air di dalam pipa menjadi uap yang bertekanan tinggi. Uap bertekanan tinggi yang di hasilkan ini kemudian digunakan untuk menggerakkan turbin uap yang kemudian akan memutar turbo generator untuk menghasilkan listrik.

Di California, Amerika Serikat, alat ini telah mampu menghasilkan 354 MW listrik. Dengan memproduksi kolektor ini secara massal, maka harga satuan energi matahari ini di AS, sekitar Rp 100/KWh lebih murah dibandingkan energi nuklir dan sama dengan energi dari tenaga pembangkit dengan bahan baku energi fosil. (Ivan A Hadar, 2005). Menurut Feller Di India dengan area seluas 219.000 meter persegi maka kolektor mampu menghasilkan listrik sebesar 35-40 MW dengan rata-rata intensitas penyinaranya adalah sebesar 5.8 KWH per meter persegi per hari.

Indonesia terletak di garis katulistiwa, sehingga Indonesia mempunyai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4.8 kWh/m² per hari di seluruh wilayah Indonesia. Dengan berlimpahnya sumber energi surya yang belum dimanfaatkan secara optimal, sedangkan di sisi lain ada sebagian wilayah Indonesia yang belum terlistriki karena tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN, sehingga Pembangkit Listrik

Tenaga Surya (PLTS) dengan sistemnya yang modular dan mudah dipindahkan merupakan salah satu solusi yang dapat dipertimbangkan sebagai salah satu pembangkit listrik alternatif. Walaupun pemanfaatan PLTS belum optimal, tetapi sudah cukup banyak dimanfaatkan pada perumahan atau sering disebut *Solar Home System* (SHS), pompa air, televisi, komunikasi, dan lemari pendingin di PUSKESMAS di beberapa wilayah Indonesia, khususnya di wilayah terpencil yang jauh dari jaringan listrik PLN. PLTS merupakan teknologi yang ramah lingkungan karena tidak melepaskan polutan seperti halnya pembangkit listrik tenaga fosil.

2.1.3 Perangkat pembangkit listrik tenaga surya

a. Solar cell atau panel surya

Solar Cell atau panel surya adalah alat untuk menconversi tenaga matahari kedalam energy listrik. Biasanya kemampuan panel surya menghasilkan energi listrik sebesar 50 WP – 250 WP

b. battery

Battery adalah media penyimpanan energi listrik dari energi panas yang sudah diubah menjadi energi listrik oleh panel surya. Battery yang digunakan berkapasitas 24 V.

c. Regulator

Battery Charge Regulator (BCR) mempunyai dua fungsi utama. Fungsi utama sebagai titik pusat sambungan ke beban, modul sel surya

dan baterai. Fungsi yang kedua adalah sebagai pengatur sistem agar penggunaan listriknya aman dan efektif, sehingga semua komponen-komponen system aman dari bahaya perubahan level tegangan. BCR yang digunakan adalah BCR dengan kapasitas arus 60A, dan tegangan 24V.

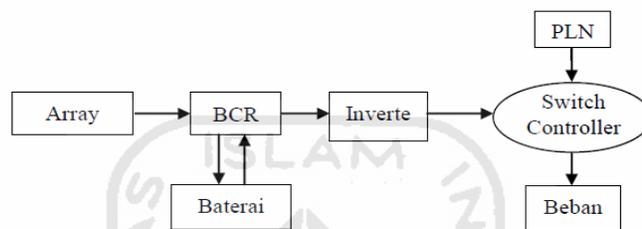
d. Inverter

Inverter berfungsi untuk merubah arus dan tegangan listrik DC (direct current) yang dihasilkan array PV menjadi arus dan tegangan listrik AC (alternating current). Inverter yang digunakan adalah inverter dengan kapasitas 60A, tegangan masukan DC 24V, dan tegangan keluaran AC 220V.

2.1.4 Sistem Hibridasi

Hibridasi antara PLTS dengan listrik PLN bertujuan untuk mendapatkan kekontinuan pasokan (*supply*) listrik ke beban. Pada system hibrid PLTS dengan PLN yang akan dirancang, terdiri dari *array* fotovoltaik, regulator (*charge controller*), baterai, dan inverter. Listrik arus searah (DC) dari modul fotovoltaik, akan diubah menjadi arus bolak-balik (AC) melalui inverter. Sistem hibrid yang akan dirancang menggunakan prinsip kerja satu arah, yaitu dalam satu waktu tertentu beban hanya dipasok oleh salah satu pembangkit; ketika PLTS bekerja mensuplai listrik ke beban maka sambungan ke PLN dilepaskan dari beban (sebagai contoh keadaan pada pagi hari sampai sore hari). Begitu pun sebaliknya apabila listrik PLN sedang memberikan suplai listrik ke beban, maka PLTS dilepaskan dari beban (sebagai contoh keadaan pada malam hari).

Ketika pembangkit yang sedang mensuplai listrik ke beban tiba-tiba mengalami trip, maka pembangkit yang lain akan segera menggantikannya secara otomatis melalui *switch* pengatur. Gambar 2.1 menjelaskan sistem hibrid PLTS dan PLN yang akan dirancang.



Gambar 2.1 Sistem hybrid PLTS dan PLN

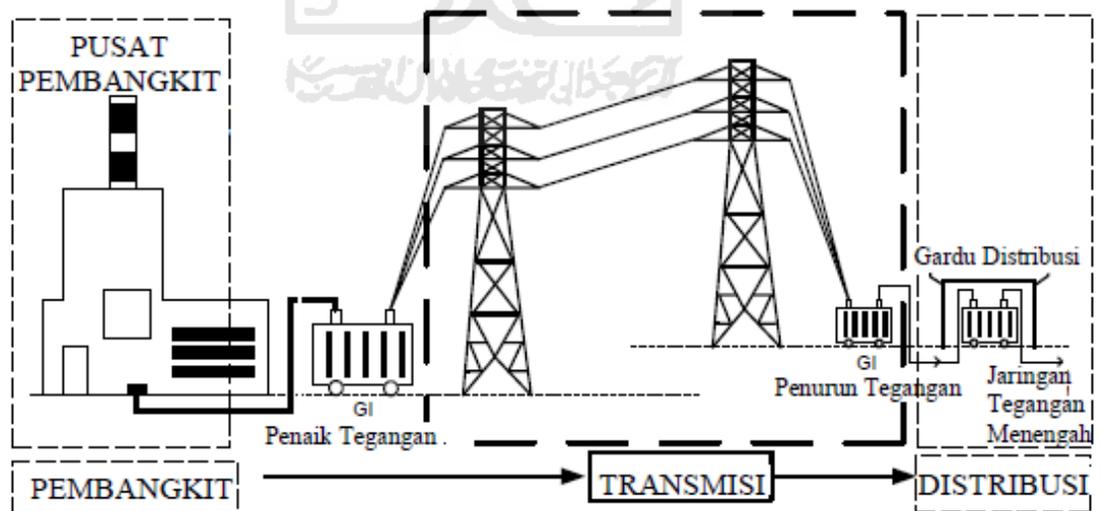
2.1.5 PLN (Pembangkit Listrik Negara)

PLN adalah perusahaan yang memberikan pelayanan jasa terhadap kebutuhan listrik di Indonesia di berbagai sektor kehidupan. Di dalam pemenuhan kebutuhan listrik, PLN masih menggunakan pembangkit yang berbahan bakar fosil seperti minyak bumi dan batu bara. Sumber energi yang berbahan dasar dari fosil ini lambat laun akan menipis jika tidak mencai solusi untuk energi terbarukan.

Tabel 2.1 Tarif dasar listrik untuk kebutuhan Rumah Tangga

No	Gol. Tarif	Batas Daya	Biaya Beban		Pra Bayar (Rp/Kwh)
			Biaya Beban (Rp/kVA/Bln)	Biaya Pemakaian (Rp/Kwh)	
1	R-1/ TR	450 VA	11.000	0 - 30 kwh : 169 30- 60 kwh : 360 Di atas 60 kwh : 495	415
2	R-1/TR	900 VA	20.000	0 - 30 kwh : 275 20 - 60 kwh : 445 Diatas 60 kwh : 495	605
3	R-1/TR	1.300 VA	*)	790	790
4	R-1/TR	2.200 VA	*)	795	795
5	R-2/TR	3.500 s.d 5.500 VA	*)	890	890
6	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	H1 x 890 H2 x 1.380	1.330

Berikut ini adalah skema jalur distribusi Pembangkit listrik PLN :



Gambar 2.2 Jalur Distribusi listrik PLN

2.2 DESAIN

Menurut wikipedia, desain adalah , seni terapan, arsitektur dan berbagai pencapaian kreatif lainnya. Dalam sebuah kalimat, kata “desain” bisa digunakan baik sebagai kata benda maupun kata kerja. Sebagai kata kerja, “desain” memiliki arti “proses untuk membuat dan menciptakan obyek baru”. Sebagai kata benda, “desain” digunakan untuk menyebut hasil akhir dari sebuah proses kreatif, baik itu berwujud sebuah rencana, proposal, atau berbentuk obyek nyata. *Proses desain pada umumnya memperhitungkan aspek fungsi, estetik dan berbagai macam aspek lainnya, yang biasanya datanya didapatkan dari riset, pemikiran, brainstorming, maupun dari desain yang sudah ada sebelumnya.* Akhir-akhir ini, proses (secara umum) juga dianggap sebagai produk dari desain, sehingga muncul istilah “perancangan proses”. Salah satu contoh dari perancangan proses adalah perancangan proses pada industri kimia.

2.3 ANALISIS EKONOMI TEKNIK

Ekonomi Teknik (*engineering economy*) adalah salah satu alat analisis pengambilan keputusan kuantitatif yang menitik beratkan pada aspek ekonomi dalam bidang teknik. Alat tersebut terdiri dari evaluasi sistematis dari manfaat dan biaya usulan – usulan proyek yang melibatkan rancangan dan analisis teknik untuk menentukan apakah proyek yang diusulkan layak dilaksanakan atau tidak.

Dalam analisis ekonomi teknik , aspek ekonomi merupakan komponen utama dalam pengambilan keputusan. Meskipun mungkin saja terdapat banyak aspek lain

dalam masalah tersebut sebelumnya, tetapi aspek ekonomi memegang peranan yang dominant untuk menghasilkan yang terbaik.

Analisis ekonomi teknik menyediakan informasi mengenai bagaimana memberikan pertimbangan terhadap keputusan – keputusan saat ini yang berkaitan dengan pengoperasian suatu organisasi dimasa depan.

Ekonomi Teknik adalah ilmu yang mempelajari tentang perhitungan nilai investasi, penyusutan biaya – biaya dan keuntungan tahunan dalam sebuah kegiatan usaha. Banyak metode yang digunakan untuk menganalisis, antara lain : Nilai Bersih sekarang (*Net Present Value = NPV*), Rasio Manfaat Biaya (*Benefit Cost Ratio = BCR*), Tingkat Pengembalian Hasil Internal (*Internal Rate of Return = IRR*), dan analisis Break Even (*Break Even Analisis = BRA*)

Suatu aktivitas memiliki keuntungan ekonomi (*Economic Profit*) apabila memenuhi persamaan berikut :

$$\Pi = TR - TC > 0$$

Dimana :

Π : Keuntungan Ekonomis

TR : Penerimaan Total (*Total Revenue*)

TC : Biaya Total (*Total Cost*) merupakan penjumlahan antara biaya eksplisit dan biaya implisit.

a. NPV (*Net Present Value*)

Metode NPV digunakan untuk menghitung selisih antara nilai tunai kas masuk bersih yang diterima selama umur ekonomis dengan nilai investasi yang dilakukan dengan memperhatikan nilai waktu dari aliran kas masuk bersih atas dasar tingkat pengembalian yang diinginkan ($i = 20\%$), rumus yang digunakan

$$NPV = -A_0 + \sum_{t=0}^n \frac{A_t}{(1+i)^t} + \frac{SV}{(1+i)^t}$$

Dimana = i : Discount Rate (tingkat bunga)

A_t : Aliran kas pada periode t

t : Periode Aliran Kas

A_0 : Investasi Awal

SV : Nilai Sisa

b. BCR (*Benefit Cost Ratio*)

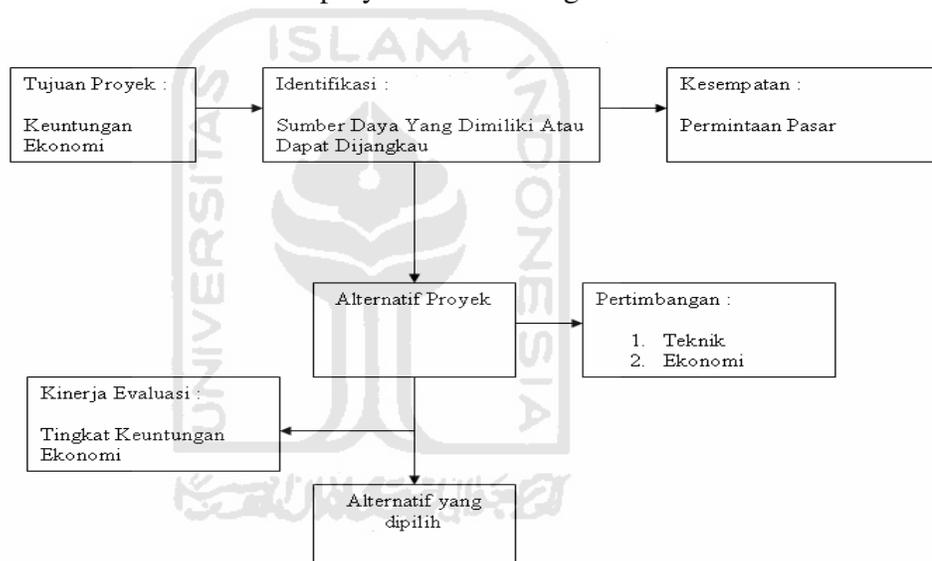
Benefit Cost Ratio adalah perbandingan nilai ekuivalen semua manfaat terhadap nilai ekuivalen semua biaya. Perhitungan nilai ekuivalen dapat dilakukan menggunakan salah satu dari analisis nilai sekarang, nilai waktu yang datang atau nilai tahunan

$$B/C = \frac{PW_{manfaat}}{PW_{biaya}} = \frac{FW_{manfaat}}{FW_{biaya}} = \frac{AW_{manfaat}}{FW_{biaya}}$$

2.4 ANALISA KELAYAKAN

Yang dimaksud dengan studi kelayakan adalah penelitian tentang dapat tidaknya suatu investasi dilaksanakan dengan berhasil. Pengertian keberhasilan ini bisa ditafsirkan berbeda – beda. Ada yang mengartikan lebih bermanfaat untuk masyarakat luas seperti pendirian perusahaan untuk penyerapan tenaga kerja atau manfaat ekonomis suatu investasi.

Kerangka utama analisis investasi proyek adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Kerangka Analisis investasi Proyek

Melihat dari pertimbangan aspek teknis dan aspek ekonomi diharapkan bisa memberikan manfaat setelah fasilitas dibangun, berdasarkan analisa ini pula dapat diketahui rancangan awal penaksiran biaya investyitasi dan termasuk biaya eksploitasinya.

2.5 KUISIONER

Kuesioner adalah suatu teknik pengumpulan informasi yang memungkinkan analis mempelajari sikap-sikap, keyakinan, perilaku, dan karakteristik beberapa orang utama di dalam organisasi yang bisa terpengaruh oleh sistem yang diajukan atau oleh sistem yang sudah ada.

Dengan menggunakan kuesioner, analis berupaya mengukur apa yang ditemukan dalam wawancara, selain itu juga untuk menentukan seberapa luas atau terbatasnya sentimen yang diekspresikan dalam suatu wawancara.

Penggunaan kuesioner tepat bila :

1. Responden (orang yang merenpons atau menjawab pertanyaan) saling berjauhan.
2. Melibatkan sejumlah orang di dalam proyek sistem, dan berguna bila mengetahui berapa proporsi suatu kelompok tertentu yang menyetujui atau tidak menyetujui suatu fitur khusus dari sistem yang diajukan.
3. Melakukan studi untuk mengetahui sesuatu dan ingin mencari seluruh pendapat sebelum proyek sistem diberi petunjuk-petunjuk tertentu.
4. Ingin yakin bahwa masalah-masalah dalam sistem yang ada bisa diidentifikasi dan dibicarakan dalam wawancara tindak lanjut.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 PENDAHULUAN

Langkah-langkah penelitian perlu disusun secara baik untuk mempermudah penyusunan laporan penelitian. Adapun langkah-langkah penelitian dapat ditunjukkan seperti gambar 3.1

3.2 STUDI PUSTAKA

Ada dua macam studi pustaka yang dilakukan yaitu studi pustaka induktif dan deduktif. Kajian induktif adalah kajian pustaka yang bermakna untuk menjaga keaslian penelitian. dan bermanfaat bagi peneliti untuk menjadi kekinian topik penelitian. Kajian ini diperoleh dari jurnal, proseding, seminar, majalah dan lain sebagainya. Pada kajian induktif, dapat diketahui perkembangan penelitian, batas-batas dan kekurangan penelitian terdahulu. Disamping itu dapat diketahui perkembangan metode-metode mutakhir yang pernah dilakukan peneliti lain. Kajian deduktif membangun konseptual yang mana fenomena-fenomena atau parameter-parameter yang relevan disistematika, diklasifikasikan dan dihubung-hubungkan sehingga bersifat umum. Kajian deduktif merupakan landasan teori yang dipakai sebagai acuan untuk memecahkan masalah penelitian.

3.3 PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data – data yang diperlukan dalam analisis penelitian, yaitu dengan cara sebagai berikut :

a. Pengamatan (observasi)

Yaitu mengamati secara langsung di lapangan untuk memperoleh data – data yang diperlukan. Data – data yang diperlukan adalah sebagai berikut

1. Data kebutuhan listrik rumah tangga
2. Data spesifikasi pembangkit energi
3. Data jumlah pengguna listrik

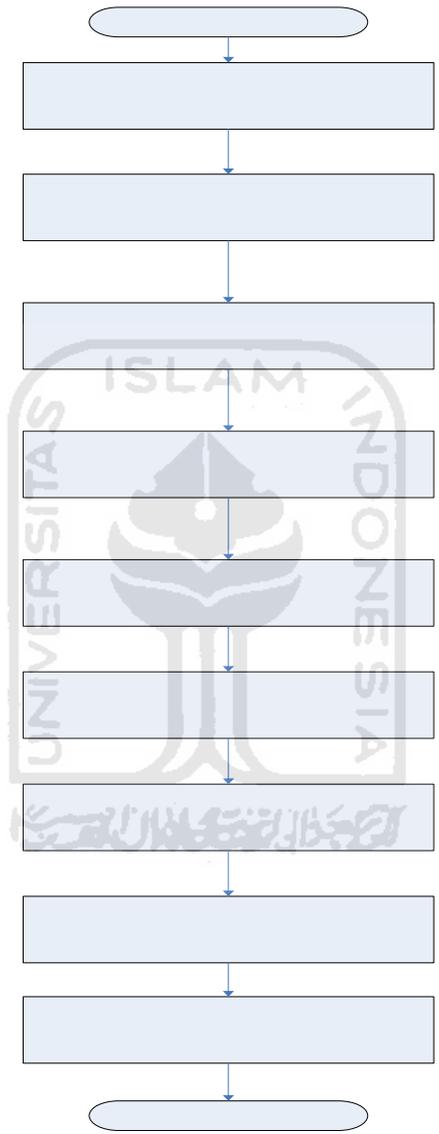
b. Wawancara (interview)

Merupakan metode pengumpulan data dengan mengajukan beberapa pertanyaan kepada pihak yang bersangkutan. Dalam hal ini pihak yang terkait adalah teknisi yang berkaitan dengan pengembangan energi listrik surya (solar cell) dan teknisi PLN.

c. Tinjauan pustaka

Pengumpulan data dengan metode ini ini merupakan penelitian yang berdasarkan studi pustaka, dalam hal ini mempelajari buku – buku, literatur, jurnal dan artikel untuk menganalisis hasil pengumpulan data.

3.4 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.

Ide

Studi pu
konsep)

Peru

Pe

Per

3.5 TAHAP – TAHAP DALAM PENELITIAN

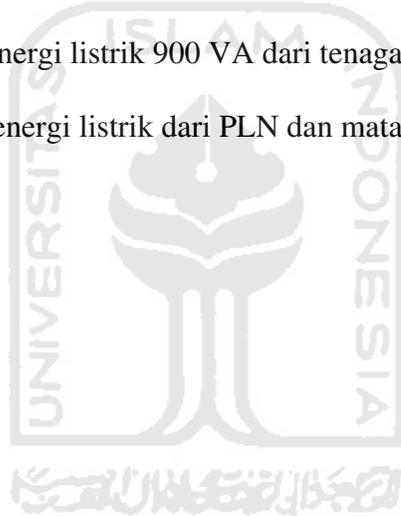
Adapun tahap – tahap penelitian adalah sebagai berikut :

1. Peneliti mengidentifikasi masalah dalam kebutuhan sumber energi dalam kebutuhan rumah tangga.
2. Mencari literatur dan kajian pustaka yang terkait yaitu mencari tingkat kebutuhan energi.
3. Mencari masalah yang timbul dan kendala yang ada, yaitu kekurangan energi dalam kehidupan terutama di dalam kehidupan rumah tangga.
4. Mengumpulkan dan mengolah data menggunakan analisis ekonomi teknik serta membuat desain untuk sebuah listrik pembangkit Hybrid skala kecil untuk kebutuhan rumah tangga.
5. Menganalisis dan membandingkan antara beberapa alternative yang dijadikan tolak ukur dalam sebuah pembangunan pembangkit listrik bertenaga surya
6. Membuat kesimpulan dan saran.

3.6 PENGISIAN QUISSIONER

Kuisisioner yang digunakan dalam penelitian ini hanya untuk mengetahui seberapa besar minat pengguna listrik dengan memunculkan beberapa alternatif. Didalam penelitian ini, peneliti menetapkan responden yang terlibat sebanyak 30 responden dengan kriteria responden yang menggunakan energi listrik dalam sebuah rumah tangga. Alternatif yang diajukan adalah sebagai berikut :

1. alternatif 1 yaitu energi listrik 900 VA dari PLN
2. alternatif 2 yaitu energi listrik 900 VA dari tenaga matahari
3. Alternatif 3 yaitu energi listrik dari PLN dan matahari (*Hybrid*)



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. SPESIFIKASI SUMBER ENERGI

Setiap sumber Energi mempunyai karakteristik atau spesifikasi yang berbeda. PLN bersifat yang berarus kuat sedangkan Energi yang menggunakan Hybrid bersifat arus lemah, untuk itu digunakan Instalasi yang sama dengan bahan yang berbeda. Spesifikasi ditunjukkan dalam tabel di bawah ini :

4.1.1 SPESIFIKASI PLN

Spesifikasi sumber tenaga dari PLN untuk kebutuhan rumah tangga adalah sebagai berikut :

TARIF DASAR LISTRIK UNTUK KEPERLUAN RUMAH TANGGA

No	Gol. Tarif	Batas Daya	Biaya Beban		Pra Bayar (Rp/Kwh)
			Biaya Beban (Rp/kVA/Bln)	Biaya Pemakaian (Rp/Kwh)	
1	R-1/ TR	450 VA	11.000	0 - 30 kwh : 169 30- 60 kwh : 360 Di atas 60 kwh : 495	415
2	R-1/TR	900 VA	20.000	0 – 30 kwh : 275 20 – 60 kwh : 445 Diatas 60 kwh : 495	605
3	R-1/TR	1.300 VA	*)	790	790
4	R-1/TR	2.200 VA	*)	795	795
5	R-2/TR	3.500 s.d 5.500 VA	*)	890	890
6	R-3/TR	6.600 VA ke atas	*)	H1 x 890 H2 x 1.380	1.330

Catatan :

*) Diterapkan Rekening Minimum (RM) :

$$RM 1 = 40 \text{ (jam nyala) } \times \text{ Daya Tersambung (kVA) } \times \text{ biaya Pemakaian}$$

***) Diterapkan Rekening Minimum (RM) :

$$RM 2 = 40 \text{ (jam nyala) } \times \text{ Daya Tersambung (kVA)} \times \text{ Biaya Pemakaian}$$

Blok I.

Jam Nyala : Kwh perbulan per bulan dibagi dengan kVA tersambung.

H1 : Presentase batas hemat terhadap jam nyala rata – rata nasional x
daya tersambung (kVA)

H2 : Pemakaian listrik (Kwh) – H1

(Sumber : “Peraturan Menteri ESDM”)

4.1.2 SPESIFIKASI SOLAR CELL

Prinsip kerja dari solar cell dengan Energi Panas matahari di serap oleh solar Cell dan di ubah menjadi DC sekitar 21.6 V dan di hubungkan ke Solar Charge Controller (untuk menstabilkan tegangan DC 13.5V output nya) dan di salurkan ke ACCU (untuk Cas) dan di hubungkan ke inverter (untuk mengubah 13.5V ke 220 Volt. Jika cuaca cerah penyerapan energi secara maximum dapat memberikan daya listrik yang sanggup mengoperasikan alat rumah tangga selama kurang lebih 5 jam, dalam charge selama 10 jam.

Spesifikasi yang biasanya digunakan dalam solar cell adalah sebagai berikut

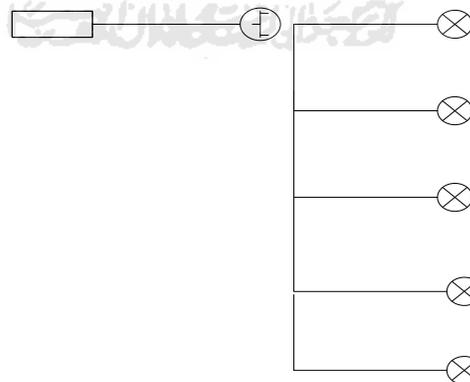
1. Prm : 450 WP
2. Max Voltage : 1000 Volt
3. Size : P 148 x L 57 x Tebal 7 cm
4. Berat : 7 Kg

4.2 SKEMA INSTALASI

Dilihat dari jenis sumber energi, maka setiap sumber energi mempunyai desain skema instalasi yang berbeda pula.

4.2.1 SKEMA INSTALASI LISTRIK BERSUMBER PLN

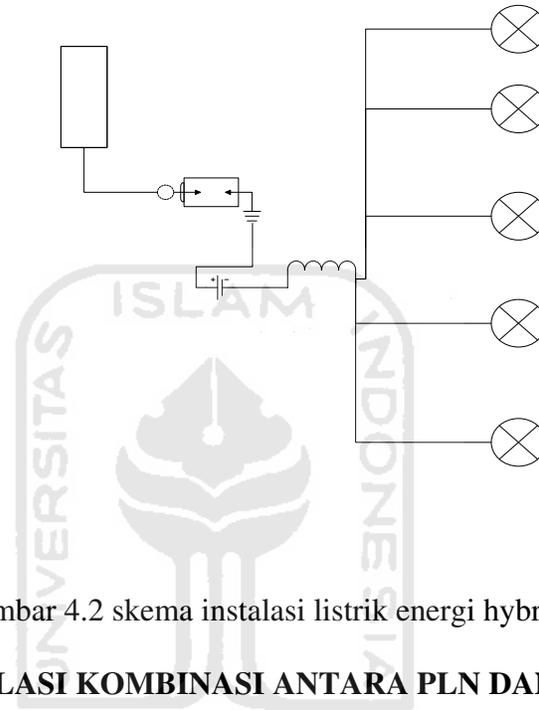
Desain skema instalasi listrik yang bersumber PLN berarus kuat, mempunyai desain skema instalasi sebagai berikut :



Gambar 4.1 Skema Instalasi listrik PLN

4.2.2 SKEMA INSTALASI LISTRIK BERSUMBER HYBRID

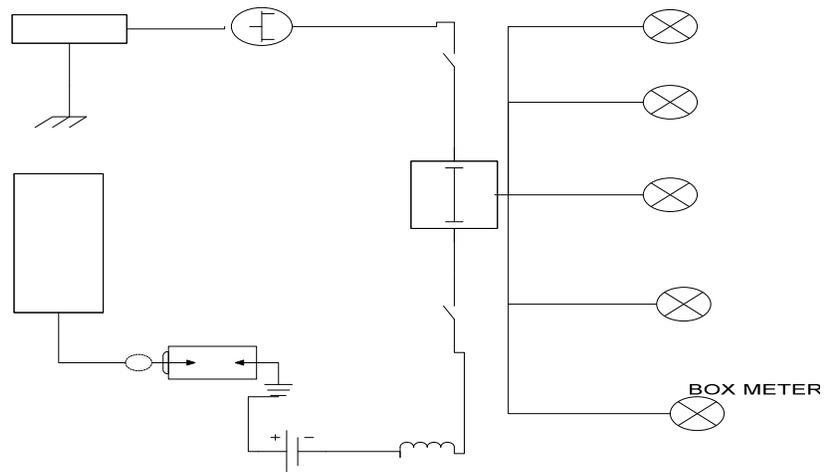
Desain skema instalasi listrik bersumber Hybrid berarus lemah mempunyai desain skema instalasi sebagai berikut :



Gambar 4.2 skema instalasi listrik energi hybrid

4.2.3 SKEMA INSTALASI KOMBINASI ANTARA PLN DAN HYBRID PANEL SURYA

Skema yang dibuat adalah mengkombinasikan antara listrik dari PLN dengan listrik yang bertenaga hybrid sebagai energi cadangan. Adapun instalasi sebagai berikut :



Gambar 4.3 skema instalasi kombinasi

GROUND

PANEL SURYA

4.3 BIAYA PEMBUATAN INSTALASI

4.3.1 INSTALASI PLN

Dalam pembuatan instalasi listrik rumah tangga yang menggunakan sumber Energi PLN diperlukan rincian biaya sebagai berikut :

1. Biaya Pemasangan : Rp 2.500.000 (termasuk 3 titik lampu + 1 steker)
2. Biaya Instalasi : Rp 200.00 / titik
 - a. 5 titik lampu : Rp 1.000.000
 - b. 4 steker : Rp 800.000

REGULATOR

4.3.2 INSTALASI SOLAR CELL

Instalasi Solar Cell diperlukan dalam kebutuhan rumah tangga adalah sebagai berikut :

1. Panel surya : Rp 3.000.000
2. ACCU Batery : Rp 750.000
3. Regulator : Rp 150.000

4.4 KEBUTUHAN ENERGI SETIAP RUMAH TANGGA

Kebutuhan Daya / Energi rata – rata setiap rumah tangga dapat dihitung dari tabel di bawah ini :

Tabel 4.2 Tabel Rata – Rata Pemakaian Energi Listrik Rumah Tangga

NO	Nama Unit	Kuantitas	Besar Daya	Total Daya
1.	Lampu	2	10 Watt	20 Watt
2.	Lampu	2	20 Watt	40 Watt
3.	Lampu	4	15 Watt	60 Watt
4.	TV	1	105 Watt	105 Watt
5.	Lemari Pendingin	1	85 Watt	85 Watt
6.	Kipas Angin	1	50 Watt	50 Watt
7.	Komputer	1	400 Watt	400 Watt
8.	Rice Cooker + Magic Com	1	350 Watt	350 Watt
9.	Mesin Cuci	1	280 Watt	280 Watt

Sumber : “ Kompas.com

4.5 BIAYA YANG HARUS DIKELUARKAN

4.5.1 MENGGUNAKAN SUMBER ENERGI PLN

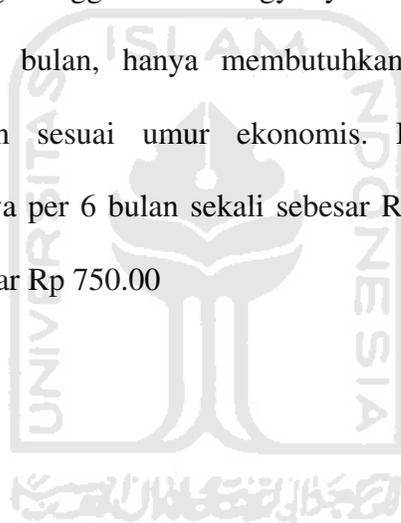
Untuk mencari kwh tiap unit : $\left[\frac{\text{dayaxlamapemakaian}}{1000} \right] \times 31 = \text{kwh}$

1. 2 buah lampu 10 watt : $\left[\frac{20 \times 11}{1000} \right] \times 31 = 6,82 \text{ kwh}$
2. 2 buah lampu 20 watt : $\left[\frac{40 \times 11}{1000} \right] \times 31 = 13,64 \text{ kwh}$
3. 4 buah lampu 15 watt : $\left[\frac{60 \times 11}{1000} \right] \times 31 = 20,46 \text{ kwh}$
4. 1 buah TV : $\left[\frac{105 \times 8}{1000} \right] \times 31 = 26,04 \text{ kwh}$
5. 1 buah lemari pendingin : $\left[\frac{85 \times 24}{1000} \right] \times 31 = 63,24 \text{ kwh}$
6. 1 buah kipas angin : $\left[\frac{50 \times 8}{1000} \right] \times 31 = 12,4 \text{ kwh}$
7. 1 buah komputer : $\left[\frac{400 \times 6}{1000} \right] \times 31 = 74,4 \text{ kwh}$
8. 1 buah Rice cooker : $\left[\frac{350 \times 1}{1000} \right] \times 31 = 10,85 \text{ kwh}$
9. 1 buah mesin cuci : $\left[\frac{280 \times 1}{1000} \right] \times 31 = 17,36 \text{ kwh}$

Total Daya yang di butuhkan rata - rata setiap rumah tangga sebesar : 245, 39 kWh. Biaya yang dikeluarkan setiap bulan jika menggunakan listrik yang berkapasitas 450 VA adalah Rp 75.819, sedangkan untuk listrik yang berkapasitas 900 VA harus mengeluarkan biaya tiap bulanya : Rp 101.588

4.5.2 MENGGUNAKAN SUMBER ENERGI HYBRID

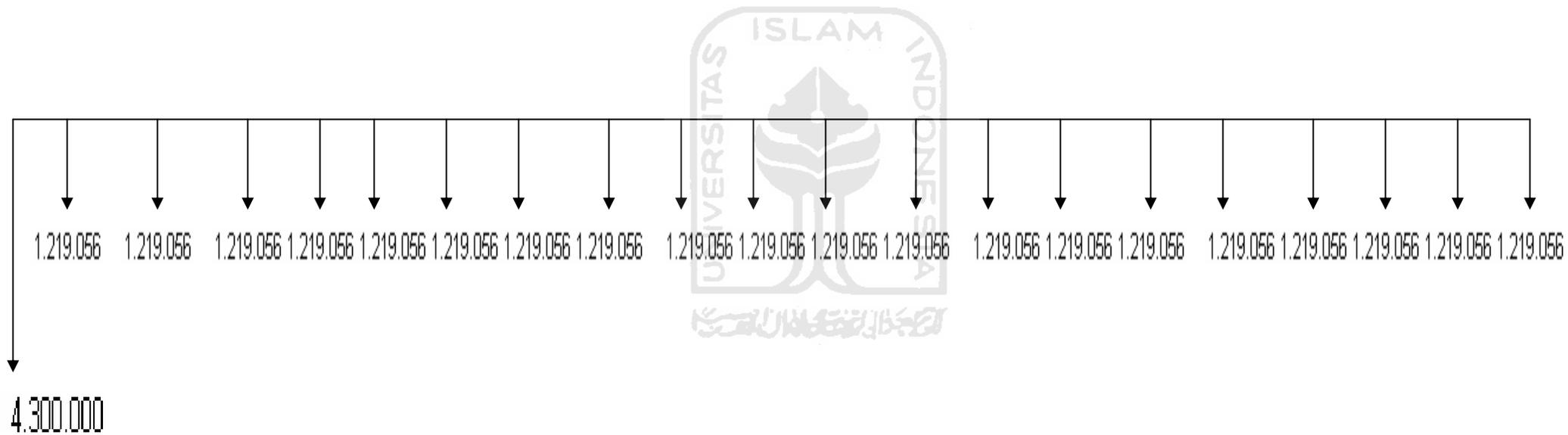
Untuk energi yang menggunakan energy Hybrid tidak ada biaya rutin yang harus dikeluarkan per bulan, hanya membutuhkan perawatan berkala dan penggantian komponen sesuai umur ekonomis. Biaya perawatan berupa pembersihan panel surya per 6 bulan sekali sebesar Rp 50.000 dan penggantian per 5 tahun sekali sebesar Rp 750.00



4.6 CASH FLOW PENGELUARAN

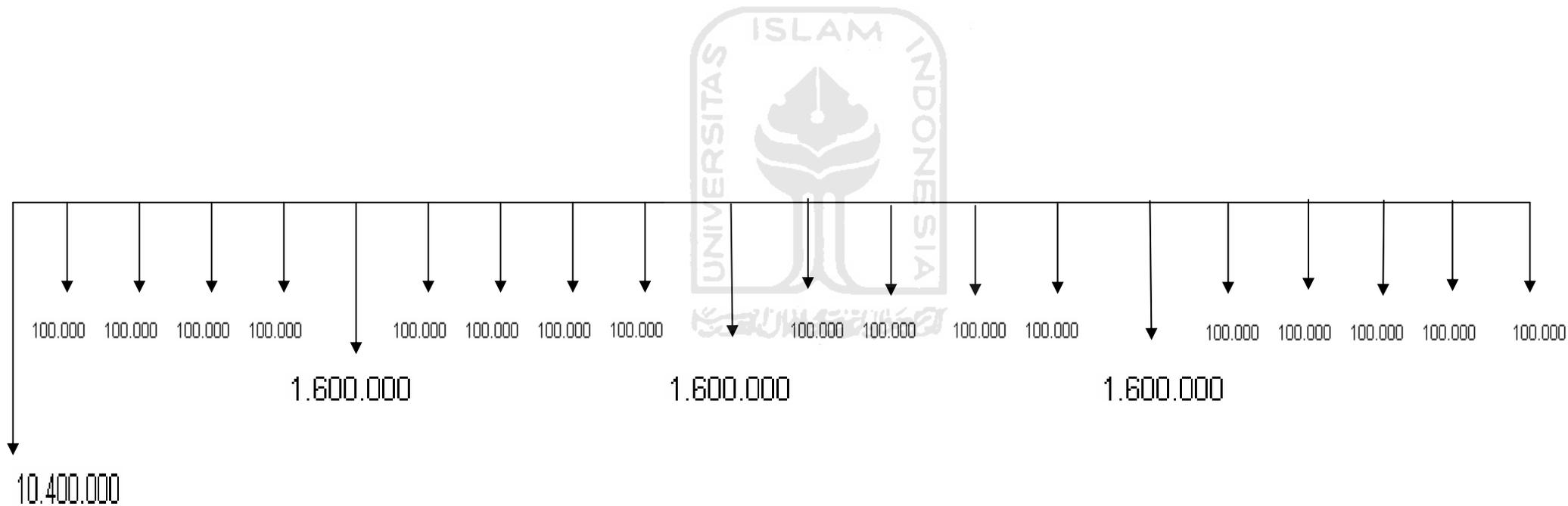
4.6.1 LISTRIK PLN 900 VA

Biaya pertahun pengeluaran : Rp 101. 588 x 12 = Rp 1.219.056



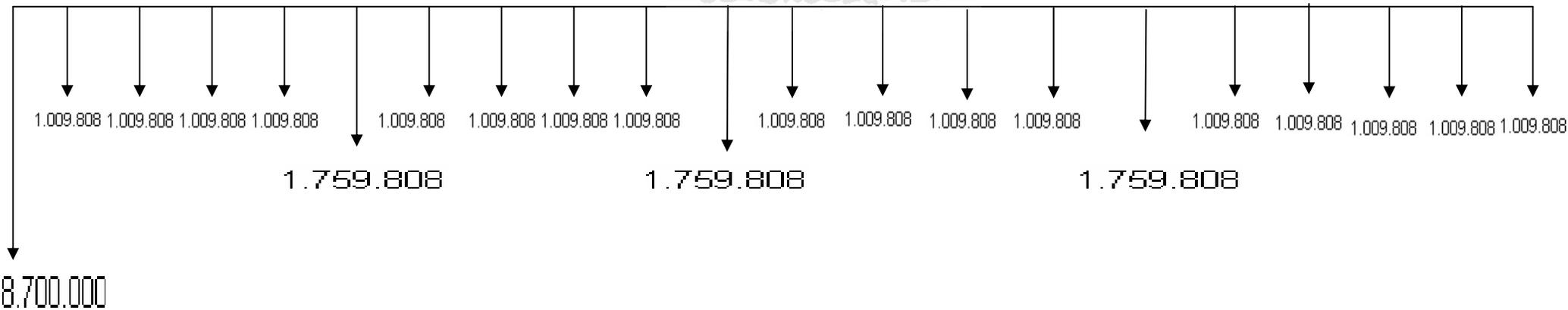
4.6.2 ENERGY HYBRID

Energi yang menggunakan energi hybrid hanya mengeluarkan biaya operasional secara berkala yaitu tiap enam bulan sebesar Rp 50.000 dan penggantian battery selama 5 tahun sekali.



4.6.3 ENERGI KOMBINASI

Biaya Pengeluaran per tahun : $\text{Rp } 75.819 \times 12 = \text{Rp } 909.828$, biaya pertahun ditambah biaya perawatan berkala panel surya $\text{Rp } 100.000$ dan per 5 tahun penggantian battery $\text{Rp } 750.000$



4.7 Perhitungan Analisis Ekonomi

4.7.1 Analisis NPV (*Net Present Value*)

Metode NPV digunakan untuk menghitung selisih antara nilai tunai kas masuk bersih yang diterima selama umur ekonomis dengan nilai investasi yang dilakukan dengan memperhatikan nilai waktu dari aliran kas masuk bersih atas dasar tingkat pengembalian yang diinginkan ($i = 20\%$), rumus yang digunakan

$$NPV = -A_0 + \sum_{t=0}^n \frac{A_t}{(1+i)^t} + \frac{SV}{(1+i)^t}$$

Dimana = i : Discount Rate (tingkat bunga)

A_t : Aliran kas pada periode t

t : Periode Aliran Kas

A_0 : Investasi Awal

SV : Nilai Sisa

a. Alternatif 1 (Sumber Energi PLN 900 VA)

Tabel 4.3 Perhitungan NPV untuk PLN 900 VA

tahun ke-n	proceeds	$i = 20\%$	PV
0	-4300000	1	-4300000
1	-1219066	0,8333	-1015847,69
2	-1219066	0,6944	-846519,43
3	-1219066	0,5787	-705473,49
4	-1219066	0,4823	-587955,53
5	-1219066	0,4019	-489942,62
6	-1219066	0,3349	-408265,20
7	-1219066	0,2791	-340241,32
8	-1219066	0,2326	-283554,75
9	-1219066	0,1938	-236254,99

Lanjutan Tabel 4.3

10	-1219066	0,1615	-196879,15
11	-1219066	0,1346	-164086,28
12	-1219066	0,1122	-136779,20
13	-1219066	0,0935	-113982,67
14	-1219066	0,0779	-94965,24
15	-1219066	0,0649	-79117,38
16	-1219066	0,0541	-65951,47
17	-1219066	0,0451	-54979,87
18	-1219066	0,0376	-45836,88
19	-1219066	0,0313	-38156,76
20	-1219066	0,0261	-31817,62
		Jumlah	-14088788
		Rerata	-704439,4

b. Alternatif 2 (Sumber Energi Surya)

Tabel 4.4 Perhitungan NPV untuk Energi suya

tahun ke-n	proceeds	I = 20%	PV
0	-10400000	1	-10400000
1	-100000	0,8333	-83330
2	-100000	0,6944	-69440
3	-100000	0,5787	-57870
4	-100000	0,4823	-48230
5	-1600000	0,4019	-643040
6	-100000	0,3349	-33490
7	-100000	0,2791	-27910
8	-100000	0,2326	-23260
9	100000	0,1938	19380
10	-1600000	0,1615	-258400
11	-100000	0,1346	-13460
12	-100000	0,1122	-11220
13	-100000	0,0935	-9350
14	-100000	0,0779	-7790
15	-1600000	0,0649	-103840
16	-100000	0,0541	-5410
17	-100000	0,0451	-4510
18	-100000	0,0376	-3760
19	-100000	0,0313	-3130
20	-100000	0,0261	-2610
		Jumlah	-10236608
		Rerata	-511830,4

c. Alternatif 3 (Sumber Energi Hybrid)

Tabel 4.5 Perhitungan NPV untuk energi Hybrid

tahun ke-n	proceeds	I = 20%	PV
0	-8700000	1	-8700000
1	-1009808	0,8333	-841473,00
2	-1009808	0,6944	-701210,67
3	-1009808	0,5787	-584375,88
4	-1009808	0,4823	-487030,39
5	-1759808	0,4019	-707266,83
6	-1009808	0,3349	-338184,69
7	-1009808	0,2791	-281837,41
8	-1009808	0,2326	-234881,34
9	-1009808	0,1938	-195700,79
10	-1759808	0,1615	-284208,99
11	-1009808	0,1346	-135920,15
12	-1009808	0,1122	-113300,45
13	-1009808	0,0935	-94417,04
14	-1009808	0,0779	-78664,04
15	-1759808	0,0649	-114211,53
16	-1009808	0,0541	-54630,61
17	-1009808	0,0451	-45542,34
18	-1009808	0,0376	-37968,78
19	-1009808	0,0313	-31606,99
20	-1009808	0,0261	-26355,98
	Jumlah		-11790670
	Rerata		-589533,5

4.7.2 Analisis BCR (*Benefit Cost Ratio*)

Benefit Cost Ratio adalah perbandingan nilai ekuivalen semua manfaat terhadap nilai ekuivalen semua biaya. Perhitungan nilai ekuivalen dapat dilakukan menggunakan salah satu dari analisis nilai sekarang, nilai waktu yang datang atau nilai tahunan

$$B/C = \frac{PW_{\text{manfaat}}}{PW_{\text{biaya}}} = \frac{FW_{\text{manfaat}}}{FW_{\text{biaya}}} = \frac{AW_{\text{manfaat}}}{FW_{\text{biaya}}}$$

a. Alternatif 1

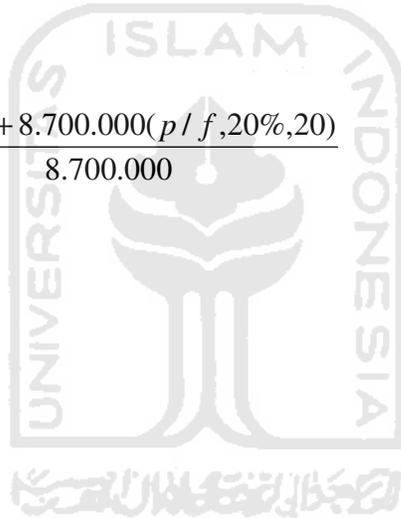
$$B/C = \frac{1.219.066 + 4.300.000(p/f, 20\%, 20)}{4.300.000} \quad : 1,1$$

b. Alternatif 2

$$PI = \frac{100.000 + 10.400.000(p/f, 20\%, 20)}{10.400.000} \quad : 1,4$$

c. Alternatif 3

$$PI = \frac{1009808 + 8.700.000(p/f, 20\%, 20)}{8.700.000} \quad : 1,7$$



4.8 Hasil Rekap Kuisisioner

Pertanyaan yang digunakan untuk pengisian kuisisioner hanya digunakan untuk mengetahui minat pelanggan untuk memilih alternatif mana yang akan dipilih, adapun pertanyaan sebagai berikut :

1. Jika di Rumah anda (Bapak/ Ibu/ Saudara) menggunakan sumber Energi

Listrik, energi manakah yang anda pilih?

- a. Energi Listrik Bersumber dari PLN 900 VA
- b. Energi Listrik bersumber dari Energi Matahari
- c. Energi Listrik Kombinasi antara PLN dan Energi Matahari (Hybrid).

Menurut Azwar, responden yang diperlukan sebanyak 30 orang sudah cukup mewakili untuk menguatkan pernyataan penelitian. Hasil rekapitulasi adalah sebagai berikut :

$$\text{Prosentase} : \frac{7}{30} \times 100\% = 23.3 \%$$

Opsi	Jumlah	Prosentase
A	7	23,3 %
B	8	26,7%
C	15	50 %

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 DESAIN SKEMA RANGKAIAN

Untuk skema rangkaian listrik hampir sama antara yang menggunakan Listrik dari PLN dan Listrik yang bersumber dari energi surya, yang membedakan hanyalah jenis kabel dan perangkat elektronik. Sedangkan untuk rangkaian hybrid yaitu 450 VA bersumber energi PLN dan 450 VA dari energi surya menggunakan tambahan alat yaitu switch open close atau saklar putus hubung bagi.

Penghubung antara listrik PLN dengan Sumber tenaga listrik adalah PHB (Panel Hubung Bagi). Alat ini berfungsi untuk menghubungkan dua sumber energi listrik dan memindah sumber energi ketika salah satu sumber energi listrik mengalami defisit energi.

Penggunaan lampu LED (Light Emitting Diode) akan lebih menghemat pemakaian energi listrik, misalnya untuk lampu neon (semua jenis lampu yang menggunakan kumparan / lilitan) 15 Watt setara dengan lampu LED sebesar 3 Watt. Selain itu umur ekonomis lebih lampu LED lebih lama kurang lebih sekitar 100.000 jam dan tergantung kondisi pemakaian. Rangkaian.

5.2 PEMBAHASAN ANALISIS KELAYAKAN

5.2.1 NPV (Net Present Value)

Untuk suatu fasilitas yang akan dibangun setidaknya harus diketahui apakah sebuah fasilitas itu layak atau tidak untuk di bangun. Dalam perhitungan ini adalah mencari sisi pengeluaran yang bernilai negatif (-) terkecil. Untuk nilai pv proceeds untuk alternatif 1 sebesar -704439.4, untuk alternative 2 sebesar - 511830.4, dan untuk alternative 3 sebesar – 589533.5. dari nilai tersebut dari disimpulkan bahwa pembangunan fasilitas untuk energi hybrid dikatakan layak.

5.2.2 BCR (Benefit Cost Ratio)

Perhitungan dari metode BCR ini mengetahui prosentase rasio keuntungan selama 20 tahun yang diasumsikan bahwa nilai ekonomis suatu perangkat listrik hybrid sudah habis. Nilai yang di peroleh selama 20 tahun dengan tingkat MARR 20 % adalah sebagai berikut

Tabel 5.1 Perbandingan nilai BCR

Alternatif	BCR (P/F, 20%, 20)
1	1.1
2	1.3
3	1.7

Dilihat dari tabel, dapat diambil keputusan bahwa alternatif ke – 3 mempunyai nilai tertinggi yaitu 1,7 , untuk dikatakan layak nilai BCR > 1 maka dari itu alternatif 2 layak untuk dilakukan pemasangan instalasi.

5.3 QUISSIONER PENGGUNA LISTRIK

Pembagian dan pengisian quisioner yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui minat pelanggan terhadap pengembangan energi listrik hybrid. Hasil rekap quisioner adalah sebagai berikut :

Tabel 5.2 hasil rekapitulasi quisioner

Opsi	Jumlah	Prosentase
A	7	23,3 %
B	8	26,7%
C	15	50 %

Dari hasil quisioner bisa dilihat bahwa minat responden tertuju pada alternatif ke – 3 yaitu kombinasi antara energi listrik PLN berdaya 450 VA dan energi Hybrid 450 VA, dari segi sisi keamanan alternative ke – 3 memang lebih kompleks, Energi listrik masih di gunakan tetapi energi hybrid digunakan sebagai cadangan, ketika listrik dari PLN padam maka beralih menggunakan energi hybrid. Tetapi untuk penekanan biaya dan efektif pemanfaatan energi hybrid 900 VA yang ada pada alternatif 2.

Bisa dibayangkan apabila pelanggan Indonesia beralih ke energi surya atau system energi hybrid maka tidak mustahil jika kekurangan energi dapat diatasi. Jika dihitung, misalkan penduduk Indonesia yang menggunakan listrik PLN untuk rumah tangga di tahun 2008 sebanyak 50.184.187 penduduk (*sumber : badan Pusat Statistik*) seandainya setiap rumah di pasang energi hybrid dan bisa menghemat 200 Watt perhari, atau sebesar Rp 2.573

5.4 KELEMAHAN PERANGKAT SURYA

Dari beberapa keunggulan dalam pembuatan listrik dengan sistem hybrid terdapat juga beberapa kelemahan yaitu :

1. Masih cukup mahal harga tiap item perangkat pembangkit listrik bertenaga surya terutama pada panel surya sehingga hanya kalangan tertentu yang sanggup untung menmasang instalasi perangkat ini.
2. Dibutuhkan perawatan secara berkala sehingga untuk menjaga pasokan listrik agar tetap stabil
3. Penggantian media penunimpanan listrik seperti Battery setiap lima tahun sekali.
4. Jika cuaca dalam keadaan mendung maka penyerapan radiasi sinar matahari akan berkurang.

BAB VI

PENUTUP

6.1 KESIMPULAN

Setelah melihat dari hasil analisis penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Skema rangkaian listrik hybrid sama seperti rangkaian listrik PLN, pada sistem hybrid ditambahkan switch pengatur aliran tegangan arus listrik yang masuk.
2. Pembangunan fasilitas untuk sumber energy hybrid mempunyai nilai BCR diatas 1, maka pembangunan fasilitas pembangkit listrik hybrid layak.
3. Penghematan yang dihasilkan dengan menggunakan energy hybrid sebesar 200 Watt setiap rumah atau sebesar Rp 2.573

6.2 SARAN

Dengan melihat apa yang telah teliti maka :

1. Untuk Penghematan energi lebih efektif menggunakan energi hybrid jika tinggal di perkotaan atau daerah yang masih terjangkau listrik PLN. Energi surya digunakan sebagai backup power ketika terjadi penurunan atau pemadaman listrik PLN.
2. Untuk menghemat listrik penggunaan lampu LED lebih efisien dari pada lampu yang menggunakan kumparan atau lilitan

3. Pengurangan polusi akibat proses pembakaran dapat memberikan kualitas udara yang bersih dan mendukung program pemerintah dalam menggalakan gerakan langit biru.



DAFTAR PUSTAKA

- Azwar, S. 2007. *Metodologi Penelitian Sosial*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta
- Feller, G. India Building Large-Scale Solar Thermal Capacity.
<http://www.ecoworld.org/Home/Articles2.cfm?TID=325>
- Fitriana, I. 2003. *Evaluation of Socio-Economic Aspects Of Solar Home System Programme Implementation In Indonesia*.
- Hadar, I. 2005. Keluar dari Ketergantungan (Pasar) BBM. *Harian Kompas Tanggal 11 Oktober*.
- Hankins, M. 1991. *Small Solar Electric Systems for Africa*. Motif Creative Arts, Ltd. Kenya.
- Husnan, S., Suwarsono. 1994. *Studi Kelayakan Proyek, Edisi Revisi*. Unit Penerbit Percetakan AMP YKPN. Yogyakarta.
- Kumara, S., Nyoman. 2010. *Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Skala Rumah Tangga Urban dan Ketersediaanya di Indonesia*. Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Udayana. Bali
- Lubis, A., Sudrajat, A. 2006. *Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik*. BPPT Press, Jakarta
- Manan, S. *Energi Matahari, dan Sumber Energi Alternatif yang Efisien, Handal dan Ramah Lingkungan*. D III Teknik Elektro UNDIP.
- Mintorogo, D. *Strategi Aplikasi Sel Surya (Pothovoltaic Cells) Pada Perumahan dan Bangunan Komersial*. Jurusan Arsitektur, Universitas Kristen Petra, Surabaya
- Raharjo, F. 2007. *Ekonomi Teknik Analisis Pengambilan Keputusan*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Rahardjo, I., Fitriana, I. *Analisis Potensi Pembangkit Tenaga Surya di Indonesia*.
- Saleh, C. 2005. *Metodologi Penelitian*. Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri. UII, Yogyakarta.
- Suryabrata, S. 1983. *Metodologi Penelitian*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

- Strong, S.J., Scheller, W.G. 1993. *The Solar Electric House*. Chelsea Green ISBN 0-9637383-2-1
- Timotius, C., et al. 2009. *Perancangan dan Pembuatan Listrik Tenaga Surya*. Teknik Elektro Universitas Pendidikan Indonesia
- Widianto, A. 2007. “Kondisi Energi Primer Indonesia” : *Pertemuan Nasional FKPT Teknik Elektro 2007*. Yogyakarta.
- _____. 2006. “International Energy Annual, Short Term Energy Outlook, : *EIA*.
- _____. 2007 “Long-term Prediction of Indonesian Coal Production, Exports and Domestic Consumption”. *Indonesian Coal Mining Association : ICMA*.
- _____. 2008. “Penduduk Menurut Perkotaan dan Pedesaan 2008” : *Biro Pusat Statistik*, <http://demografi.bps.go.id>. (Diakses Februari 2011)
- _____. 2010. “Kebijakan tarif yang disediakan oleh PT. PLN”. *Departemen Energi Sumber Daya Mineral*.



Tabel daftar pemroduksi panel surya

Perusahaan	Negara	Alamat situs
BP Solar	Inggris	www.bp.com
Bright Scenery	Cina	http://brightscenery.en.alibaba.com
e1SOL	Jerman	www.EL-SOL-tec.de
Kyocera	Amerika, Australia	www.kyocerasolar.com
New Tomorrow	Jerman	www.new-tomorrow.de
OKI	Cina, Jerman	www.oki.com
Sharp	Jepang	www.sharp-solar.com
Shinyoku		http://shinyokuled.com
SunRise Solartech	Cina	www.srsolartech.cn
SunSeap	Singapura, Jerman	www.sunseap.com
Time Valiant	Cina	www.thxny.com
Zytech	Spanyol	www.zytech.es

Tabel daftar kapasitas panel surya

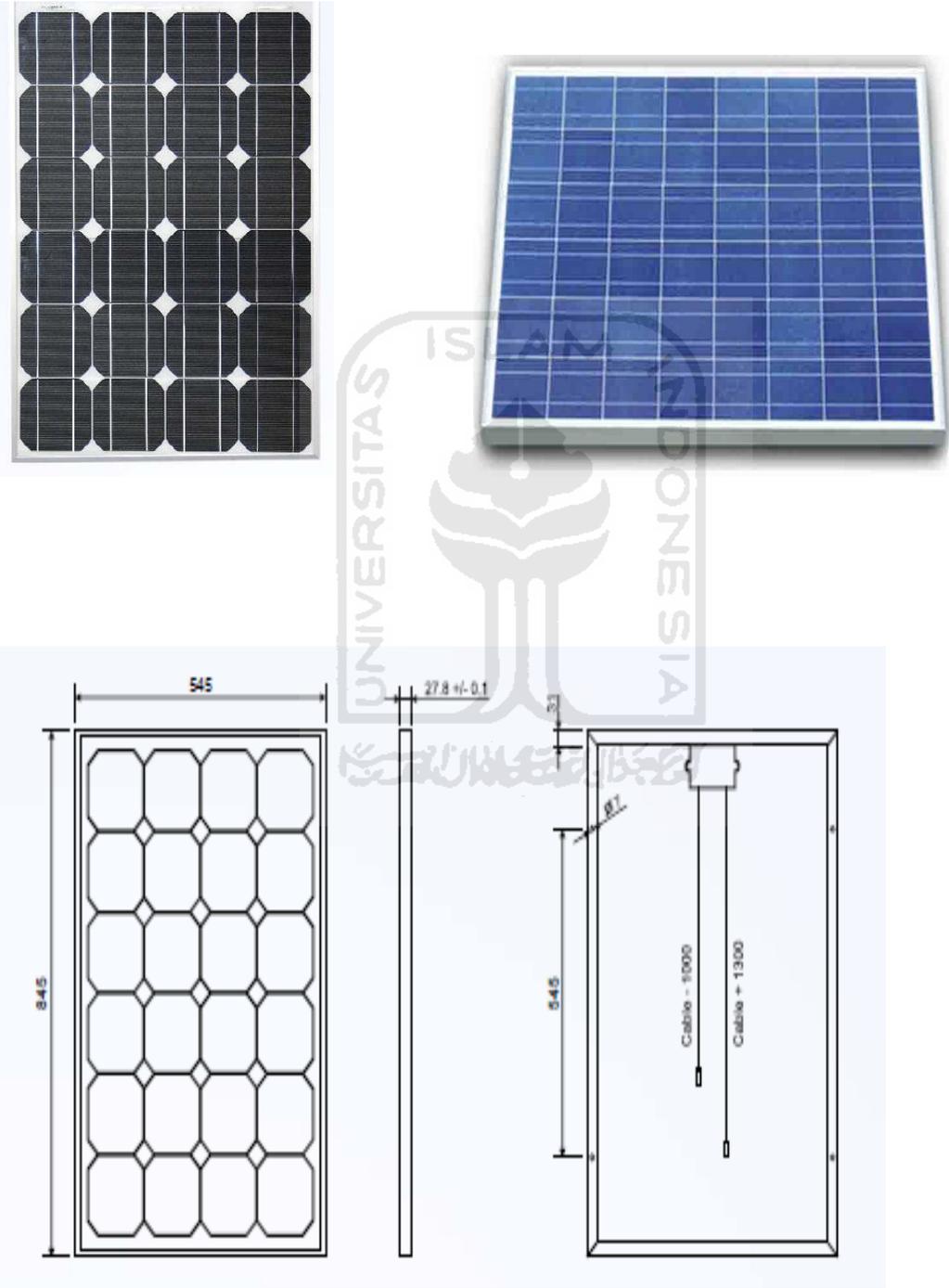
Kapasitas satu panel (Wp)	Spesifikasi							Pembuat)*
	V (V)	I (A)	P (W)	(Kg)	Ukuran (cm)			
					P	L	T	
5	16.5	0.27	5	0.8	26.9	25.1	2.3	BP Solar
10	16.8	5.9	10	1.9	42.1	26.9	2.3	BP Solar, Shinyoku
16	17.4	0.93	16	1.6	51.7	28	1.7	Kyocera
20	16.8	1.19	20	3	42.4	27.3	2.3	BP Solar, Shinyoku
21	17.4	1.21	21	2	36.7	51.2	1.7	Kyocera
30	16.8	1.78	30	3.9	59.4	50.2	5	BP Solar
32	17.4	1.84	32	2.8	51.7	51.2	1.7	Kyocera
40	17.4	2.48	43	4.5	65.2	52.6	5.4	Kyocera, BP Solar
50	17.4	3.11	54	5	65.2	63.9	5.4	Kyocera, BPSolar, Sharp, Time Valiant, New Tomorrow, Bright Scenery, Sunrise, Shinyoku, Solartech, OKI, SunSeap
65	17.4	3.75	65	6	75.1	65.2	5.4	Kyocera, BPSolar, Sharp
70	17	4.16	70	7.7	120.4	53.7	5	BPSolar
75	17	4.45	75	7.7	120.4	53.7	5	B Solar
80	17.2	4.7	80	6.1	119.7	53	1.9	BPSolar, Sharp, Zytech, eSOL, NewTomorrow, Sunrise, Solartech
85	17.4	5.02	87	8.3	100.7	65.2	5.8	Kyocera, BP Solar, Sharp, Zytech
100	14.64	6.83	100	10.5	98.9	85	4	Zytech, Sunrise, Solartech, Shinyoku
105	14.88	7.06	105	10.5	98.9	85	4	Zytech
110	15.81	6.96	110	11	132.4	67.1	4	Zytech
115	17.1	6.73	115	12	151	67.4	5	BP Solar, Zytech
120	17.57	6.83	120	12.5	148.2	67.1	4	Zytech
125	17.3	7.23	125	12	151	67.4	5	BP Solar
130	17.6	7.39	130	12.2	142.5	65.2	3.6	Kyocera, Sharp, Zytech
135	20.08	6.72	135	14	116.6	98.9	4	Zytech
140	19.76	7.09	140	14	164	67.1	4	Zytech
145	20.75	6.99	145	14	116.6	98.9	4	Zytech
155	21.17	7.32	155	14	116.6	98.9	4	Zytech
160	34.4	4.7	160	15	159.3	79	5	BP Solar, Zytech
165	23.71	6.96	170	15.5	132.4	98.9	4	Zytech
170	34.7	4.9	170	15	159.3	79	5	BP Solar, Zytech
175	26.33	6.65	175	18	148.6	99.3	5	Zytech
180	24.29	7.41	180	15.5	132.4	98.9	4	Zytech
185	26.68	6.93	185	18	148.6	99.3	5	Zytech
190	28.68	6.62	190	20	164.4	99.3	5	Zytech
195	26.95	7.24	195	18	148.6	99.3	5	Zytech
200	29.28	6.83	200	20	164.4	99.3	5	Zytech, Kyocera
205	27.32	7.5	205	18	148.6	99.3	5	Zytech
210	29.76	7.06	210	21	165.2	99.2	5	Sharp
215	29.94	7.18	215	21	165.2	99.2	5	Zytech
220	30.12	7.3	220	21	165.2	99.2	5	Zytech
225	30.36	7.41	225	21	165.2	99.2	5	Zytech
230	30.48	7.55	230	21	165.2	99.2	5	Zytech
235	30.6	7.68	235	21	165.2	99.2	5	Zytech
280	35.21	7.95	280	22	196.6	99.2	5	Zytech

)* Jika terdapat lebih dari satu merek maka data pada kolom spesifikasi adalah untuk merek/pabrikasi yang tertulis paling awal. Untuk kapasitas panel yang sama perbedaan spesifikasi antara satu produk dengan produk yang lain tidak terlalu besar. ...

Tabel daftar kapasitas inverter

Produk Inverter	Pembuat	<i>Square</i> atau <i>Modified</i>	<i>True Sine</i> <i>Wave</i>	Kapasitas (Watt)
BELL	Indonesia	x		500, 3000
BledPower	Indonesia	x	x	500, 1000
Cyceron		x	x	600, 1200, 2000
Kawachi	Taiwan		x	500, 1000
Lotway		x		500
Selectronic	Australia		x	1600, 2400, 3600
SunPower	Amerika			240, 480
Suoer	Cina			1000
Studer	Swiss		x	200, 300, 400, 500, 600, 700, 1300, 2100, 2400
Targa		x		1000
TBE		x		100, 300, 1000, 1200
Xantrex	Kanada	x	x	150, 300, 500, 1000, 1500, 1800

Gambar fotovoaltik atau panel surya



Gambar Regulator



TAMPILAN	INDIKASI
<i>diAG</i>	Proses diagnosa kondisi Battery
<i>noBt</i>	Kabel terminal Battery tidak terpasang atau tidak ada Battery
<i>12.60</i>	Besarnya tegangan Battery yang diukur. Contoh 12.60 Volt
<i>86.89</i>	Menunjukkan performa Battery Contoh 86.89%
<i>Err1</i>	Error 1: Performa Accu < 80% beberapa sel Battery rusak
<i>Error</i>	Kabel terminal Battery terpasang terbalik positif dan negatifnya
<i>bAd</i>	Battery sangat jelek dan sel tidak bisa menyimpan listrik (Rusak)
<i>FULL</i>	Battery sudah terisi penuh. Proses pengisian Battery selesai.

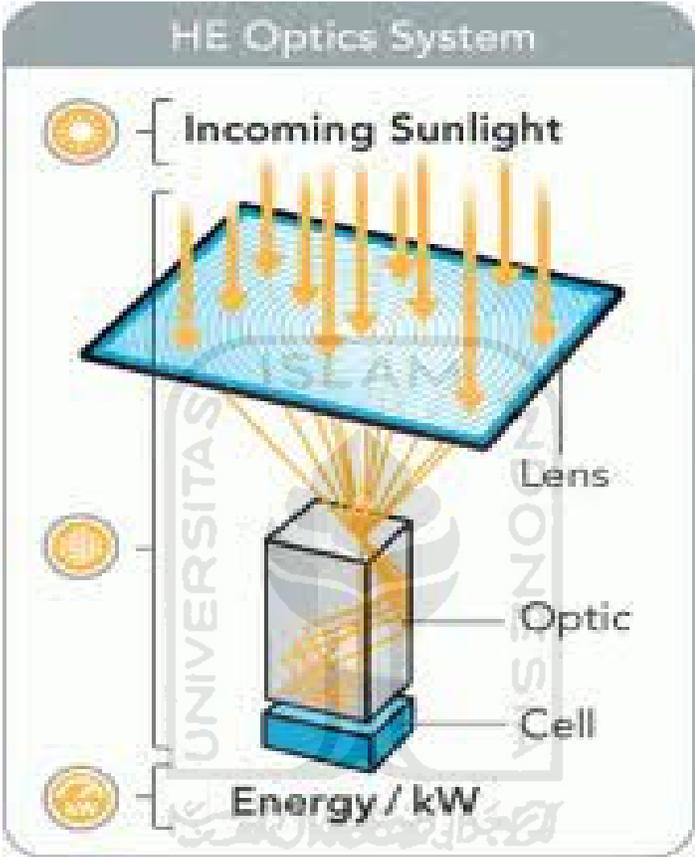
Gambar battery MF 12 V



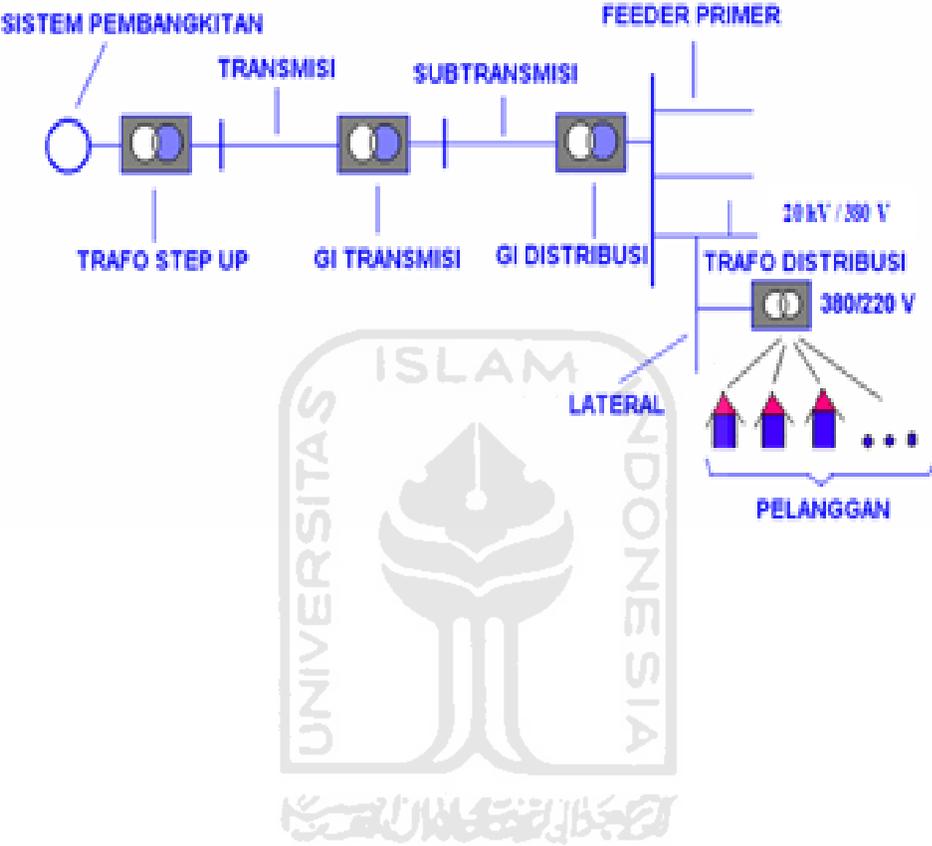
Konsep Rumah Pintar



Karakteristik Panel Surya



Jalur Distribusi Listrik PLN



Hasil Pengisian kuisisioner

No	Nama	Opsi yang dipilih
1	Sargito	C
2	Sardiyanto	B
3	Sukoco	C
4	Mulyanto	B
5	Kasmo	C
6	Krisna	C
7	Heru	A
8	Widjanarko	B
9	Anang Irawan	C
10	Rully	A
11	R. Agus Alamsanjaya	C
12	Sailin	A
13	Barwanto	B
14	Sri Mulatsih	A
15	Herprobo Pranowo	C
16	Muhaeri	C
17	Nurhadi	A
18	Setya Budi	C
19	Muji Raharja	A

20	Suminto	A
21	Marsudi	C
22	R. Kunto Suryo	C
23	Ali Sadewo	B
24	Aris Sukresna	C
25	Suharno	B
26	Suyitno	B
27	Tri Swasana	C
28	Sulistyo	C
29	Irawan	C
30	Suyatno	B



SURVEY QUISSIONER

Nama Responden :

Sumber energi rumah :

Kapasitas :

1. Jika di Rumah anda (Bapak/ Ibu/ Saudara) menggunakan sumber Energi

Listrik, energi manakah yang anda pilih?

- a. **Energi Listrik Bersumber dari PLN 900 VA**
- b. **Energi Listrik bersumber dari Energi Matahari**
- c. **Energi Listrik Kombinasi antara PLN dan Energi Matahari
(Kombinasi)**

