

**ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI PROYEK PLTS ON-GRID
1,881 MWP DI JAWA TIMUR**

(Tugas Akhir)

Oleh :

**Cici Anisa
(19734008)**



**POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI PROYEK PLTS ON-GRID
1,881 MWP DI JAWA TIMUR**

Oleh

**Cici Anisa
NPM 19734008**

Tugas Akhir Mahasiswa

Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Mencapai Gelar Sarjana Terapan Teknik (S. Tr. T)
Pada
Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri
Jurusan Teknologi Pertanian



**POLITEKNIK NEGERI LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Tugas Akhir Mahasiswa : Analisis Kelayakan Ekonomi Proyek PLTS On-Grid 1,881 MWp di Jawa Timur
2. Nama Mahasiswa : Cici Anisa
3. Nomor Pokok Mahasiswa : 19734008
4. Program Studi : Teknologi Rekayasa Kimia Industri
5. Jurusan : Teknologi Pertanian



Didik Kuswadi, S.TP., M.Si.
NIP 196901161994021001

Tanggal Ujian :15 Agustus 2023

HALAMAN PERSETUJUAN

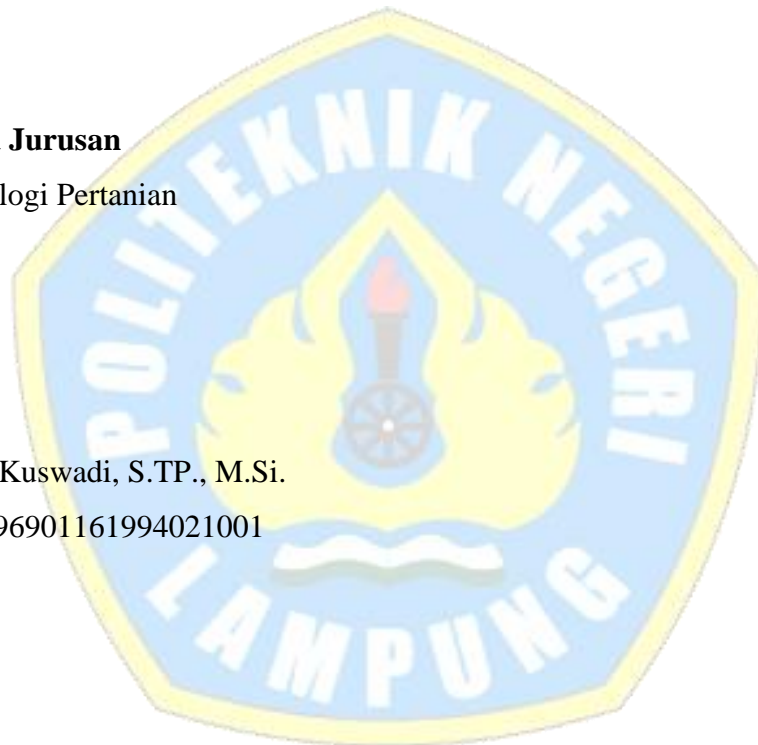
1. Tim Penguji

Penguji I : Devy Cendekia, S.Si., M.Si.

Penguji II : Yeni Variyana, S.T., M.T.

2. Ketua Jurusan Teknologi Pertanian

Didik Kuswadi, S.TP., M.Si.
NIP 196901161994021001



Tanggal Lulus Ujian Ujian Tugas Akhir : 15 Agustus 2023

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Cici Anisa

NPM : 19734008

Program Studi : Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Jurusan : Teknologi Pertanian

dengan ini menyatakan bahwa judul Tugas Akhir “ Analisis Kelayakan Ekonomi Proyek PLTS On-Grid 1,881 MWp di Jawa Timur” benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 24 Agustus 2023
Yang membuat pernyataan,

Cici Anisa
19734008

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada tanggal 18 Agustus 2002 di Way Kanan. Penulis merupakan anak kelima dari enam bersaudara dari pasangan Ayahanda Edi Mistari dan Ibunda Marhamah. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Bandar Sari pada tahun 2013, sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Way Tuba pada tahun 2016, dan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Way Tuba pada tahun 2019. Pada bulan Juli tahun 2018, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Politeknik Negeri Lampung Jurusan Teknologi Pertanian Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri (TRKI) melalui jalur Penelusuran Minat dan Kemampuan–Politeknik Negeri (PMDK-PN) Selama menjalani pendidikan di Politeknik Negeri Lampung penulis aktif dalam organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) sebagai Wakil Menteri Kementerian Energi Sumber Daya Mahasiswa pada tahun 2020–2021. Selain itu, penulis juga aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknologi Rekayasa Kimia Industri (HIMATEKIN) sebagai Kepala Departemen Sosial Masyarakat pada tahun 2021. Untuk organisasi luar kampus, penulis juga aktif dalam Badan Koordinasi kegiatan Mahasiswa Teknik Kimia se–Indonesia (BKKMTKI Daerah I) sebagai anggota Riset dan Teknologi. Penulis tercatat sebagai penerima Beasiswa Bidikmisi pada tahun 2019-2023. Penulis telah melaksanakan Praktik Kerja Nyata (PKN) selama 27 hari di Desa Tanjung Agung, Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan. Penulis juga telah menyelesaikan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT Krakatau Tirta Industri selama 1 bulan dan 2 bulan di PT Krakatau Tirta Operasi dan Pemeliharaan Kota Cilegon Banten, serta telah menjalani program Magang dan Studi Independen (MSIB) di Kementerian ESDM dalam program Gerakan Inisiatif Listrik Tenaga Surya PT Lembaga Energi Indonesia selama lima bulan (Februari s.d. Juni tahun 2023).

MOTO

“Janganlah kamu berduka cita, sesungguhnya Allah selalu bersama kita”

(Q.S. At-Taubah ayat 40)

“Barang siapa yang mengerjakan kebaikan sekecil apapun, niscaya dia akan melihat (balasan)nya”

(Q.S. Al-Zalzalah ayat 7)

“Gagal bukan berarti tidak berhasil, jadikanlah kegagalanmu sebagai pemantik semangatmu”

(Cici Anisa)

PERSEMBAHAN

Saya persembahkan tugas akhir ini kepada kedua orang tua yang luar biasa Ibunda Marhamah dan Ayahanda Edi Mistari, kedua orang yang sangat saya kasih yang tiada hentinya memberi dukungan dalam hal apapun, kasih sayang yang tulus, motivasi dan lantunan doa yang selalu mempermudah urusan saya sampai berada di tahap ini. Kepada saudara-saudari kandung saya Vina Restiani, Fajar Febrianto, Anton Supriono, Rani Erliana dan adik saya Aden Algofiki yang luar biasa memberikan banyak dukungan dan memotivasi dalam menyelesaikan masa studi yang tidak mudah.

Tugas akhir ini bukan hanya sebuah karya tulis ilmiah, tetapi sebuah persembahan untukmu. Terima kasih Haris Fathur Rahman atas semangat dan dorongan yang telah diberikan kepadaku serta kebaikan, kesabaran, dan cinta yang memberi saya kekuatan untuk menyelesaikan perjalanan ini.

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada sahabat saya Marisa Ulfa, Tiara Salsabila, Hesti Nurul Khofifah, Nurma Dewi, Sekar Anggieta Aksari, Ulfa Latifatul Jannah dan teman seperjuangan angkatan 2019 yang telah kebersamai sejak awal perkuliahan, memberikan arahan, mendengarkan serta memberi semangat dalam menjalankan masa studi.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk diri saya sendiri. Terimakasih sudah berani memulai, terima kasih untuk tidak berhenti sebelum waktunya, dan terima kasih telah menyelesaikan banyak hal.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Kelayakan Ekonomi Proyek PLTS *On-Grid* 1,881 MWp di Jawa Timur” dengan baik dan sesuai dengan apa yang diharapkan. Sholawat dan salam tidak lupa selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad Shalallahu ‘Alaihi Wa Sallam beserta keluarga, sahabat, dan seluruh umatnya. Penyusunan tugas akhir ini menjadi salah satu syarat guna mencapai gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T) pada Jurusan Teknologi Pertanian, Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Politeknik Negeri Lampung.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Saroni, M.Si. selaku Direktur Politeknik Negeri Lampung.
2. Bapak Didik Kuswadi, S.T.P., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung.
3. Ibu Dewi Ermaya, S.T.P., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri.
4. Ibu Livia Rhea Alvita, S.Si., M.Si selaku Pembimbing I yang telah bersedia membimbing dan mengarahkan penulis selama menyusun Tugas Akhir dan memberikan banyak ilmu serta solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Yeni Ria Wulandari, ST., M.Sc. selaku dosen Pembimbing II yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu dosen Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.

7. Kedua orang tua, ayah tercinta Edi Mistari dan ibu tersayang Marhamah yang telah memberikan dukungan baik morel maupun materiel serta doa yang tiada henti kepada penulis.
8. Teman–teman seperjuangan angkatan 2019 Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang selama ini selalu mendampingi dan membantu penulis dari awal masuk kuliah sampai bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Terakhir, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang terlibat menjadi *support sistem* bagi penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa hasil penulisan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak.

Bandar Lampung, Agustus 2023

Cici Anisa

ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI PROYEK PLTS ON-GRID 1,881 MWP DI JAWA TIMUR

Oleh

Cici Anisa

RINGKASAN

Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) telah menjadi topik yang semakin relevan dan menarik perhatian di industri saat ini. Banyak industri menengah hingga besar di Indonesia yang mulai tertarik untuk menerapkan PLTS pada lahan usaha mereka. Salah satu PT yang berada di kawasan industri Ngoro Jawa Timur merupakan pelaku industri besar yang tertarik untuk menerapkan PLTS pada jaringan listrik mereka. PT tersebut memasang PLTS kapasitas 1,8 MWp dengan sistem *On-Grid*. Dalam hal ini penulis melakukan analisa kelayakan ekonomi dengan dua metode skema bisnis yaitu secara *Up-front* dan *Leasing*. Metode *up-front* merupakan pembiayaan dimana perusahaan menggunakan dana internal yang sudah ada tanpa meminjam dana dari pihak lain untuk membiayai proyek atau investasi sedangkan *leasing* merupakan pembiayaan dimana perusahaan menyewa aset yang diperlukan untuk proyek daripada membelinya. Analisis ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan nilai dari parameter kedua metode tersebut. Adapun parameter yang digunakan yaitu IRR (*Internal Rate of Return*), NPV (*Net Present Value*), DPP (*Discounted Payback Period*), dan BCR (*Benefit Cost Ratio*). Pada analisa ekonomi yang dilakukan dengan metode *Up-front* didapatkan nilai dari IRR sebesar 23%, NPV Rp17.529.993.567, DPP 7,7 tahun dan BCR 2,1. Sedangkan dengan metode *Leasing* diperoleh nilai IRR sebesar 20,91%, NPV Rp10.830.020.558, DPP 8,8 tahun dan BCR 1,8. Oleh karena itu, dari dua metode analisis yang dilakukan baik *up-front* maupun *leasing* pada proyek pemasangan PLTS di Ngoro Jawa Timur layak (*feasible*) untuk dijalankan.

Kata kunci: PLTS, *on-grid*, *up-front*, *leasing*.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Kerangka Pemikiran	3
1.5 Hipotesis	4
1.6 Kontribusi Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PLTS.....	5
2.1.1 Prinsip kerja Panel Surya	5
2.1.2 Jenis-jenis Sistem PLTS.....	6
2.1.3 Komponen-komponen pada PLTS.....	9
2.2 Analisis Kelayakan Ekonomi	12
2.2.1 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	12
2.2.2 <i>Net Present Value</i> (NPV).....	13
2.2.3 <i>Discounted Payback Period</i> (DPP).....	14
2.2.4 <i>Net Benefit Cost Ratio</i>	15
2.3 Kelayakan Bisnis	15
2.3.1 Tujuan Kelayakan Bisnis	16
2.3.2 Tahap-tahap Studi Kelayakan Bisnis	17
2.4 <i>Up-front</i> (Biaya Modal Tersendiri)	17
2.5 <i>Leasing</i> (Sewa)	18
2.6 Penelitian Terdahulu.....	18
III. METODOLOGI	21
3.1 Tempat dan Waktu	21
3.2 Bahan dan Alat	21

3.3 Perancangan Percobaan dan Analisis Data.....	21
3.4 Prosedur Penelitian.....	21
3.5 Pengamatan	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Hasil Pengamatan	24
4.1.1 <i>Bill of Quantity</i>	24
4.1.2 Metode <i>Up-front</i>	26
4.1.3 Metode <i>Leasing</i>	28
4.2 Pembahasan	30
V. KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbandingan Sistem PLTS <i>On Grid</i> , <i>Off Grid</i> dan <i>Hybrid</i>	8
2. Keunggulan dan Kelemahan Panel Surya Monokristalin dan Polikristalin	10
3. Penelitian Terdahulu Mengenai Analisis Kelayakan Ekonomi pada PLTS.....	19
4. <i>Bill of quantity (Up-front)</i>	24
5. <i>Bill of quantity (Leasing)</i>	25
6. <i>Information For Financial Prefeasibility</i>	25
7. Kelayakan Ekonomi	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Prinsip Kerja Panel Surya	5
2. Sistem PLTS <i>Off Grid</i>	6
3. Sistem PLTS <i>On Grid</i>	7
4. Sistem PLTS <i>Hybrid</i>	8
5. Panel Surya	9
6. (a) monokristalin (b) Polikristalin.....	10
7. Baterai	10
8. <i>Solar Charge Controller</i>	11
9. Inverter	12
10. Diagram Alir Penelitian	23
11. Presentase BoQ Metode <i>Up-front</i>	26
12. Presentase BoQ Metode <i>Leasing</i>	28

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) telah menjadi topik yang semakin relevan dan menarik perhatian di industri saat ini. Dalam upaya mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional dan mengatasi dampak lingkungan, penggunaan PLTS sebagai alternatif energi terbarukan menjadi pilihan yang menjanjikan. Data menunjukkan bahwa pemasangan PLTS di industri terus mengalami pertumbuhan yang signifikan. Menurut laporan dari *International Renewable Energy Agency (IRENA)*, kapasitas pemasangan PLTS di sektor industri mencapai 27,4 gigawatt (GW) pada tahun 2020, meningkat 8% dibandingkan tahun sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa industri secara global semakin menyadari manfaat dan potensi PLTS dalam memenuhi kebutuhan energi mereka. Di tengah kebutuhan akan sumber energi yang berkelanjutan, industri sebagai salah satu sektor yang mengonsumsi energi secara signifikan perlu mempertimbangkan pemasangan PLTS. Pemasangan proyek PLTS di Ngoro Jawa Timur mampu menghemat energi sebesar 25%, dimana 1 MWp menghasilkan 4 MW.

Perencanaan pemasangan PLTS memerlukan biaya yang sangat mahal untuk saat ini. Oleh karena itu, seringkali perusahaan dihadapkan pada keputusan strategis mengenai investasi dan pengembangan proyek. Seiring dengan perkembangan teknologi PLTS banyak peneliti yang melakukan analisis/kajian berkaitan dengan aspek teknis maupun ekonomis, khususnya instalasi PLTS Atap (*solar rooftop*) di Indonesia. PLTS Atap dapat dikembangkan dengan sistem *On-Grid* maupun *Off-Grid* (Irfan, 2017). Metode analisis teknis dan ekonomis dari sistem instalasi PLTS yang direncanakan tersebut, banyak menggunakan berbagai aplikasi *software* dan algoritma, misalnya: *Genetic Algorithm*, *PSO*, *SAM*, *HOMER*, *MATLAB*, *Grhyso*, *ETAP*, *Arena*, *PV-DesignPro*, *Hybrid2*, *PvSyst*, *Insel*, *Solsim*, *Watsun-PV* (Manullang et al., 2020).

Sedangkan beberapa peneliti lain, menggunakan metode analisis kelayakan ekonomis proyek dari sistem instalasi PLTS yang dihitung berdasarkan

NPV (*Net Present Value*), PI (*Profitability Index*), dan DPP (*Discounted Payback Period*). Sehingga dari hasil kajian aspek ekonomi ini, diperoleh rekomendasi bahwa proyek yang direncanakan layak (*feasible*) dilakukan (Kariongan et al., 2022).

Dalam rangka memaksimalkan potensi keuntungan dan meminimalkan risiko finansial, perusahaan harus memilih metode pendanaan yang paling sesuai dengan konteksnya. Dua metode pendanaan yang sering muncul dalam analisis kelayakan ekonomi adalah metode *up-front* (biaya modal tersendiri) dan metode *leasing* (sewa). Namun, pada penelitian sebelumnya metode pendanaan yang dipakai dalam proyek pemasangan PLTS yaitu metode *up-front*, salah satunya yaitu pada Kajian Kelayakan Solar *Rooftop On-Grid* untuk Kebutuhan Listrik Bengkel Mesin di Polinema (Asrori et al., 2022). Metode *up-front* adalah metode pendanaan dimana perusahaan menggunakan dana internal untuk membiayai investasi tanpa meminjam dana dari pihak lain. Dalam hal ini, perusahaan mengandalkan sumber daya yang sudah ada, seperti laba ditahan atau kas yang tersedia, untuk memulai proyek. Sedangkan metode *leasing* adalah pembiayaan dimana perusahaan menyewa aset yang diperlukan daripada membelinya. Dengan menyewa aset daripada membelinya secara langsung, perusahaan dapat menghindari beban finansial awal yang signifikan.

Pada penelitian ini penulis akan membandingkan hasil analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan metode *up-front* dan *leasing* pada proyek PLTS On-Grid 1,881 MWp di Jawa Timur. Dengan memahami manfaat dan risiko dari kedua metode, perusahaan dapat mengarahkan investasi mereka menuju jalur yang akan memberikan hasil terbaik sesuai dengan visi dan tujuan perusahaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan diatas, maka rumusan masalah yang diajukan dan dicari pemecahannya dalam penelitian ini yaitu :

1. Apakah proyek pemasangan PLTS di Jawa Timur layak dilakukan setelah dianalisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan dua metode bisnis.
2. Bagaimana cara menghitung analisis kelayakan ekonomi?
3. Bagaimana perbandingan nilai parameter jika menggunakan dua metode bisnis?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari analisis kelayakan ekonomi pada proyek ini antara lain:

1. Menganalisis kelayakan proyek pemasangan PLTS di Jawa Timur dengan dua metode yaitu *up-front* dan *leasing*
2. Membandingkan nilai IRR (*Internal Rate of Return*), NPV (*Net Present Value*), DPP (*Discounted Payback Period*), dan BCR (*Benefit Cost Ratio*) pada metode *up-front* dan *leasing*.
3. Membandingkan waktu pengembalian modal tercepat antara metode *up-front* dan *leasing*.

1.4 Kerangka Pemikiran

Analisis kelayakan ekonomi dalam bidang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan proses penting untuk mengevaluasi apakah proyek PLTS layak secara finansial dan berkelanjutan. Proyek ini memiliki tujuan untuk memanfaatkan sumber energi terbarukan dari sinar matahari dan menyuplai listrik ke jaringan utilitas. Pertama-tama, akan diidentifikasi dan dikuantifikasi semua biaya yang terlibat dalam proyek, termasuk investasi awal, peralatan, instalasi, dan biaya perizinan. Selanjutnya, tinjauan dilakukan terhadap potensi pendapatan yang dihasilkan dari penjualan listrik ke jaringan listrik regional serta kemungkinan adanya perjanjian jual-beli listrik (*power purchase agreement*). Selain itu, biaya operasional selama masa pengoperasian juga harus dipertimbangkan dengan memperhitungkan pemeliharaan rutin, pemantauan, dan penggantian komponen. Analisis kelayakan juga mencakup aspek sosial dan lingkungan dengan menilai manfaatnya, seperti penurunan emisi gas rumah kaca dan dampak positif pada lapangan kerja.

Dalam menghadapi risiko-risiko yang mungkin timbul, seperti fluktuasi harga energi atau perubahan regulasi, evaluasi risiko diperlukan untuk memahami bagaimana dampaknya terhadap kelayakan proyek. Penggunaan metrik keuangan, seperti IRR (*Internal Rate of Return*), NPV (*Net Present Value*), DPP (*Discounted Payback Period*), dan BCR (*Benefit Cost Ratio*) membantu dalam mengukur kinerja keuangan proyek. Dari hasil analisis ini, kesimpulan dan rekomendasi akan dibuat untuk menentukan kelanjutan proyek, baik itu dengan

melakukan perbaikan jika hasil menunjukkan ketidaklayakan atau melanjutkan implementasi jika proyek terbukti layak secara ekonomi. Dengan demikian, Analisis kelayakan ekonomi membantu para pemangku kepentingan dalam mengambil keputusan investasi yang cerdas dan berwawasan masa depan, sehingga dapat mendorong transisi menuju sumber energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

1.5 Hipotesis

Pemasangan proyek PLTS *on-grid* 1,881 MWp di Jawa Timur memperhitungkan aspek ekonomi. Hasil dari perhitungan aspek ekonomi akan menentukan apakah proyek tersebut layak atau tidaknya. Perhitungan dengan metode *up-front* dan *leasing* pada proyek PLTS di Ngoro Jawa Timur menghasilkan analisis kelayakan ekonomi yang baik.

1.6 Kontribusi Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi, yaitu:

1. Bagi Penulis, diharapkan dapat menambah wawasan berupa ilmu pengetahuan tentang menghitung analisis kelayakan ekonomi.
2. Bagi Politeknik Negeri Lampung, sebagai referensi mahasiswanya dan menambah ilmu pengetahuan mengenai metode bisnis yang digunakan dalam menganalisis kelayakan ekonomi.

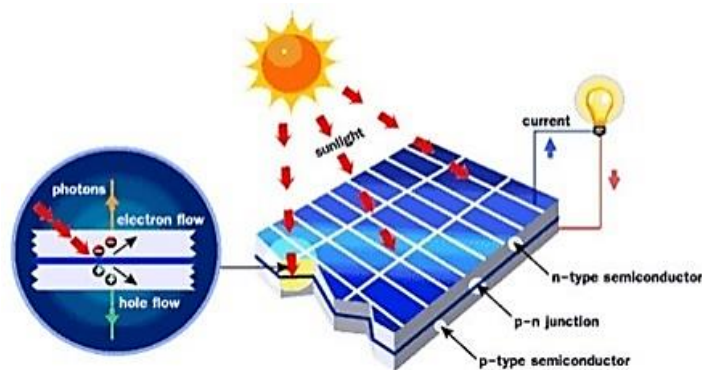
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PLTS

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) termasuk dalam salah satu sumber energi baru dan terbarukan. PLTS memanfaatkan sumber energi matahari dalam bentuk cahaya matahari untuk diubah langsung menjadi energi listrik. Pada dasarnya matahari membawa energi yang dibagi menjadi dua bentuk, yaitu energi panas dan cahaya. Dari dua bentuk energi tersebut dibagi menjadi dua sistem tenaga surya, yaitu sistem tenaga panas matahari (*solar thermal*) dan sistem tenaga surya (PLTS) (Nugraha, 2020).

2.1.1 Prinsip kerja Panel Surya

Prinsip kerja sel surya atau panel surya di PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dimulai ketika pancaran sinar matahari yang terdiri dari foton mengenai atom semikonduktor silikon panel surya. Sehingga dapat menghasilkan energi yang tinggi, mampu mengeluarkan elektron dari struktur atom. Elektron terpisah bermuatan negatif bergerak ke daerah konduktif dari bahan semikonduktor. Dalam atom yang kehilangan satu elektron, strukturnya kosong, disebut lubang bermuatan positif.



Gambar 1. Prinsip Kerja Panel Surya
(Sumber : Sanspower, 2023)

Jika ada elektron bebas yang negatif, mereka dapat menjadi donor elektron atau disebut semikonduktor tipe "n", dan untuk semikonduktor dengan lubang bermuatan positif, itu adalah akseptor elektron, atau semikonduktor tipe "p".

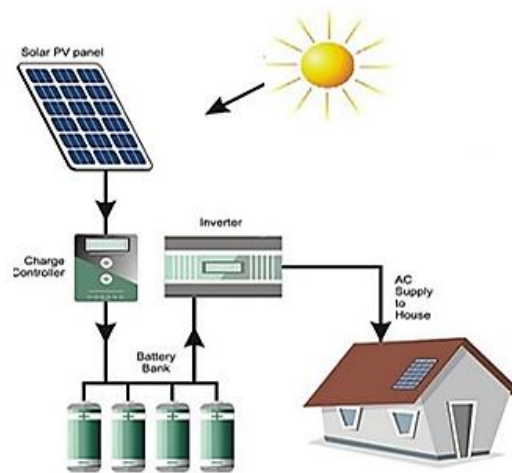
Antara daerah positif dan negatif yang dapat menghasilkan energi yang kemudian mendorong elektron dan lubang satu sama lain. Dimana elektron jauh dari daerah negatif dan lubang jauh dari daerah positif.

2.1.2 Jenis-jenis Sistem PLTS

Sistem PLTS dibagi menjadi dua jenis menurut aplikasi dan konfigurasi, yaitu sistem yang tidak terhubung ke jaringan listrik (*Off Grid*) bisa juga disebut *stand alone*, dan sistem yang terhubung ke jaringan listrik (*On Grid*). Namun, ketika suatu sistem PLTS digabungkan dengan jenis pembangkit listrik lainnya, maka dapat disebut sebagai sistem *hybrid*.

1. Sistem *Off Grid*

Sistem produksi listrik tenaga surya terpusat (*Off Grid*) adalah sistem produksi energi yang menggunakan radiasi matahari tanpa terhubung dengan jaringan PLN, dengan kata lain energi tersebut menggunakan radiasi matahari dengan bantuan panel surya. PLTS *Off Grid* juga hanya digunakan di daerah yang belum mendapat aliran listrik dari PLN, seperti pedesaan.

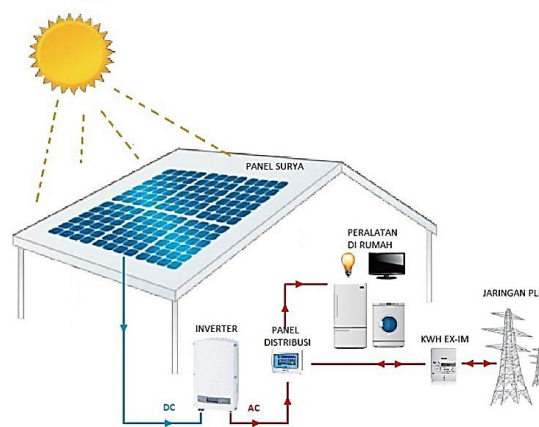


Gambar 2. Sistem PLTS Off Grid
(Sumber: Ramadhana, M, & Hafid, 2022)

Pada PLTS dengan sistem *Off Grid*, listrik yang dihasilkan modul surya pada siang hari akan disimpan dalam baterai yang diatur oleh solar charge controller untuk mencegah *overcharging*. Listrik yang dihasilkan modul surya bergantung pada intensitas sinar matahari yang diterima modul surya dan efisiensi sel yang dimilikinya.

2. Sistem *On Grid*

Sistem PLTS interkoneksi (*On Grid*) atau biasa disebut *Grid Connected PV System* adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan radiasi matahari untuk menghasilkan listrik. Seperti namanya, sistem ini akan mengoptimalkan penggunaan energi surya melalui modul surya atau modul fotovoltaik yang menghasilkan listrik sebanyak-banyaknya, sehingga terhubung ke jaringan PLN. Sistem ini juga dianggap ramah lingkungan dan bebas emisi. Sistem PLTS interkoneksi juga menjadi solusi *green energy* bagi masyarakat perkotaan, termasuk perkantoran dan perumahan, yang bertujuan untuk menekan tagihan listrik PLN dan memberikan nilai tambah bagi pemilik properti.



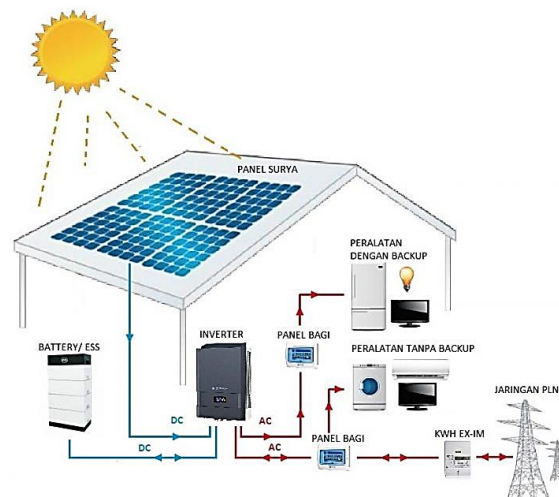
Gambar 3. Sistem PLTS On Grid
(Sumber: Ramadhana, M, & Hafid, 2022)

3. Sistem *Hybrid*

Sistem *Hybrid* PLTS adalah sistem pembangkit listrik tenaga surya yang menggabungkan penggunaan panel surya dengan sumber energi lain seperti baterai penyimpan energi, genset bahan bakar atau jaringan publik. Sistem yang banyak digunakan adalah PLTS-Genset *Hybrid*, yaitu jenis yang menutupi kelemahan masing-masing jenis genset pada kondisi tertentu, sehingga sistem yang terpasang dapat beroperasi dengan hemat biaya. Salah satu fitur utama dari sistem *Hybrid* PLTS adalah kemampuannya untuk menggunakan sumber energi tambahan, seperti baterai penyimpan energi atau generator bahan bakar, untuk menyediakan cadangan energi saat pasokan tenaga surya terbatas. Baterai penyimpan energi dapat digunakan untuk

menyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya yang tidak segera digunakan atau tidak diperlukan untuk sementara waktu, sehingga dapat digunakan saat pasokan matahari terbatas, seperti pada malam hari atau cuaca buruk.

Sistem PLTS *Hybrid* juga dapat dihubungkan ke jaringan publik, mengimpor atau mengarahkan kelebihan energi sistem PLTS Hibrida ke jaringan publik, dan mengimpor energi saat pasokan energi matahari tidak mencukupi. Keunggulan sistem *Hybrid* PLTS adalah dapat mengoptimalkan penggunaan energi matahari, menyediakan penyimpanan energi saat dibutuhkan, dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi lain, sehingga meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem pembangkit listrik tenaga surya.



Gambar 4. Sistem PLTS *Hybrid*
(Sumber: rumahsolarraina.com, 2023)

Tabel 1. Perbandingan Sistem PLTS *On Grid*, *Off Grid* dan *Hybrid*

Sistem <i>On Grid</i>	Sistem <i>Off Grid</i>	Sistem <i>Hybrid</i>
Beroperasi tanpa baterai	Beroperasi menggunakan baterai	Beroperasi menggunakan baterai
Tersambung dengan jala-jala PLN	Tidak tersambung dengan jala-jala PLN	Tersambung dengan jala-jala PLN
Tidak memberikan daya cadangan selama pemadaman	Memberikan daya cadangan selama pemadaman	Tidak memberikan daya cadangan selama pemadaman
Lokasi yang telah terpasang Kwh meter exim atau yang akan dan sedang dalam pengurusan pemasangan kWh meter exim	Lokasi yang jauh, terpencil, pulau terluar dan kepulauan, perbatasan, pedalaman hutan, yang tidak memiliki sumber listrik mandiri	Lokasi yang telah terpasang Kwh meter exim atau yang akan dan sedang dalam pengurusan pemasangan kWh meter exim

2.1.3 Komponen-komponen pada PLTS

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sistem yang memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan. Untuk mencapai tujuan tersebut, PLTS terdiri dari beberapa komponen, baik komponen utama maupun komponen pendukung, diantaranya yaitu:

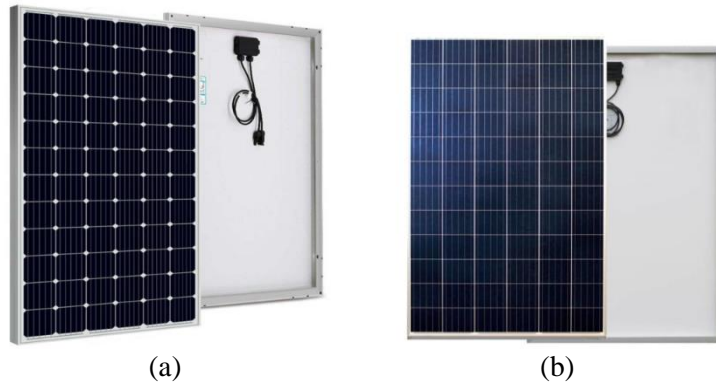
1. Panel Surya (*Photovoltaic*)

Panel Surya merupakan alat yang berfungsi untuk mengubah radiasi sinar matahari menjadi energi listrik melalui proses fotoelektrik, energi yang dihasilkan adalah arus searah (DC). Untuk dapat memanfaatkan radiasi sinar matahari yang sampai ke bumi agar mendapatkan energi listrik dibutuhkan modul *photovoltaic*. Modul fotovoltaik biasanya dilindungi dengan lapisan pelindung transparan, seperti kaca tempered atau plastik khusus, untuk melindungi sel surya dari kerusakan dan kondisi lingkungan yang ekstrim. Modul-modul ini kemudian dipasang pada struktur penyangga yang sesuai, seperti atap rumah atau tanah yang terpapar sinar matahari secara optimal.



Gambar 5. Panel Surya
(Sumber: Ramadhana, M, & Hafid, 2022)

Dan menurut Yulianto, (2011) dalam laman arsip berita KESDM RI, panel surya monokristalin dan polikristalin lebih sering dijumpai di pasaran.



Gambar 6. (a) monokristalin (b) Polikristalin
(Sumber: Sanspower, 2023)

Tabel 2. Keunggulan dan Kelemahan Panel Surya Monokristalin dan Polikristalin

No	Jenis Panel	Keunggulan	Kelemahan
1	Monokristalin	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Efisiensi energi tertinggi (hingga 22,5%) ✓ Tahan lama ✓ Tidak membutuhkan banyak ruang ✓ Cenderung lebih efisien pada suhu yang panas/ iklim hangat 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cenderung lebih mahal daripada jenis panel lainnya
2	Polikristalin	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mudah dibuat ✓ Harga lebih murah ✓ Limbah silikon yang dihasilkan lebih sedikit ✓ Mampu mempertahankan efisiensi di suhu yang tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Efisiensi hanya berkisar di angka 12%-14% ✓ Lebih tidak efisien tempat bila dibandingkan Monokristalin ✓ Tampilan kurang estetik jika dibandingkan dengan monokristalin dan thin film

Sumber: <https://osceolaenergi.com/> (2019)

2. Baterai



Gambar 7. Baterai
(Sumber: pltssurabaya.com, 2023)

Baterai digunakan pada sistem PLTS dengan fungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan modul surya. Listrik yang tersimpan dalam baterai dimaksudkan sebagai sumber listrik cadangan saat modul surya tidak menghasilkan listrik, seperti pada malam hari dan hari mendung. Satuan kapasitas energi pembangkit baterai adalah *ampere-hour* (Ah), yang berarti arus maksimum yang dapat dikeluarkan oleh baterai dalam satu jam. Proses pengosongan baterai (*discharge*) tidak boleh dikosongkan secara maksimal, karena hal ini akan mempengaruhi masa pakai baterai. Batas pengosongan baterai dinyatakan dalam kedalaman pengosongan (DOD), dan satuannya adalah persentase. Baterai dengan DOD 80% berarti hanya 80% dari energi yang tersedia yang dapat digunakan dan 20% dicadangkan. Semakin dalam penerapan DOD pada baterai, semakin pendek siklus baterai.

3. *Solar Charge Controller* (SCC)



Gambar 8. Solar Charge Controller
(Sumber: solarshop.com,2023)

Solar charge controller (SCC) atau juga dikenal sebagai *battery charge regulator* (BCR) adalah komponen elektronik daya di PLTS yang beroperasi dengan cara mengatur tegangan dan arus pengisian berdasarkan daya yang tersedia dari larik modul fotovoltaik dan status pengisian baterai (SoC, *state of charge*) agar lebih optimal.

Charge Controller memiliki fungsi untuk memastikan baterai tidak terjadi kelebihan pelepasan muatan (*over discharge*) atau kelebihan pengisian muatan (*over charger*) yang dapat menjadikan baterai tidak awet. *Charge Controller* mampu menjaga tegangan atau arus keluar masuk baterai sesuai kondisi baterai.

4. Inverter

Inverter adalah suatu alat yang berfungsi untuk mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC). Pada PLTS, inverter berfungsi sebagai

pengkondisi tenaga listrik (*Power Condition*) dan sistem kontrol yang merubah arus listrik DC yang dihasilkan oleh modul surya menjadi listrik AC, yang kemudian akan mengontrol kualitas daya listrik yang dikeluarkan untuk dikirim ke beban atau jaringan listrik. Berdasarkan jumlah fasanya inverter dibagi menjadi dua yaitu inverter 1 fasa(L-N) untuk *Solar Home System* (SHS) yang bebannya kecil dan 3 fasa (R-S-T) untuk sistem PLTS yang besar dan terhubung dengan jaringan PLN.



Gambar 9. Inverter
(Sumber: vpsolar.com, 2023)

2.2 Analisis Kelayakan Ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi bertujuan menilai kelayakan ekonomi dari suatu rencana investasi teknis dengan melakukan pendalaman berbagai alternatif yang dianggap paling menguntungkan. Dalam melakukan analisis ekonomi terhadap sistem PLTS terdapat beberapa indikator yang sering digunakan, yaitu *Internal Rate of Return* (IRR), *Net Present Value* (NPV), *Discounted Payback Period* (DPP), dan *Benefit Cost Ratio* (BCR).

2.2.1 *Internal Rate of Return* (IRR)

IRR merupakan nilai tingkat bunga yang menjadi titik keseimbangan antara keseluruhan pengeluaran dan pemasukan. *Internal rate of return* (IRR) adalah metode perhitungan suatu investasi dengan menghitung tingkat bunga atau biasa dikenal dengan tingkat pengembalian modal yang akan menyamakan nilai sekarang dari pendapatan yang diterima dengan nilai sekarang dari pengeluaran investasi atau sering disebut dengan laju pengembalian modal (Suripto, 2021). Apabila IRR lebih besar dari pada tingkat bunga maka proyek tersebut dapat diterima.

Untuk menghitung nilai *Internal rate of return* (IRR) yaitu dengan mencari tingkat suku bunga yang menghasilkan nilai *Net Present Value* (NPV) positif dibandingkan dengan tingkat suku bunga yang menghasilkan nilai *Net Present Value* negatif.

Suatu Proyek investasi dianggap layak apabila nilai IRR investasi tersebut lebih dari pada nilai MARR (*minimum acceptable rate of return*). Nilai MARR ditentukan berdasarkan suku bunga bank atau tingkat bunga bank ditambah *risk premium* yang mencerminkan tingkat resiko proyek ditambah tingkat keuntungan yang diharapkan investor. Dalam proyek teknik, biasanya nilai MARR berkisar antara 10%-13%. Sebaliknya, nilai IRR yang berada dibawah nilai MARR menunjukkan bahwa investasi tidak layak (tidak menguntungkan). Adapun nilai IRR = nilai MARR menunjukkan bahwa pengembalian investasi berada pada titik minimum kelayakan atau titik impas (break-even point).

Formula untuk IRR dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} \times (i_2 - i_1) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- i : tingkat suku bunga
- i_1 : tingkat suku bunga yang bisa menghasilkan nilai positif NPV
- i_2 : tingkat suku bunga yang bisa menghasilkan nilai negatif NPV
- NPV_1 : nilai positif *Net Present Value*
- NPV_2 : nilai negatif *Net Present Value*

2.2.2 *Net Present Value* (NPV)

Net Present Value (NPV) adalah kriteria investasi yang banyak digunakan untuk mengukur kelayakan suatu proyek. NPV sangat bergantung pada perubahan nilai mata uang atau barang. Tujuan dari perhitungan NPV adalah digunakan untuk perhitungan alokasi modal untuk menganalisis manfaat proyek yang dilaksanakan agar dapat membangun proyek yang sama di masa depan. Perhitungan *Net Present Value* merupakan *net benefit* yang telah didiskon dengan menggunakan *social opportunity cost of capital* (SOCC) sebagai *discount factor*. Secara singkat formula untuk *Net Present Value* adalah sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=1}^n NB (1 + i)^{-n} \dots\dots\dots(2)$$

Atau

$$NPV = \sum_{i=1}^n \bar{B}_i - \bar{C}_i \dots \dots \dots (3)$$

Apabila nilai *Net Present Value* (NPV) lebih besar dari 0 (nol), maka proyek layak (*feasible*) untuk dilaksanakan, dan jika nilai *Net Present Value* (NPV) lebih kecil dari 0 (nol), maka proyek tidak layak untuk dilaksanakan. Hasil *Net Present Value* (NPV) sama dengan 0 (nol) ini berarti proyek tersebut berada dalam keadaan *break even point* (BEP) tidak ada perbedaan apabila proyek tetap dilaksanakan atau ditolak (Maruli Pangaribuan et al., 2020).

Dimana:

- NB = Net Benefit = *Benefit-Cost*
 C = Biaya Investasi + Biaya Operasi
 B = *Benefit* yang telah di-*discount*
 C = *Cost* yang telah di-*discount*
 n = Periode dalam tahun (umur investasi).

2.2.3 *Discounted Payback Period (DPP)*

Payback Period adalah periode lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan nilai investasi melalui penerimaan-penerimaan yang dihasilkan oleh proyek (investasi). Sedangkan *Discounted Payback Period* adalah periode pengembalian yang didiskontokan. Periode pengembalian yang didiskontokan memberikan jumlah tahun yang diperlukan untuk mencapai titik impas dari melakukan pengeluaran awal, dengan mendiskontokan arus kas masa depan dan mengakui nilai waktu dari uang (Kenton, 2020).

Berikut rumus *Discounted Payback Periode*

$$DPP = \text{year before recovery} + \frac{(\text{Investment Cost} - \text{Kumulatif PVNCF sebelum pengembalian investasi})}{NPV_{\text{Kumulatif}}} \dots (4)$$

Keterangan:

- Year before recovery* = Jumlah tahun sebelum tahun pengembalian final
Investment Cost = Biaya investasi awal
 NPV Kumulatif = Jumlah kas bersih nilai

Kriteria pengambilan keputusan apakah usulan investasi layak diterima atau layak ditolak adalah:

- a) Investasi dinilai layak, apabila DPP memiliki periode waktu lebih pendek dari umur proyek (periode *cut off*).
- b) Investasi dinilai tidak layak, apabila DPP memiliki periode waktu lebih panjang dari umur proyek (periode *cut off*).

2.2.4 Net Benefit Cost Ratio

Net *Benefit Cost Ratio* merupakan perbandingan antara net benefit yang telah di *discount* positif (+) dengan net benefit yang telah di *discount* negatif (-), dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Net } B/C = \frac{\sum_{i=1}^n \overline{NB}_i(+)}{\sum_{i=1}^n \overline{NB}_i(-)} \dots\dots\dots (5)$$

Jika nilai B/C lebih besar dari 1 (satu) berarti proyek tersebut layak untuk dikerjakan atau dilaksanakan dan jika lebih kecil dari 1 (satu), maka proyek tidak layak untuk dikerjakan. Untuk B/C sama dengan 1 (satu) berarti *cash in flows* sama dengan *cash out flows*, dalam *present value* disebut dengan *Break Event Point* (BEP), yaitu *total cost* sama dengan *total revenue*.

2.3 Kelayakan Bisnis

Analisis kelayakan bisnis adalah proses mengevaluasi apakah sebuah ide bisnis dapat dijalankan dan dikemudian hari dapat memperoleh keuntungan atau tidak serta apakah ide bisnis tersebut dapat direalisasikan (Wijatno,2009).

Studi kelayakan bisnis adalah studi tentang rencana bisnis yang tidak hanya menganalisis apakah suatu bisnis layak atau tidak, tetapi juga saat dioperasionalkan secara rutin untuk mencapai keuntungan yang maksimum dalam waktu yang tidak ditentukan (Sunyoto,2014).

Studi kelayakan bisnis adalah suatu kegiatan yang mempelajari secara mendalam tentang suatu usaha atau bisnis yang akan dioperasikan untuk menentukan apakah bisnis tersebut layak (Kasmir, 2014) .

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa studi kelayakan bisnis adalah kegiatan penelitian mendalam yang mengkaji beberapa aspek untuk menentukan apakah suatu ide bisnis dapat dilaksanakan, ditunda atau bahkan tidak dijalankan dengan meninjau dari beberapa aspek untuk memperoleh tingkat keuntungan yang maksimal. Penelitian mendalam mengacu pada pemeriksaan

secara seksama terhadap data dan informasi yang ada, kemudian menggunakan metode tertentu untuk mengukur, menghitung dan menganalisis hasil penelitian.

2.3.1 Tujuan Kelayakan Bisnis

Adanya studi kelayakan sebelum suatu usaha atau proyek dijalankan agar jika usaha ini dijalankan tidak akan sia-sia, tidak membuang uang, tenaga atau pikiran secara percuma serta tidak akan menimbulkan masalah yang tidak perlu dimasa yang akan datang. Bagi penanam modal, melalui studi kelayakan bisnis dapat mengetahui prospek perusahaan dan kemungkinan keuntungan yang diterima.

Tujuan studi kelayakan bisnis yaitu agar dapat mengetahui jaminan 8 keselamatan dari modal yang ditanam yang akan diambil keputusan terhadap penanaman modal (Yacob Ibrahim, 1998).

Sedangkan menurut Purwana dan Hidayat, studi kelayakan bisnis memiliki tujuan khusus yang dilakukan sebelum menjalankan suatu usaha, yaitu:

- a. Menghindari risiko kerugian, dengan melakukan peramalan pelaku bisnis dapat meminimalkan risiko kerugian baik risiko yang dapat dikendalikan maupun yang tidak dapat dikendalikan.
- b. Memudahkan perencanaan, dengan adanya jadwal pelaksanaan usaha, mulai dari usaha yang dijalankan hingga waktu tertentu.
- c. Memudahkan pelaksanaan pekerjaan, menjadikan hasil tepat sasaran dan sesuai dengan rencana.
- d. Memudahkan pengawasan, perencanaan yang dilakukan studi kelayakan bisnis memudahkan pelaku bisnis untuk melakukan pengawasan terhadap jalannya usaha sehingga pelaksanaan pekerjaan tidak mengalami hambatan.
- e. Memudahkan pengendalian, mengembalikan pelaksanaan pekerjaan apabila terjadi penyimpangan-penyimpangan sehingga dengan cepat dapat mengatasi penyimpangan tersebut.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan tujuan studi kelayakan bisnis yaitu untuk menghindari keterlanjuran penanaman modal yang terlalu besar untuk kegiatan yang ternyata tidak menguntungkan.

2.3.2 Tahap-tahap Studi Kelayakan Bisnis

Tahapan dalam kelayakan bisnis dilakukan untuk mempermudah pelaksanaan kelayakan bisnis dan keakuratannya (Kasmir & Jakfar, 2013).

Tahapan yang umum dilakukan sebagai berikut:

1. Pengumpulan data dan informasi

Pengumpulan data dan informasi dapat diperoleh dari berbagai sumber yang dapat dipercaya, misalnya dari Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM), Badan Pengelola Pasar Modal (Bapepam), Bank Indonesia (BI) atau lembaga-lembaga penelitian baik milik pemerintah maupun swasta.

2. Melakukan pengolahan data

Pengolahan data dilakukan secara benar dan akurat dengan metode-metode dan ukuran-ukuran yang digunakan untuk bisnis.

3. Analisis data

Kelayakan bisnis ditentukan dari kriteria yang telah memenuhi syarat sesuai kriteria yang layak digunakan.

4. Mengambil keputusan

Mengambil keputusan sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan layak atau tidak dengan ukuran yang telah ditentukan berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya.

2.4 *Up-front* (Biaya Modal Tersendiri)

Metode *up-front* merupakan pembiayaan proyek dengan menggunakan dana internal perusahaan, tanpa mengandalkan sumber pendanaan eksternal. Dalam pendekatan ini, biaya modal (*capital cost*) proyek sepenuhnya berasal dari dana yang ada di perusahaan, seperti laba ditahan atau kas yang tersedia. Beberapa keuntungan dari metode pembayaran ini adalah sebagai berikut:

- a. Kepemilikan Penuh: Dengan membayar secara sekaligus, pemilik proyek memiliki kendali penuh atas PLTS dan dapat mengelola dan memanfaatkannya sesuai kebutuhan.
- b. Potensi Keuntungan Lebih Besar: Jika PLTS menghasilkan listrik yang cukup untuk memenuhi kebutuhan sendiri, pemilik proyek dapat menjual kelebihan energi ke jaringan listrik dan mendapatkan pendapatan tambahan.

- c. Penghematan dalam Jangka Panjang: Dengan membayar sekaligus, pemilik proyek dapat menghindari biaya bunga atau pembayaran sewa yang terkait dengan metode *leasing*.

2.5 *Leasing* (Sewa)

Leasing adalah metode di mana perusahaan tidak membeli aset tetapi menyewanya dari pihak lain. Aset yang diperlukan untuk proyek diambil dalam bentuk sewa, dan perusahaan membayar sejumlah uang tetap secara berkala kepada pihak yang memiliki aset tersebut. Metode ini memungkinkan perusahaan untuk memanfaatkan aset tanpa harus mengeluarkan dana besar secara langsung.

Beberapa keuntungan dari metode pembayaran ini adalah sebagai berikut:

- a. Modal Awal yang Lebih Rendah: Salah satu keuntungan utama *leasing* adalah perusahaan tidak perlu mengeluarkan modal besar pada awalnya. Ini dapat membantu perusahaan untuk menghemat likuiditas dan mengalokasikan sumber daya pada prioritas lainnya.
- b. Fleksibilitas Keuangan: *Leasing* memberikan fleksibilitas keuangan karena biaya sewa dapat dianggap sebagai pengeluaran operasional dan tidak harus tercatat sebagai utang. Ini dapat memengaruhi rasio keuangan dan kelayakan pinjaman perusahaan.
- c. Pemeliharaan Aset: Beberapa bentuk *leasing* mungkin mencakup pemeliharaan dan perawatan aset oleh pihak *leasing*. Ini mengurangi tanggung jawab perusahaan terkait pemeliharaan fisik aset.
- d. Pergantian Aset yang Mudah: Pada akhir kontrak *leasing*, perusahaan dapat memilih untuk memperbarui atau mengganti aset dengan teknologi atau model terbaru, tanpa harus menangani masalah penjualan aset lama.

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai analisis kelayakan ekonomi pada pemasangan PLTS sudah dilakukan oleh beberapa peneliti, dimana menghasilkan besaran nilai yang berbeda-beda sesuai dengan parameter yang digunakan dalam menentukan layak atau tidaknya suatu proyek. Beberapa penelitian yang sudah dilakukan mengenai analisis kelayakan ekonomi pada PLTS, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Penelitian Terdahulu Mengenai Analisis Kelayakan Ekonomi pada PLTS

Judul	Parameter Analisis Kelayakan	Hasil	Sumber
Perencanaan dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop dengan Sistem On Grid sebagai Catu Daya Tambahan pada RSUD Kabupaten Mimika	<i>Net Present Value (NPV)</i> , <i>Profitability Index (PI)</i> dan <i>Discounted Payback Period (DPP)</i>	Hasil analisa <i>Net Present Value (NPV)</i> menunjukkan nilai positif Rp. 1.761.529,00, sedangkan hasil analisa <i>Profitability Index (PI)</i> menunjukkan nilai positif 1,0015 dan <i>Discounted Payback Period (DPP)</i> masih dibawah umur proyek 25 tahun yaitu 24 tahun 8 bulan. Kesimpulan dari kajian ini adalah investasi proyek PLTS pada RSUD Kab. Mimika, berdasarkan aspek teknis dan aspek ekonomi layak dilaksanakan	Yakobus, 2022
Kajian Kelayakan Solar Rooftop On-Grid untuk Kebutuhan Listrik Bengkel Mesin di Polinema	<i>Net Present Value (NPV)</i> , <i>Profitability Index (PI)</i> dan <i>Pay Back Period (PBP)</i> .	Modal awal adalah Rp. 1.281.440.000,00, NPV adalah Rp. 919.842.956,00, dan PI bernilai 1,72. Sehingga estimasi PBP adalah 11,18 tahun. Sehingga berdasarkan aspek teknis dan aspek ekonomis, proyek Solar Rooftop On-Grid ini dinilai layak dilaksanakan.	Asrori,2022
Analisis Performansi dan Ekonomi PLTS Atap 10 kWp pada Bangunan Rumah Tangga di Desa Batuan Gianyar	<i>Net Present Value (NPV)</i> , <i>Internal Rate of Return (IRR)</i> , <i>Benefit Cost Ratio (BCR)</i> , <i>Profitability Index (PI)</i> , dan <i>Payback Period (PP)</i>	Pada analisis ekonomi, tingkat kelayakan investasi pembangunan PLTS ini dinyatakan tidak layak, dengan nilai NPV Rp. - 321.004.050 pada tingkat diskonto 10%, nilai IRR – 90,4%, BCR bernilai 0,78, PI di angka 0,32, dan PP yang mencapai 78 tahun.	Riawan,2022

Tabel 3. Lanjutan

Judul	Parameter Analisis Kelayakan	Hasil	Sumber
Studi Kelayakan Pemasangan PLTS 80 KW pada Sistem Kelistrikan PT. Indonesia Kendaraan Terminal	Net Present Value (NPV) dan IRR	Pada analisa ekonomi yang dilakukan didapatkan alternatif investasi terbaik dengan nilai NPV Rp 81.346.406,00, nilai IRR sebesar 0,54%. Sehingga proyek ini layak untuk dijalankan.	Pius, 2021
Analisis Ekonomi Energi Perencanaan Pembangunan PLTS (Studi Kasus Gedung Kuliah Politeknik Negeri Ketapang)	<i>Net Present Value (NPV)</i> , <i>Profitability Index (PI)</i> dan <i>Discounted Payback Period (DPP)</i>	Hasil analisis kelayakan investasi dilakukan dengan NPV, PI, DPP, ROR menunjukkan bahwa investasi PLTS layak untuk direalisasikan.	Yudi, 2016

III. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di PT Lembaga Energi Indonesia (LEIN POWER) Jakarta Selatan, pada bulan Maret 2023–Juni 2023.

3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini alat yang digunakan untuk menunjang penyusunan laporan penelitian ini yaitu laptop/komputer, perangkat lunak *microsoft word* dan *microsoft excel*. Adapun bahan yang digunakan seperti jurnal penelitian sebelumnya, referensi buku-buku, dokumen *bill of quantity* (BoQ), dan *website*.

3.3 Perancangan Percobaan dan Analisis Data

Metode penelitian Kelayakan Ekonomi yang digunakan dalam penyusunan laporan ini adalah metode *Up-front* dan *Leasing*. Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data studi literatur dan pengukuran yang selanjutnya diperhitungkan dengan rumus menggunakan *software Excel*. Studi literatur merupakan tahap awal dalam pelaksanaan penelitian yang dilakukan dengan cara memahami informasi dari teori yang berkaitan dengan topik penelitian dan mempelajari buku-buku, jurnal beberapa hasil penelitian, karya tulis, serta dokumen-dokumen yang berkaitan dengan batasan masalah yang akan dibahas dan pencarian artikel yang berhubungan dengan landasan teori. Pada penelitian ini, analisis kelayakan ekonomi baik metode *Up-front* maupun *Leasing* dilakukan dengan pembuatan *Bill of quantity* (BoQ) yang berisi informasi pengeluaran dana pemasangan PLTS.

3.4 Prosedur Penelitian

Terdapat beberapa tahapan yang dikerjakan pada penelitian ini, tahapan yang dilakukan yaitu:

1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Pada tahap ini penulis melakukan identifikasi masalah dan perumusan masalah dalam penelitian yang akan dilakukan untuk menentukan bagaimana metode dan analisa yang akan digunakan dalam penelitian ini.

2. Studi Literatur

Pada tahapan studi literatur penulis mencari dan melakukan studi dari berbagai literatur yang membahas topik seputar penelitian yang dilakukan baik dari sumber jurnal, artikel, buku, manual book maupun sumber lainnya untuk dijadikan sebagai referensi untuk menyelesaikan penelitian ini.

3. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini penulis melakukan pengumpulan data yang diperlukan saat penelitian, yaitu berupa data biaya yang terdapat pada *Bill of quantity* (BoQ) yang merinci semua komponen, material, peralatan dan layanan yang diperlukan untuk merancang, memasang, dan mengoperasikan sistem PLTS.

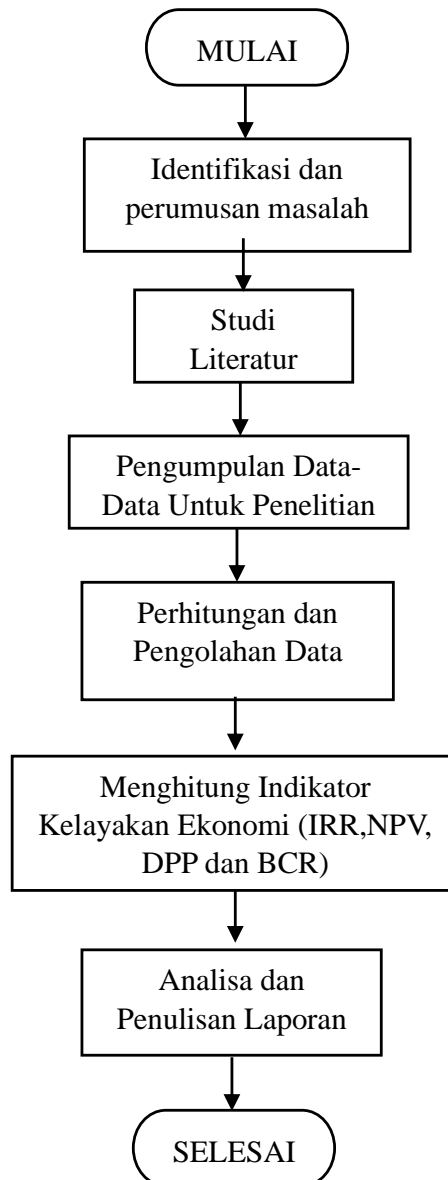
4. Perhitungan dan Pengolahan data

Penulis melakukan perhitungan dan pengolahan data terhadap data- data yang telah diambil sebelumnya dengan menggunakan parameter analisis kelayakan ekonomi sistem pembangkit listrik tenaga surya yaitu *Intern Rate of Return* (IRR), *Net Present Value* (NPV), *Discounted Payback Period* (DPP) dan *Benefit Cost Ratio* (BCR).

5. Analisa dan Penulisan Laporan

Pada tahapan ini penulis melakukan analisa dari hasil perhitungan yang telah dilakukan penulis dan melakukan penulisan laporan setelah selesai melakukan perhitungan dan pengolahan data pada penelitian.

6. Penelitian Selesai



Gambar 10. Diagram Alir Penelitian

3.5 Pengamatan

Dilakukan beberapa pengamatan untuk mengetahui proyek pemasangan PLTS layak atau tidaknya untuk dijalankan. Pengamatan tersebut meliputi:

- Nilai *Intern Rate of Return* (IRR)
- Nilai *Net Present Value* (NPV)
- Nilai *Discounted Payback Period* (DPP)
- Nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan

4.1.1 *Bill of Quantity*

Bill of Quantities (BoQ) PLTS adalah dokumen yang merinci semua komponen, material, peralatan dan layanan yang diperlukan untuk merancang, memasang, dan mengoperasikan sistem PLTS. Dokumen ini membantu mengoptimalkan biaya dengan memberikan informasi yang jelas mengenai komponen apa saja yang diperlukan untuk suatu proyek PLTS, jumlah yang dibutuhkan, spesifikasi teknis dan perkiraan biaya yang akurat.

Berikut merupakan bagian yang tercantum pada BoQ proyek PLTS On-Grid 1,881 MWp di Jawa Timur.

Tabel 4. *Bill of quantity (Up-front)*

Komponen	Harga Total
<i>Solar PV Module</i>	Rp6.076.225.000
<i>Mounting Structure</i>	Rp455.239.620
<i>Inverter</i>	Rp860.212.725
<i>Monitoring System</i>	Rp46.255.505
<i>Zero Export</i>	Rp5.140.017
<i>Distribution Panel</i>	Rp130.974.400
<i>Cable</i>	Rp1.180,104.793
<i>Accesories General</i>	Rp242.851.462
<i>Grounding Equipment</i>	Rp118.370
<i>Operation and Maintenance</i>	Rp214.325.094,50
Tunjangan,Transportasi, Biaya Tenaga Kerja dan lain-lain	Rp388.226.416
<i>Safety Equipment</i>	Rp63.750.050
Sewa Peralatan, Penginapan, dan Motor	Rp53.200.000
Pengiriman	Rp35.134.000
Biaya <i>overhead cost</i>	Rp67.000.000
Perizinan	Rp200.000.000
Harga Modal	Rp10.018.757.454
Total + Margin (20%)	Rp12.022.508.945
<i>Value add Tax (VAT)/ Total biaya keseluruhan</i>	Rp13.344.984.929
Cost Per Watt IDR (Jual)	Rp7.095
Cost Per Watt USD (Jual)	\$0,48
Cost Per Watt IDR (Modal)	Rp5.326,293
Cost Per Watt USD (Modal)	\$0,36

Tabel 5. *Bill of quantity (Leasing)*

Komponen	Harga Total
Solar PV Module	Rp6.076.225.000
<i>Mounting Structure</i>	Rp455.239.620
Inverter	Rp860.212.725
<i>Monitoring System</i>	Rp46.255.505
<i>Zero Export</i>	Rp5.140.017
<i>Distribution Panel</i>	Rp130.974.400
<i>Cable</i>	Rp1.180,104.793
<i>Accesories General</i>	Rp242.851.462
<i>Grounding Equipment</i>	Rp118.370
<i>Operation and Maintenance</i>	Rp214.325.094,50
Tunjangan, Transportasi, Biaya Tenaga Kerja dan lain-lain	Rp388.226.416
<i>Safety Equipment</i>	Rp63.750.050
Sewa Peralatan, Penginapan, dan Motor	Rp53.200.000
Pengiriman	Rp35.134.000
Biaya <i>overhead cost</i>	Rp67.000.000
Perizinan	Rp200.000.000
Harga modal	Rp10.018.757.454
Harga jual (Margin 20%)(without margin PV dan Inverter)	Rp10.635.221.400
Value add Tax (VAT)/ Total biaya keseluruhan	Rp11,805.095.754
Cost Per Watt IDR (Jual)	Rp6.276
Cost Per Watt USD (Jual)	\$0,42
Cost Per Watt IDR (Modal)	Rp5.326,29
Cost Per Watt USD (Modal)	\$0,36

Pada tabel diatas terdapat dua *Bill of quantity* yang berbeda dikarenakan menggunakan dua metode analisa ekonomi pada proyek sistem pembangkit listrik tenaga surya yaitu secara *up-front* dan *leasing*. Dua metode ini memiliki karakteristik yang berbeda. Pada metode *up front*, pembeli memiliki barang atau jasa secara langsung dan membayar seluruh harga di awal, sedangkan pada *Leasing*, pembeli membayar biaya sewa untuk menggunakan barang atau jasa tanpa kepemilikan langsung atas aset tersebut.

Selain *Bill of quantity* berikut merupakan informasi yang dapat digunakan dalam perhitungan kelayakan ekonomi:

Tabel 6. *Information For Financial Prefeasibility*

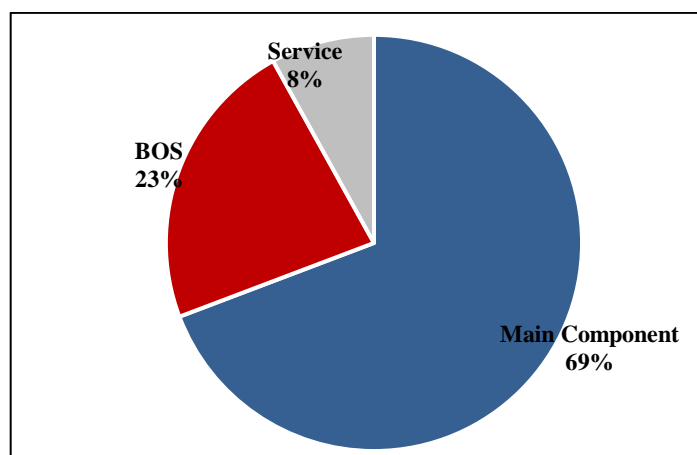
Item		
<i>Total investment cost per watt (Up-front)</i>	USD/Wp	0,48
<i>Total investment cost per watt (Leasing)</i>	USD/Wp	0,42
<i>Total investment cost per watt (Up-front)</i>	IDR/Wp	7.095

Tabel 6. Lanjutan

<i>Item</i>		
<i>Total investment cost per watt (Leasing)</i>	IDR/Wp	6.276
<i>Capacity / Module</i>	Wp	550
<i>Quantity</i>	Pcs	3.240
<i>Capacity</i>	Wp	1.881
<i>Total investment cost (Up-front)</i>	IDR	13.344.984.929
<i>Total investment cost (Leasing)</i>	IDR	11.805.095.754
<i>PLTS Price (Up-front)</i>	IDR	943
<i>PLTS Price (Leasing)</i>	IDR	932
<i>PLN Price</i>	IDR	1.036
<i>Annual Price Increase</i>	%	3,4 %
<i>Irradiation Per Year</i>	kWh/m ² /year	1,883
<i>PR</i>	%	83,23%
<i>Annual degradation</i>	%	0,55%
<i>Energy yield in first year</i>	kWh/kWp	2.909.776
<i>Power production in first year</i>	kWh	2.860.658
<i>Contract Period</i>	Years	25
<i>Annual operating costs as percent of investment (up-front)</i>	%	2
<i>Operation cost inflation (up-front)</i>	%	1
<i>Annual operating costs as percent of investment (Leasing)</i>	%	1
<i>Operation cost inflation (up-front)</i>	%	0,5
<i>Annual operating and maintenance costs (Up-front)</i>	IDR	266.899.699
<i>Annual operating and maintenance costs (Leasing)</i>	IDR	118.050.958
<i>Interest equity</i>	%	5
<i>Discount Rate</i>	%	10
<i>Annual electricity bill</i>	Rp	15.600.000.000

4.1.2 Metode Up-front

Berdasarkan tabel 4 yaitu *Bill Of Quantity* dari metode *Up-front* pada proyek PLTS *on-grid* di Ngoro Jawa Timur, bentuk presentase kebutuhannya dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Presentase BoQ Metode Up-front

Pada tipe pembayaran *up-front* biaya *main component* yang dikeluarkan sebesar 69% atau Rp8.323.725.270. Biaya *main component* adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembelian modul surya dan inverter. Persentase biaya yang dikeluarkan untuk BoS (*Balance of System*) yaitu 23% atau sebesar Rp2.730.011.115. *Balance of System* mencakup biaya yang dikeluarkan untuk pengeluaran *mounting structure, monitoring system, zero export, distribution panel, cable, accessories general, grounding equipment, dan operation and maintenance*. Sedangkan biaya yang dikeluarkan untuk pengeluaran *service* yaitu 8% atau sebesar Rp968.772.558. Biaya *service* mencakup tunjangan, transportasi, biaya tenaga kerja, *safety equipment*, sewa peralatan, penginapan, biaya *overhead cost*, dan perizinan.

1. Hasil Perhitungan IRR

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} \times (i_2 - i_1)$$

$$IRR = 0,1 + \frac{17.529.993.567}{(17.529.993.567 - (-103.937.743))} \times (0,23 - 0,1)$$

$$IRR = 0,229$$

$$IRR = 23\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai IRR sebesar 23 %.

2. Hasil Perhitungan *Net Present Value* (NPV)

$$NPV = \sum_{t=1}^n NB (1 + i)^{-n}$$

$$NPV = Rp17.529.993.567$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai NPV sebesar Rp17.529.993.567

3. Hasil Perhitungan *Discounted Payback Period* (DPP)

$$DPP = \text{year before recovery} + \frac{(\text{Investment Cost} - \text{Kumulatif PVNCF sebelum pengembalian investasi})}{NPV_{\text{Kumulatif}}}$$

$$DPP = 6 + \frac{Rp862.826.692}{Rp500.859.115} = 7,7 \text{ tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai dari DPP sebesar 7,7 tahun.

4. Hasil Perhitungan *Benefit Cost Ratio* (BCR)

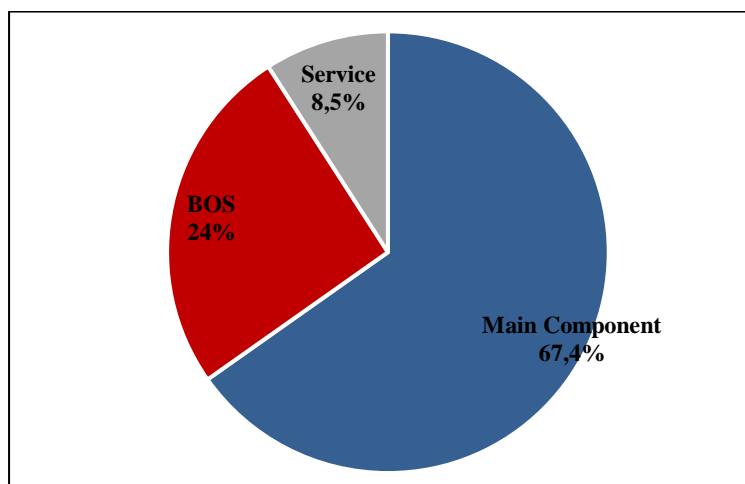
$$\text{Net } B/C = \frac{\sum_{i=1}^n \overline{NB}_i (+)}{\sum_{i=1}^n \overline{NB}_i (-)}$$

$$\text{Net } B/C = \frac{\text{Rp}33.480.111.504}{\text{Rp}15.950.117.937} = 2,1$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai dari BCR sebesar 2,1

4.1.3 Metode *Leasing*.

Berdasarkan tabel 5 *Bill Of Quantity* dari metode *leasing* pada proyek PLTS di Jawa Timur bentuk presentase kebutuhannya dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Presentase BoQ Metode *Leasing*

Dari gambar diatas diketahui bahwa pada tipe pembayaran *leasing* biaya *main component* yang dikeluarkan sebesar 67,4% atau Rp6.936.437.725. Biaya *main component* adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembelian modul surya dan inverter. Persentase biaya yang dikeluarkan untuk BoS (*Balance of System*) yaitu 24% atau sebesar Rp2.730.011.115. *Balance of System* mencakup biaya yang dikeluarkan untuk pengeluaran *mounting structure*, *monitoring system*, *zero export*, *distribution panel*, *cable*, *accessories general*, *grounding equipment*, dan *operation and maintenance*. Sedangkan biaya yang dikeluarkan untuk pengeluaran *service* yaitu 8,53% atau sebesar Rp968.772.558. Biaya *service* mencakup tunjangan, transportasi, biaya tenaga kerja, *safety equipment*, sewa peralatan, penginapan, biaya *overhead cost*, dan perizinan.

1. Hasil Perhitungan IRR

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} \times (i_2 - i_1)$$

$$IRR = 0,1 + \frac{Rp10.830.020.558}{(Rp10.830.020.558 - (-Rp2.072.001.981))} \times (0,23 - 0,1)$$

$$IRR = 0.209$$

$$IRR = 20,9\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai IRR sebesar 20,9%.

2. Hasil Perhitungan *Net Present Value* (NPV)

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NB}{(1+i)^t}$$

$$NPV = Rp10.830.020.558$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai NPV sebesar Rp10.830.020.558

3. Hasil Perhitungan *Discounted Payback Period* (DPP)

$$DPP = \text{year before recovery} + \frac{(\text{Investment Cost} - \text{Kumulatif PVNCF sebelum pengembalian investasi})}{NPV_{\text{kumulatif}}}$$

$$DPP = 8 + \frac{Rp278.556.734}{Rp363.548.584} = 8,8 \text{ tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai dari DPP sebesar 8,8 tahun.

4. Hasil Perhitungan *Benefit Cost Ratio* (BCR)

$$\text{Net } B/C = \frac{\sum_{i=1}^n \overline{NB}_i (+)}{\sum_{i=1}^n \overline{NB}_i (-)}$$

$$\text{Net } B/C = \frac{Rp23.747.836.757}{Rp12.917.816.199} = 1,8$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai dari BCR sebesar 1,8

Tabel 7. Kelayakan Ekonomi

Metode	Parameter	Nilai	Kriteria	Keterangan
<i>Up-front</i>	IRR	23%	IRR>MARR	Layak
	NPV	Rp17.529.993.567	>0	Layak
	DPP	7,7 tahun	Periode waktu lebih pendek dari umur proyek	Layak
	BCR	2,1	>1	Layak
<i>Leasing</i>	IRR	20,91%	IRR>MARR	Layak
	NPV	Rp10.830.020.558	>0	Layak
	DPP	8,8 tahun	Periode waktu lebih pendek dari umur proyek	Layak
	BCR	1,8	>1	Layak

4.2 Pembahasan

Analisis kelayakan ekonomi dilakukan untuk mengetahui apakah suatu proyek layak atau tidak untuk dijalankan. Pada penelitian ini peneliti menggunakan dua metode analisis kelayakan yaitu *up-front* dan *Leasing*. Parameter analisis yang digunakan yaitu *Intern Rate of Return* (IRR), *Net Present Value* (NPV), *Discounted Payback Period* (DPP), dan *Benefit Cost Ratio* (BCR).

Sebelum melakukan analisis kelayakan ekonomi terlebih dahulu ditentukan arus kas masuk dan arus kas keluar. Arus kas masuk diperoleh dari penjualan energi listrik kepada PLN sebagai produsen utama listrik di Indonesia. Arus kas masuk untuk metode *up-front* sebesar Rp4.203.394.467 dan Rp2.978.373.811 untuk *leasing*. Adapun untuk arus kas keluar yaitu penggunaan biaya untuk kebutuhan *Operational and Maintenance* (O&M) yaitu sebesar Rp299.237.617 untuk *up-front* dan Rp125.413.171 untuk *leasing*.

Selain menentukan arus kas masuk dan arus kas keluar peneliti harus menghitung total *investment cost* yang dibutuhkan dalam proyek baik metode *up-front* maupun metode *leasing*. Dalam hal ini peneliti menggunakan dokument *Bill of Quantity* (BoQ) atau dokumen yang merinci pengeluaran biaya keseluruhan yang diperlukan untuk proyek. Pada metode *up-front* biaya yang dikeluarkan untuk proyek PLTS di Jawa Timur yaitu sebesar Rp13.344.984.929. Sebanyak 69% biaya yang dikeluarkan untuk untuk *main component*, 23% untuk *balance of system* dan 8% untuk biaya *service*. Sedangkan biaya yang dikeluarkan untuk proyek PLTS pada metode *leasing* yaitu sebesar Rp11.805.095.754. Persentase biaya yang dikeluarkan untuk *main component* sebesar 67,4%, 24% untuk biaya

balance of system dan 8,5% untuk *service*. Biaya yang dikeluarkan pada metode *up-front* lebih besar dibandingkan dengan metode *leasing* dikarenakan pada metode *leasing* perusahaan menggunakan sistem sewa-menyewa atau pinjam meminjam modal pada pengeluaran *main component* yang mencakup panel surya dan inverter. Hal ini dapat dilihat dari persentase pengeluaran *main component* pada metode *up-front* 1,8% lebih besar dibanding *leasing*.

Pada proses perhitungan digunakan nilai tingkat diskon sebesar 10% di dasarkan pada Bank Indonesia pada tahun 2016. Tabel 7 menunjukkan hasil perhitungan IRR, NPV, DPP, dan BCR untuk proyek pemasangan PLTS di Ngoro Jawa Timur. Secara keseluruhan dari 2 metode yang digunakan dengan 4 parameter analisis kelayakan ekonomi menunjukkan bahwa proyek pemasangan PLTS layak untuk dilaksanakan. Nilai IRR metode *up-front* 23% dan *Leasing* 20,91% menunjukkan bahwa $IRR > MARR$. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proyek ini layak untuk dijalankan. Nilai MARR merupakan nilai tingkat diskon yang disepakati saat ini, pada penelitian ini yaitu 10%. Nilai $NPV > 0$ baik metode *up-front* maupun *leasing* yang artinya proyek yang didirikan atau dijalankan layak (*feasible*). Perhitungan DPP menunjukkan lamanya proyek akan balik modal yang dipengaruhi oleh faktor diskonto. Pada metode *up-front Discounted Payback Period* dari proyek pemasangan PLTS ini yaitu selama 7,7 tahun dan 8,8 tahun untuk metode *leasing*. Hasil apabila DPP memiliki periode waktu lebih pendek dari umur proyek maka proyek layak dilaksanakan. Dari nilai BCR untuk kedua metode menunjukkan nilai $BCR > 1$ artinya bahwa investasi untuk mengembangkan PLTS di Ngoro Jawa Timur layak untuk dilaksanakan.

Dari dua metode yang dipakai bahwa metode *up-front* memiliki nilai parameter lebih baik dibanding *leasing* misal, *Discounted Payback Period up-front* yang lebih cepat, hal ini dikarenakan adanya nilai TAX (pajak) yang dapat mempengaruhi waktu pengembalian modal. Perhitungan pajak pada metode *leasing* bisa memiliki dampak signifikan pada arus kas. Pajak dapat mengurangi arus kas yang diterima dari penyewa. Jika nilai pajak yang dikenakan pada arus kas penyewa cukup besar, maka arus kas masuk dari proyek *leasing* akan berkurang dan akibatnya akan mempengaruhi waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik impas atau pengembalian modal.

Perbedaan nilai IRR pada metode *up-front* dan *leasing* disebabkan oleh jumlah investasi awal yang lebih besar pada metode *up-front*. Investasi awal yang lebih besar dapat menghasilkan arus kas yang lebih tinggi pada periode awal proyek yang pada akhirnya dapat mengarah pada IRR yang lebih tinggi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan analisis kelayakan ekonomi pada proyek pemasangan PLTS On-Grid 1,881 MWp di Jawa Timur dengan dua metode yaitu *up-front* dan *leasing* dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Proyek pemasangan PLTS *On-Grid* 1,881 MWp dengan metode *up-front* dan *leasing* dengan 4 (empat) parameter analisis kelayakan ekonomi yaitu IRR, NPV, DPP, dan BCR layak untuk dijalankan atau dilaksanakan.
- 2) Nilai *Internal rate of return* (IRR) dan *Benefit cost ratio* (BCR) pada metode *up-front* yaitu 23% dan 2,1 lebih baik dibandingkan dengan metode *leasing* yaitu sebesar 20,91% dan 1,8, karena semakin besar persentase IRR berarti semakin cepat laju pengembalian modal suatu proyek.
- 3) Nilai *Net Present Value* (NPV) pada metode *up-front* (Rp17.529.993.567) lebih besar dibandingkan dengan metode *leasing* (Rp10.830.020.558) yang berarti nilai saat ini dari aliran kas metode *up-front* lebih besar.
- 4) Waktu pengembalian modal tercepat yaitu dengan menggunakan metode *up-front* yaitu selama 7,7 tahun.

5.2 Saran

Dari penelitian yang sudah dilakukan disarankan untuk menganalisis kelayakan ekonomi lebih lanjut dengan metode *Life Cycle Cost* (LCC) atau menggunakan *software* analisis PVysyst .

DAFTAR PUSTAKA

- Abuk, Getrudis Maria, dan Yusuf Rumbino. 2020. Analisis kelayakan ekonomi menggunakan metode Net Present Value (NPV), metode Internal Rate of Return (IRR) Payback Period (PBP) pada unit Stone Crusher di CV. X Kab. Kupang Prov. NTT. *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana* 14(2): 68–75.
- Al Hakim, Rosyid Ridlo. 2020. Model Energi Indonesia, Tinjauan Potensi Energy Terbarukan Untuk Ketahanan Energi Di Indonesia: Literatur Review. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat* 1(1): 1–11.
- Asrori et al. 2022. Kajian Kelayakan Solar Rooftop On-Grid untuk Kebutuhan Listrik Bengkel Mesin di Polinema. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika* vol.10: 830–45. <http://dx.doi.org/10.26760/elkomika.v10i4.830> .
- Astutiningsih, T. R. 2018. Analisis Kelayakan Bisnis Pada Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Program Sarjana.
- Avinda, Ayu Inka. 2022. Surya Dengan Sistem On Grid Pada Pondok Pesantren Tanbihul Ghofiliin Kabupaten Banjarnegara. 11(1): 725–31.
- Budiarta, A. D., Handoko, S., & Zahra, A. 2021. Tenaga Surya Sistem Hybrid Pada Atap Kandang Ayam Closed House Di Tualang Kabupaten Serdang Bedagai. 10 (2), 345–353.
- Chandra, Yudi. 2016. Analisis Ekonomi Energi Perencanaan Pembangunan PLTS (Studi Kasus Gedung Kuliah Politeknik Negeri Ketapang). 8(1): 25–31.
- Danu, A. R., Elektro, J. T., Industri, F. T., & Indonesia, U. I. 2020. Analisa Keekonomian Tarif Listrik Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fti Uii 5 Kwp Dengan Metode Life Cycle Cost (Lcc).
- D. Friedman. 2013. Levelized Cost of Electricity Renewable Energy Technologies Study November 2013. Fraunhofer Institut for Solar Energy Systems Ise, vol. 22, no. 1, 99–131.
- Dimas Adi Satrio, Jaka Windarta dan Singgih Saptadi. 2020. Studi Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop Kapasitas 1215 Wp Dengan Sistem On Grid Skala Rumah Tangga Studi Kasus Perumahan Sambiroto Asri Kota Semarang Ditinjau Dari Teknis Dan Ekonomi Teknik. *TRANSIENT VOL. 9*: 461–69.
- Friedman, D. 2013. Levelized Cost of Electricity Renewable Energy Technologies Study. *Fraunhofer Institut for Solar Energy Systems Ise* vol.22: 99–131.
- Hakim, Arif Rahman, Widiarto Sarwono, dan Luthfi Assadad. 2018. Perancangan Sistem Photovoltaic untuk Mesin Pembuat Es di Pelabuhan Perikanan Sadeng. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)* 7(2): 228–35.

- Halim, A. 2009. Analisis Kelayakan Investasi Bisnis. Yogyakarta : Graha Ilmu (DPP).
- Haning, D. and Askolani, I. 2020. Buku Pegangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya.
- Hidayat, F., Winardi, B., & Nugroho, A .2015. Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro. 1–8.
- Ibrahim , Muhammad Faisal.2019. Ekonomi Teknik. Ed.I. Yogyakarta: ANDI (Anggota IKAPI).
- Ibrahim, Yacob H.M.1998. Studi Kelayakan Bisnis. Jakarta: PT Rineka Cipta
- International Renewable Energy Agency-IRENA. (2019).Future of solar photovoltaic.
- Irfan, Muhammad. 2017. Perencanaan Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem On-Grid. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 9 Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru, 18-19 Mei 2017 ISSN 77*(Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industr): 18–19.
- Jufrizel, MT, Muhammad Irfan, ST. 2017. Perencanaan Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sistem On-Grid. *Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri* : 430–436.
- Kariongan, Yakobus, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, dan Universitas Cenderawasih. 2022. Perencanaan dan Analisis Ekonomi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop dengan Sistem On Grid sebagai Catu Daya Tambahan pada RSUD Kabupaten Mimika. 6: 3763–74.
- Kasmir.2014. Studi Kelayakan Bisnis, edisi revisi. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Kasmir dan Jakfar. 2013. Studi Kelayakan Bisnis. Edisi Revisi. Jakarta: Kencana.
- Kenton, W.2020. Feasibility Study. Retrieved from investopedia.com: <https://www.investopedia.com/terms/f/feasibility-study.asp>.
- Ketut Sugirianta, Ida Bagus, IAD Giriantari, dan I Nyoman Satya Kumara. 2016. Economic Analysis of Solar Electricity Rates using the Life Cycle Cost Method (Analisa Keekonomian Tarif Penjualan Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1 MWp Bangli Dengan Metode Life Cycle Cost).*Majalah Ilmiah Teknologi Elektro* 15(2): 121–26.
- M. Afkar Gumintang, M. Faizal Sofyan, Ilman Sulaeman. 2021. Design and Control of PV Hybrid System in Practice. Jakarta: GIZ.
- M.Giatman.2005. Ekonomi Teknik. Depok: PT Raja
- Maruli Pangaribuan, Bagas, Ida Ayu Dwi Giriantari, dan I Wayan Sukerayasa. 2020. Desain Plts Atap Kampus Universitas Udayana: Gedung Rektorat. *Jurnal SPEKTRUM* 7(2): 90.

- Manullang, Victor Ragidup Tua, Agung Nugroho, dan Enda Wista Sinuraya. 2020. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Software Homer Di Departemen Teknik Industri Universitas Diponegoro. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 9(2): 148–56.
- Munawaroh, M., H. Rimiya, Fajarwati.2016. Kewirausahaan : Untuk Program Strata 1. Yogyakarta : LP3M UMY
- Nugraha, I Made Aditya.2020. Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Pada Kapal Nelayan: Suatu Kajian Literatur. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik* 4(2): 101.
- Pramudita, Brahmantya Aji, Bandiyah Sri Aprillia, dan Mohamad Ramdhani. 2020. Analisis Ekonomi On Grid Plts Untuk Rumah 2200 Va. 1(2): 23–27.
- Purwana, Dedi, dan Nurdin Hidayat.2016. Studi Kelayakan Bisnis. Jakarta: Rajawali Pres
- Ramadhana, Ryan Rezky, Muh Iqbal M, dan Abdul Hafid. 2022. Analisis Plts On Grid.14: 12–25.
- Riawan, I P G, I N S Kumara, dan W G Ariastina. 2022. Analisis Performansi dan Ekonomi PLTS Atap 10 kWp pada Bangunan Rumah Tangga di Desa Batuan Gianyar. (1): 0–7.
- Ross, S. 2010. Fundamental of Corporate Finance. McGraw Hill.
- Sunyoto, Danang.2014. Dasar-dasar Manajemem Pemasaran : Konsep, Strategi dan Kasus. Yogyakarta: CAPS (Center of Academic Publishing Service).
- Suripto, Heri, Ahmad Fathoni. 2021. Analisis Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Ekonomi; Sebuah Review Berdasarkan Studi Literatur di Indonesia. *Jurnal APTEK* Vol 13: 33–41. <http://journal.upp.ac.id/index.php/aptek>.
- Umar, Husein.2005.Studi Kelayakan Bisnis. Edisi ke-3. Jakarta: PT. Gramedia
- Wijatno, Serian.2009. Pengantar Entrepreneurship. Jakarta: PT Grasindo.

LAMPIRAN

A. Lampiran Analisis Kelayakan Ekonomi (*Up-front*)

Tahun	Biaya Investasi Awal	Operating Cost (Biaya Operasi)	Total Cost	Benefit	Net Benefit	DF (10%)	Present Value	Kumulatif Present Value
				(Kas masuk/Selling Energy)				
0	Rp13,344,984,928.50		Rp13,344,984,928.50		-Rp13,344,984,928.50	1.000	-Rp13,344,984,929	
1		Rp266,899,699	Rp266,899,699	Rp2,946,658,877	Rp2,679,759,178.29	0.909	Rp2,436,144,708	Rp2,436,144,708
2		Rp269,568,696	Rp269,568,696	Rp3,030,087,630	Rp2,760,518,934.09	0.826	Rp2,281,420,607	Rp4,717,565,314
3		Rp272,264,383	Rp272,264,383	Rp3,115,878,501	Rp2,843,614,118.19	0.751	Rp2,136,449,375	Rp6,854,014,689
4		Rp274,987,026	Rp274,987,026	Rp3,204,098,369	Rp2,929,111,342.36	0.683	Rp2,000,622,459	Rp8,854,637,148
5		Rp277,736,897	Rp277,736,897	Rp3,294,816,006	Rp3,017,079,109.21	0.621	Rp1,873,368,752	Rp10,728,005,901
6		Rp280,514,266	Rp280,514,266	Rp3,388,102,131	Rp3,107,587,865.81	0.564	Rp1,754,152,336	Rp12,482,158,236
7		Rp283,319,408	Rp283,319,408	Rp3,484,029,467	Rp3,200,710,058.80	0.513	Rp1,642,470,351	Rp14,124,628,587
8		Rp286,152,602	Rp286,152,602	Rp3,582,672,793	Rp3,296,520,191.02	0.467	Rp1,537,850,998	Rp15,662,479,585
9		Rp289,014,128	Rp289,014,128	Rp3,684,109,008	Rp3,395,094,879.80	0.424	Rp1,439,851,653	Rp17,102,331,238
10		Rp291,904,270	Rp291,904,270	Rp3,788,417,186	Rp3,496,512,916.86	0.386	Rp1,348,057,091	Rp18,450,388,329
11		Rp294,823,312	Rp294,823,312	Rp3,895,678,642	Rp3,600,855,329.96	0.350	Rp1,262,077,826	Rp19,712,466,155
12		Rp294,823,312	Rp294,823,312	Rp4,005,976,992	Rp3,711,153,679.36	0.319	Rp1,182,487,932	Rp20,894,954,087
13		Rp297,771,545	Rp297,771,545	Rp4,119,398,218	Rp3,821,626,672.80	0.290	Rp1,106,989,120	Rp22,001,943,207
14		Rp300,749,261	Rp300,749,261	Rp4,236,030,740	Rp3,935,281,479.10	0.263	Rp1,036,282,608	Rp23,038,225,815
15		Rp303,756,753	Rp303,756,753	Rp4,355,965,478	Rp4,052,208,724.83	0.239	Rp970,066,551	Rp24,008,292,366
16		Rp306,794,321	Rp306,794,321	Rp4,479,295,929	Rp4,172,501,607.89	0.218	Rp908,057,919	Rp24,916,350,285
17		Rp309,862,264	Rp309,862,264	Rp4,606,118,235	Rp4,296,255,970.31	0.198	Rp849,991,340	Rp25,766,341,625
18		Rp312,960,887	Rp312,960,887	Rp4,736,531,260	Rp4,423,570,373.25	0.180	Rp795,618,014	Rp26,561,959,639
19		Rp316,090,496	Rp316,090,496	Rp4,870,636,670	Rp4,554,546,173.94	0.164	Rp744,704,694	Rp27,306,664,333
20		Rp319,251,401	Rp319,251,401	Rp5,008,539,006	Rp4,689,287,605.02	0.149	Rp697,032,722	Rp28,003,697,056
21		Rp322,443,915	Rp322,443,915	Rp5,150,345,771	Rp4,827,901,855.88	0.135	Rp652,397,134	Rp28,656,094,190
22		Rp322,443,915	Rp322,443,915	Rp5,296,167,510	Rp4,973,723,595.68	0.123	Rp611,001,917	Rp29,267,096,107
23		Rp325,668,354	Rp325,668,354	Rp5,446,117,901	Rp5,120,449,547.26	0.112	Rp571,842,373	Rp29,838,938,480
24		Rp328,925,037	Rp328,925,037	Rp5,600,313,837	Rp5,271,388,799.85	0.102	Rp535,180,900	Rp30,374,119,380
25		Rp332,214,288	Rp332,214,288	Rp5,758,875,523	Rp5,426,661,235.15	0.092	Rp500,859,115	Rp30,874,978,495
							NPV	Rp17,529,993,567
							DPP	7.7

Tahun	Biaya Investasi Awal	Operating Cost	Total Cost	Benefit	Net Benefit	DF (10%)	B	C
		(Biaya Operasi)		(Kas masuk/Selling Energy)				
0	Rp13,344,984,928.50		Rp13,344,984,928.50		-Rp13,344,984,928.50	1.000	Rp0.000	Rp13,344,984,928.50
1		Rp266,899,699	Rp266,899,698.57	Rp2,946,658,877	Rp2,679,759,178.29	0.909	Rp2,678,780,797.150	Rp242,636,089.61
2		Rp269,568,696	Rp269,568,695.56	Rp3,030,087,630	Rp2,760,518,934.09	0.826	Rp2,504,204,652.599	Rp222,784,045.91
3		Rp272,264,383	Rp272,264,382.51	Rp3,115,878,501	Rp2,843,614,118.19	0.751	Rp2,341,005,635.389	Rp204,556,260.34
4		Rp274,987,026	Rp274,987,026.34	Rp3,204,098,369	Rp2,929,111,342.36	0.683	Rp2,188,442,298.131	Rp187,819,839.04
5		Rp277,736,897	Rp277,736,896.60	Rp3,294,816,006	Rp3,017,079,109.21	0.621	Rp2,045,821,513.562	Rp172,452,761.30
6		Rp280,514,266	Rp280,514,265.57	Rp3,388,102,131	Rp3,107,587,865.81	0.564	Rp1,912,495,325.523	Rp158,342,989.92
7		Rp283,319,408	Rp283,319,408.22	Rp3,484,029,467	Rp3,200,710,058.80	0.513	Rp1,787,858,005.159	Rp145,387,654.38
8		Rp286,152,602	Rp286,152,602.30	Rp3,582,672,793	Rp3,296,520,191.02	0.467	Rp1,671,343,298.963	Rp133,492,300.84
9		Rp289,014,128	Rp289,014,128.33	Rp3,684,109,008	Rp3,395,094,879.80	0.424	Rp1,562,421,856.169	Rp122,570,203.50
10		Rp291,904,270	Rp291,904,269.61	Rp3,788,417,186	Rp3,496,512,916.86	0.386	Rp1,460,598,823.803	Rp112,541,732.30
11		Rp294,823,312	Rp294,823,312.31	Rp3,895,678,642	Rp3,600,855,329.96	0.350	Rp1,365,411,598.455	Rp103,333,772.39
12		Rp294,823,312	Rp294,823,312.31	Rp4,005,976,992	Rp3,711,153,679.36	0.319	Rp1,276,427,724.584	Rp93,939,793.08
13		Rp297,771,545	Rp297,771,545.43	Rp4,119,398,218	Rp3,821,626,672.80	0.290	Rp1,193,242,929.773	Rp86,253,810.01
14		Rp300,749,261	Rp300,749,260.88	Rp4,236,030,740	Rp3,935,281,479.10	0.263	Rp1,115,479,288.040	Rp79,196,680.10
15		Rp303,756,753	Rp303,756,753.49	Rp4,355,965,478	Rp4,052,208,724.83	0.239	Rp1,042,783,502.838	Rp72,716,951.73
16		Rp306,794,321	Rp306,794,321.03	Rp4,479,295,929	Rp4,172,501,607.89	0.218	Rp974,825,301.958	Rp66,767,382.95
17		Rp309,862,264	Rp309,862,264.24	Rp4,606,118,235	Rp4,296,255,970.31	0.198	Rp911,295,937.030	Rp61,304,597.07
18		Rp312,960,887	Rp312,960,886.88	Rp4,736,531,260	Rp4,423,570,373.25	0.180	Rp851,906,780.813	Rp56,288,766.40
19		Rp316,090,496	Rp316,090,495.75	Rp4,870,636,670	Rp4,554,546,173.94	0.164	Rp796,388,015.908	Rp51,683,321.88
20		Rp319,251,401	Rp319,251,400.71	Rp5,008,539,006	Rp4,689,287,605.02	0.149	Rp744,487,408.911	Rp47,454,686.45
21		Rp322,443,915	Rp322,443,914.71	Rp5,150,345,771	Rp4,827,901,855.88	0.135	Rp695,969,164.472	Rp43,572,030.29
22		Rp322,443,915	Rp322,443,914.71	Rp5,296,167,510	Rp4,973,723,595.68	0.123	Rp650,612,854.024	Rp39,610,936.63
23		Rp325,668,354	Rp325,668,353.86	Rp5,446,117,901	Rp5,120,449,547.26	0.112	Rp608,212,414.327	Rp36,370,041.81
24		Rp328,925,037	Rp328,925,037.40	Rp5,600,313,837	Rp5,271,388,799.85	0.102	Rp568,575,211.285	Rp33,394,311.12
25		Rp332,214,288	Rp332,214,287.77	Rp5,758,875,523	Rp5,426,661,235.15	0.092	Rp531,521,164.766	Rp30,662,049.30
							Rp33,480,111,504	Rp15,950,117,937
							NPV	Rp17,529,993,567

Tahun	Net Benefit	DF (10%)	Present Value	DF (23%)	Present Value
0	-Rp13,344,984,928.50	1.000	-Rp13,344,984,929	1.000	-Rp13,344,984,928.50
1	Rp2,679,759,178.29	0.909	Rp2,436,144,708	0.813	Rp2,178,665,998.61
2	Rp2,760,518,934.09	0.826	Rp2,281,420,607	0.661	Rp1,824,653,932.24
3	Rp2,843,614,118.19	0.751	Rp2,136,449,375	0.537	Rp1,528,112,497.13
4	Rp2,929,111,342.36	0.683	Rp2,000,622,459	0.437	Rp1,279,721,406.88
5	Rp3,017,079,109.21	0.621	Rp1,873,368,752	0.355	Rp1,071,670,165.71
6	Rp3,107,587,865.81	0.564	Rp1,754,152,336	0.289	Rp897,413,809.78
7	Rp3,200,710,058.80	0.513	Rp1,642,470,351	0.235	Rp751,468,109.02
8	Rp3,296,520,191.02	0.467	Rp1,537,850,998	0.191	Rp629,237,864.67
9	Rp3,395,094,879.80	0.424	Rp1,439,851,653	0.155	Rp526,872,962.74
10	Rp3,496,512,916.86	0.386	Rp1,348,057,091	0.126	Rp441,147,703.31
11	Rp3,600,855,329.96	0.350	Rp1,262,077,826	0.103	Rp369,359,647.80
12	Rp3,711,153,679.36	0.319	Rp1,182,487,932	0.083	Rp309,490,698.83
13	Rp3,821,626,672.80	0.290	Rp1,106,989,120	0.068	Rp259,108,589.82
14	Rp3,935,281,479.10	0.263	Rp1,036,282,608	0.055	Rp216,922,320.43
15	Rp4,052,208,724.83	0.239	Rp970,066,551	0.045	Rp181,599,703.75
16	Rp4,172,501,607.89	0.218	Rp908,057,919	0.036	Rp152,024,901.14
17	Rp4,296,255,970.31	0.198	Rp849,991,340	0.030	Rp127,263,321.59
18	Rp4,423,570,373.25	0.180	Rp795,618,014	0.024	Rp106,532,209.58
19	Rp4,554,546,173.94	0.164	Rp744,704,694	0.020	Rp89,176,000.79
20	Rp4,689,287,605.02	0.149	Rp697,032,722	0.016	Rp74,645,673.53
21	Rp4,827,901,855.88	0.135	Rp652,397,134	0.013	Rp62,481,449.01
22	Rp4,973,723,595.68	0.123	Rp611,001,917	0.011	Rp52,332,224.39
23	Rp5,120,449,547.26	0.112	Rp571,842,373	0.009	Rp43,801,655.81
24	Rp5,271,388,799.85	0.102	Rp535,180,900	0.007	Rp36,660,836.90
25	Rp5,426,661,235.15	0.092	Rp500,859,115	0.006	Rp30,683,501.98
			Rp17,529,993,567		-Rp103,937,743.04
				IRR	0.229233755
				IRR	22.9
				Gross B/C	2.1

B. Lampiran Analisis Kelayakan Ekonomi (Leasing)

Tahun	Biaya Investasi Awal	Operating Cost	Total Cost	Benefit	Net Benefit	DF (10%)	Present Value	Kumulatif Present Value
		(Biaya Operasi)		(Kas masuk/Selling Energy)				
0	Rp11,805,095,753.55		Rp11,805,095,753.55		-Rp11,805,095,753.55	1.000	-Rp11,805,095,754	
1		Rp118,050,959	Rp118,050,959	Rp2,094,525,742	Rp1,976,474,783.68	0.909	Rp1,796,795,258	Rp1,796,795,258
2		Rp118,641,214	Rp118,641,214	Rp2,153,222,583	Rp2,034,581,368.40	0.826	Rp1,681,472,205	Rp3,478,267,463
3		Rp119,234,421	Rp119,234,421	Rp2,213,578,280	Rp2,094,343,858.15	0.751	Rp1,573,511,539	Rp5,051,779,002
4		Rp119,830,594	Rp119,830,594	Rp2,275,639,785	Rp2,155,809,190.25	0.683	Rp1,472,446,684	Rp6,524,225,686
5		Rp120,429,748	Rp120,429,748	Rp2,339,455,380	Rp2,219,025,631.20	0.621	Rp1,377,840,331	Rp7,902,066,017
6		Rp121,031,898	Rp121,031,898	Rp2,405,074,713	Rp2,284,042,814.35	0.564	Rp1,289,282,624	Rp9,191,348,641
7		Rp121,637,059	Rp121,637,059	Rp2,472,548,837	Rp2,350,911,778.60	0.513	Rp1,206,389,464	Rp10,397,738,105
8		Rp122,245,245	Rp122,245,245	Rp2,541,930,253	Rp2,419,685,008.16	0.467	Rp1,128,800,914	Rp11,526,539,019
9		Rp122,856,472	Rp122,856,472	Rp2,613,272,946	Rp2,490,416,473.52	0.424	Rp1,056,179,695	Rp12,582,718,714
10		Rp123,470,755	Rp123,470,755	Rp2,686,632,429	Rp2,563,161,673.52	0.386	Rp988,209,783	Rp13,570,928,497
11		Rp124,088,110	Rp124,088,110	Rp2,762,065,789	Rp2,637,977,678.58	0.350	Rp924,595,083	Rp14,495,523,581
12		Rp124,708,552	Rp124,708,552	Rp2,839,631,727	Rp2,714,923,175.27	0.319	Rp865,058,191	Rp15,360,581,772
13		Rp125,332,095	Rp125,332,095	Rp2,919,390,607	Rp2,794,058,512.02	0.290	Rp809,339,226	Rp16,169,920,998
14		Rp125,958,757	Rp125,958,757	Rp3,001,404,503	Rp2,875,445,746.17	0.263	Rp757,194,735	Rp16,927,115,733
15		Rp126,588,551	Rp126,588,551	Rp3,085,737,244	Rp2,959,148,692.39	0.239	Rp708,396,670	Rp17,635,512,403
16		Rp127,221,495	Rp127,221,495	Rp3,172,454,467	Rp3,045,232,972.41	0.218	Rp662,731,420	Rp18,298,243,823
17		Rp127,857,603	Rp127,857,603	Rp3,261,623,670	Rp3,133,766,066.19	0.198	Rp619,998,910	Rp18,918,242,733
18		Rp128,496,892	Rp128,496,892	Rp3,353,314,257	Rp3,224,817,364.56	0.180	Rp580,011,749	Rp19,498,254,482
19		Rp129,139,378	Rp129,139,378	Rp3,447,597,601	Rp3,318,458,223.27	0.164	Rp542,594,437	Rp20,040,848,918
20		Rp129,785,076	Rp129,785,076	Rp3,544,547,094	Rp3,414,762,018.66	0.149	Rp507,582,615	Rp20,548,431,534
21		Rp130,434,002	Rp130,434,002	Rp3,644,238,207	Rp3,513,804,204.88	0.135	Rp474,822,368	Rp21,023,253,902
22		Rp131,086,173	Rp131,086,173	Rp3,746,748,545	Rp3,615,662,372.70	0.123	Rp444,169,564	Rp21,467,423,466
23		Rp131,741,605	Rp131,741,605	Rp3,852,157,915	Rp3,720,416,310.00	0.112	Rp415,489,240	Rp21,882,912,706
24		Rp132,400,313	Rp132,400,313	Rp3,960,548,377	Rp3,828,148,063.99	0.102	Rp388,655,021	Rp22,271,567,727
25		Rp133,062,316	Rp133,062,316	Rp4,072,004,321	Rp3,938,942,005.21	0.092	Rp363,548,584	Rp22,635,116,311
							NPV	Rp10,830,020,558
							DPP	8.8

Tahun	Biaya Investasi Awal	Operating Cost	Total Cost	Benefit	Net Benefit	DF (10%)	B	C
		(Biaya Operasi)		(Kas masuk/Selling Energy)				
0	Rp11,805,095,753.55		Rp11,805,095,753.55		-Rp11,805,095,753.55	1.000	Rp0.000	Rp11,805,095,753.55
1		Rp118,050,959	Rp118,050,958.54	Rp2,094,525,742	Rp1,976,474,783.68	0.909	Rp1,904,114,311.106	Rp107,319,053.21
2		Rp118,641,214	Rp118,641,214.32	Rp2,153,222,583	Rp2,034,581,368.40	0.826	Rp1,779,522,795.638	Rp98,050,590.35
3		Rp119,234,421	Rp119,234,421.38	Rp2,213,578,280	Rp2,094,343,858.15	0.751	Rp1,663,094,124.371	Rp89,582,585.56
4		Rp119,830,594	Rp119,830,594.48	Rp2,275,639,785	Rp2,155,809,190.25	0.683	Rp1,554,292,592.533	Rp81,845,908.39
5		Rp120,429,748	Rp120,429,748.43	Rp2,339,455,380	Rp2,219,025,631.20	0.621	Rp1,452,617,729.558	Rp74,777,398.73
6		Rp121,031,898	Rp121,031,898.15	Rp2,405,074,713	Rp2,284,042,814.35	0.564	Rp1,357,601,975.038	Rp68,319,351.21
7		Rp121,637,059	Rp121,637,058.61	Rp2,472,548,837	Rp2,350,911,778.60	0.513	Rp1,268,808,508.534	Rp62,419,044.10
8		Rp122,245,245	Rp122,245,244.87	Rp2,541,930,253	Rp2,419,685,008.16	0.467	Rp1,185,829,223.014	Rp57,028,308.93
9		Rp122,856,472	Rp122,856,472.05	Rp2,613,272,946	Rp2,490,416,473.52	0.424	Rp1,108,282,832.375	Rp52,103,137.20
10		Rp123,470,755	Rp123,470,755.36	Rp2,686,632,429	Rp2,563,161,673.52	0.386	Rp1,035,813,104.119	Rp47,603,321.17
11		Rp124,088,110	Rp124,088,110.09	Rp2,762,065,789	Rp2,637,977,678.58	0.350	Rp968,087,208.896	Rp43,492,125.59
12		Rp124,708,552	Rp124,708,551.59	Rp2,839,631,727	Rp2,714,923,175.27	0.319	Rp904,794,179.126	Rp39,735,987.77
13		Rp125,332,095	Rp125,332,095.28	Rp2,919,390,607	Rp2,794,058,512.02	0.290	Rp845,643,469.473	Rp36,304,243.64
14		Rp125,958,757	Rp125,958,756.70	Rp3,001,404,503	Rp2,875,445,746.17	0.263	Rp790,363,612.419	Rp33,168,877.39
15		Rp126,588,551	Rp126,588,551.41	Rp3,085,737,244	Rp2,959,148,692.39	0.239	Rp738,700,962.607	Rp30,304,292.75
16		Rp127,221,495	Rp127,221,495.09	Rp3,172,454,467	Rp3,045,232,972.41	0.218	Rp690,418,524.095	Rp27,687,104.03
17		Rp127,857,603	Rp127,857,603.49	Rp3,261,623,670	Rp3,133,766,066.19	0.198	Rp645,294,855.005	Rp25,295,945.23
18		Rp128,496,892	Rp128,496,892.42	Rp3,353,314,257	Rp3,224,817,364.56	0.180	Rp603,123,044.446	Rp23,111,295.58
19		Rp129,139,378	Rp129,139,377.79	Rp3,447,597,601	Rp3,318,458,223.27	0.164	Rp563,709,756.928	Rp21,115,320.20
20		Rp129,785,076	Rp129,785,075.59	Rp3,544,547,094	Rp3,414,762,018.66	0.149	Rp526,874,339.791	Rp19,291,724.50
21		Rp130,434,002	Rp130,434,001.86	Rp3,644,238,207	Rp3,513,804,204.88	0.135	Rp492,447,989.486	Rp17,625,621.14
22		Rp131,086,173	Rp131,086,172.77	Rp3,746,748,545	Rp3,615,662,372.70	0.123	Rp460,272,972.803	Rp16,103,408.52
23		Rp131,741,605	Rp131,741,604.52	Rp3,852,157,915	Rp3,720,416,310.00	0.112	Rp430,201,899.426	Rp14,712,659.70
24		Rp132,400,313	Rp132,400,313.43	Rp3,960,548,377	Rp3,828,148,063.99	0.102	Rp402,097,042.405	Rp13,442,021.00
25		Rp133,062,316	Rp133,062,315.88	Rp4,072,004,321	Rp3,938,942,005.21	0.092	Rp375,829,703.396	Rp12,281,119.26
							Rp23,747,836,757	Rp12,917,816,199
							NPV	Rp10,830,020,558

Tahun	Net Benefit	DF (10%)	Present Value	DF (23%)	Present Value
0	-Rp11,805,095,753.55	1.000	-Rp11,805,095,754	1.000	-Rp11,805,095,753.55
1	Rp1,976,474,783.68	0.909	Rp1,796,795,258	0.813	Rp1,606,890,068.03
2	Rp2,034,581,368.40	0.826	Rp1,681,472,205	0.661	Rp1,344,822,108.80
3	Rp2,094,343,858.15	0.751	Rp1,573,511,539	0.537	Rp1,125,466,708.88
4	Rp2,155,809,190.25	0.683	Rp1,472,446,684	0.437	Rp941,867,634.05
5	Rp2,219,025,631.20	0.621	Rp1,377,840,331	0.355	Rp788,200,600.59
6	Rp2,284,042,814.35	0.564	Rp1,289,282,624	0.289	Rp659,589,254.51
7	Rp2,350,911,778.60	0.513	Rp1,206,389,464	0.235	Rp551,951,034.70
8	Rp2,419,685,008.16	0.467	Rp1,128,800,914	0.191	Rp461,868,072.84
9	Rp2,490,416,473.52	0.424	Rp1,056,179,695	0.155	Rp386,479,068.28
10	Rp2,563,161,673.52	0.386	Rp988,209,783	0.126	Rp323,388,733.97
11	Rp2,637,977,678.58	0.350	Rp924,595,083	0.103	Rp270,591,961.35
12	Rp2,714,923,175.27	0.319	Rp865,058,191	0.083	Rp226,410,314.26
13	Rp2,794,058,512.02	0.290	Rp809,339,226	0.068	Rp189,438,849.71
14	Rp2,875,445,746.17	0.263	Rp757,194,735	0.055	Rp158,501,587.97
15	Rp2,959,148,692.39	0.239	Rp708,396,670	0.045	Rp132,614,226.56
16	Rp3,045,232,972.41	0.218	Rp662,731,420	0.036	Rp110,952,921.08
17	Rp3,133,766,066.19	0.198	Rp619,998,910	0.030	Rp92,828,146.51
18	Rp3,224,817,364.56	0.180	Rp580,011,749	0.024	Rp77,662,813.15
19	Rp3,318,458,223.27	0.164	Rp542,594,437	0.020	Rp64,973,945.12
20	Rp3,414,762,018.66	0.149	Rp507,582,615	0.016	Rp54,357,342.16
21	Rp3,513,804,204.88	0.135	Rp474,822,368	0.013	Rp45,474,739.30
22	Rp3,615,662,372.70	0.123	Rp444,169,564	0.011	Rp38,043,057.88
23	Rp3,720,416,310.00	0.112	Rp415,489,240	0.009	Rp31,825,407.74
24	Rp3,828,148,063.99	0.102	Rp388,655,021	0.007	Rp26,623,555.41
25	Rp3,938,942,005.21	0.092	Rp363,548,584	0.006	Rp22,271,619.62
			Rp10,830,020,558		-Rp2,072,001,981.09
				IRR	0.209122633
				IRR	20.91
				Gross B/C	1.8

C. Lampiran Timeline Penelitian

No	Kegiatan Penelitian	Jadwal/Bulan													
		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul					
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Pengajuan Topik dan Judul Laporan	■	■			■	■								
2.	Studi Pendahuluan dan pengumpulan referensi			■		■	■								
3.	Penyusunan BAB I dan II					■	■	■	■						
4.	Pengumpulan Data					■	■	■	■						
5.	Analisis Data dan Penyusunan BAB III					■	■			■	■				
6.	Pembahasan masalah BAB IV dan Kesimpulan BAB V					■	■					■	■		
7.	Penyelesaian akhir, daftar pustaka, lampiran, cover, sampul dan abstrak					■	■							■	■
8.	Revisi Laporan					■	■							■	■
9.	Ujian Tugas Akhir					■	■								■

