

**ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA SURYA PADA GEDUNG KAMPUS PATRIA HUSADA
SURAKARTA**



Tugas Akhir

MUHAMMAD AINURROHIM AIKO

2022070003

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM BATIK SURAKARTA
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir Yang Berjudul
ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SURYA PADA GEDUNG KAMPUS PATRIA HUSADA SURAKARTA

Yang Dipersiapkan Dan Disusun Oleh :
MUHAMMAD AINURROHIM AIKO
2022070003

Telah Disahkan Dan Disetujui Oleh Tim Pembimbing Pada Tanggal.....
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Persyaratan Yang Diperlukan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik.
Surakarta, Agustus 2026

Susunan Pembimbing
Pembimbing utama

Universitas Islam Batik
Surakarta
Fakultas Teknik
Dekan

Sri Purwati, S.T.,M.T
NIDN. 0622099501

Ir. Bagas Wahyu Adhi, S.T.,M.T.
NIDN. 0624079301

Pembimbing pendamping

Muh. Fitri Budi Utomo, S.T.,M.T.
NIDN.0609029701

PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA GEDUNG KAMPUS PATRIA HUSADA SURAKARTA

**Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
MUHAMMAD AINURROHIM AIKO
2022070003**

**Telah disahkan dan disetujui oleh Tim Penguji Pada Tanggal..... Dan
dinyatakan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan Untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknik.**

Surakarta, Agustus 2026

Susunan Tim Penguji Ketua

Universitas Islam Batik Surakarta

Fakultas Teknik

Dekan

**Sri Purwati, S.T.,M.T
NIDN. 0622099501**

**Ir. Bagas Wahyu Adhi, S.T.,M.T.
NIDN. 0624079301**

Sekretaris

**Muh. Fitri Budi Utomo, S.T.,M.T.
NIDN.0609029701**

Anggota

**Sri Mayasari ST,M.Si.PhD
NIDN.0616037102**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Ainurrohim Aiko

NIM : 2022070003

Judul Tugas Akhir :

ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PADA GEDUNG KAMPUS PATRIA HUSADA SURAKARTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis karya atau pendapat yang pernah ditulis diterbitkan orang lain, kecuali sebagai acuan atau kutipan penulisan karya ilmiah yang lazim.

Surakarta Juli 2026

Materai 10k

Muhammad Ainurrohim Aiko

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Analisis Kelayakan Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Gedung Kampus Patria Husada Surakarta" dengan baik.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis memperoleh banyak bantuan, dukungan, bimbingan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan kesehatan, kemudahan, dan kelancaran dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua, keluarga dan sponsor yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi, dan perhatian kepada penulis.
3. Bapak/Ibu pimpinan Universitas Islam Batik Surakarta yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan S1 teknik industri.
4. Bapak/Ibu dosen Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Islam Batik Surakarta yang telah memberikan ilmu dan bimbingan pengetahuan selama masa perkuliahan.
5. Pihak Kampus Patria Husada Surakarta yang telah memberikan izin dan membantu dalam proses pengumpulan data penelitian.
6. Teman-teman mahasiswa Universitas Islam Batik Surakarta serta semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan selama penyusunan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan penyempurnaan penelitian di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik industri, energi terbarukan, dan analisis kelayakan investasi, serta dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
ABSTRAK	11
ABSTRACT.....	12
MOTTO	13
BAB I PENDAHULUAN	14
1.1 Latar Belakang.....	14
1.2 Perumusan Masalah	19
1.3 Tujuan penelitian	19
1.4 Manfaat Penelitian	20
1.5 Batasan Masalah	20
1.6 Sistematika Penulisan	20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	22
2.1 Tinjauan Umum Perusahaan	22
2.2 Visi & Misi	22
2.3 Energi Terbarukan	23
2.4 Analisa Kelayakan Investasi	28
2.4.1 Analisis benefit cost (ABC)	29
2.4.2 Retrun On Invesment (ROI).....	30
2.4.3 Net Present Value (NPV).....	31
2.4.4 Break Even Point(BEP)	31
2.4.5 Penyusutan Aset.....	32
2.5 State Of The Art	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	35

3.1	Keterangan <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	36
3.2	Rumusan Masalah & Tinjauan Pustaka.	37
3.3	Metodologi Penelitian.....	37
3.4	Pengumpulan Data.....	38
3.5	Analisis Data.....	38
1.	Metode Analisis Perhitungan <i>Break Even Point</i> (BEP),.....	38
2.	Metode Perhitungan <i>Analisis Benefit Cost</i> (ABC).....	38
3.	Metode Analisis Perhitungan <i>Return on Investment</i> (ROI)	39
4.	Metode Analisis Perhitungan <i>Net Present Value</i> (NPV)	40
BAB IV		41
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		41
4.1	Pengumpulan Data.....	41
4.2	Pengolahan data	42
BAB V.....		51
ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL		51
5.1	Analisis	51
1.	<i>Analisis Break Even Point</i> (BEP)	51
2.	<i>Analisis Benefit Cost</i> (ABC)	52
3.	<i>Analisis Return on Investment</i> (ROI).....	52
4.	<i>Analisis Net Present Value</i> (NPV)	53
5.2	Interpretasi Hasil.....	54
BAB VI		56
KESIMPULAN DAN SARAN DARI HASIL PENELITIAN.....		56
6.1	Kesimpulan.....	56
6.2	Saran.....	57
`DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN.....		62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State of the art</i>	33
Tabel 4 . 1 spesifikasi pengumpulan data kebutuhan PLTS	41
Tabel 4 . 2 Estimasi Kebutuhan Listrik Gedung Patria Husada/kw(jam)	41
Tabel 4 . 3 Beban Operasional	43
Tabel 4 . 4 Estimasi kebutuhan Daya PLN Gedung	44
Tabel 4 . 5 Modal Awal Instalasi PLTS	45
Tabel 4 . 6 Biaya Survei	46
Tabel 4 . 7 penyusutan aset PLTS	46
Tabel 4 . 8 Green Campus	47
Tabel 4 . 9 Rincian biaya dan manfaat penggunaan PLTS	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Sistem Panel Surya	28
Gambar 3. 1 <i>flowchart</i> metodologi penelitian.....	35
Gambar 4. 5 Shop Drawing Atap.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Denah atap patria husada	62
Lampiran 2 Gambar Solar panel (tokopedia).....	62
Lampiran 3 Gambar Inverter 110 kw (Tokopedia)	62
Lampiran 4 Gambar Inverter 60 kw (Tokopedia)	62

ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan energi listrik pada Gedung Kampus Patria Husada Surakarta berdampak pada meningkatnya biaya operasional yang harus ditanggung institusi. Salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap listrik dari PLN sekaligus mendukung pemanfaatan energi terbarukan adalah melalui pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan investasi pembangunan PLTS pada Gedung Kampus Patria Husada Surakarta dari aspek teknis dan ekonomi. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode *Break Even Point* (BEP), *Return on Investment* (ROI), *Net Present Value* (NPV), *Analisis Benefit Cost* (ABC), serta perhitungan penyusutan aset. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas atap efektif sebesar 865,3 m² mampu dipasang 320 unit panel surya berkapasitas 620 Wp dengan total kapasitas 198,4 kWp dan menghasilkan energi listrik sebesar 770,95 kWh per hari. Total investasi yang dibutuhkan sebesar Rp1.282.028.518,52 dengan biaya operasional tahunan yang telah memperhitungkan biaya pemeliharaan dan penyusutan aset. Hasil analisis menunjukkan nilai BEP sebesar 3,69 tahun yang mengindikasikan investasi dapat kembali jauh sebelum umur ekonomis PLTS berakhir, sehingga masih tersedia masa operasional yang panjang untuk menghasilkan manfaat ekonomi. Nilai ROI sebesar 55,98% menunjukkan bahwa investasi mampu memberikan tingkat keuntungan yang baik terhadap biaya yang dikeluarkan. Nilai NPV yang positif Rp. 1.529.790.805 menunjukkan bahwa nilai sekarang dari manfaat investasi lebih besar dibandingkan nilai investasi awal, sedangkan nilai rasio sebesar 6,08 (>1) menunjukkan bahwa setiap Rp1,00 biaya investasi mampu menghasilkan manfaat sebesar Rp6,08. Hasil *Analisis Benefit Cost* (ABC) juga menunjukkan bahwa total manfaat melebihi total biaya, sementara perhitungan penyusutan aset memperlihatkan bahwa komponen utama PLTS masih memiliki nilai ekonomis hingga akhir umur proyek. Berdasarkan seluruh indikator tersebut, pembangunan PLTS dinyatakan layak untuk direalisasikan karena memberikan manfaat ekonomi, operasional, dan lingkungan secara berkelanjutan.

Kata kunci : Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), *Analisis Kelayakan Investasi*, Energi Terbarukan, *Break Even Point* (BEP), *Return on Investment* (ROI), dan *Analisis Benefit Cost* (ABC) .

ABSTRACT

The increasing electricity demand at the Patria Husada Surakarta Campus Building has led to higher operational costs for the institution. One way to reduce reliance on electricity from PLN while supporting the use of renewable energy is by building a Solar Power Plant (PLTS). This study aims to analyse the feasibility of investing in a PLTS at the Patria Husada Surakarta Campus Building from both technical and economic perspectives. The research uses a quantitative descriptive approach with Break Even Point (BEP), Return on Investment (ROI), Net Present Value (NPV), Benefit Cost Analysis (ABC), and asset depreciation calculations. The research results show that an effective roof area of 865.3 m² can accommodate 320 solar panels with a capacity of 620 Wp, totalling 198.4 kWp and generating 770.95 kWh of electricity per day. The total investment required is IDR Rp1.282.028.518 with annual operational costs covering maintenance and asset depreciation. The analysis shows a BEP of 3.69 years, indicating that the investment can be recovered well before the economic life of the PV system ends, leaving a long operational period to generate economic benefits. An ROI of 55.98% shows that the investment can provide a good level of profit relative to the cost incurred. A positive NPV Rp. 1.529.790.805 indicates that the present value of investment benefits is greater than the initial investment. The Benefit Cost Analysis (ABC) also indicates that total benefits exceed total costs, while asset depreciation calculations show that the main components of the PV system still have economic value until the end of the project life. Based on all these indicators, building the PV system is considered feasible as it provides sustainable economic, operational, and environmental benefits.

Keywords: Solar Power Plant (PLTS), Investment Feasibility Analysis, Renewable Energy, Break Even Point (BEP), Return on Investment (ROI), Analisis Benefit Cost (ABC).

MOTTO

“....fight (fight), not to fail (fail), not to fall (fall)

Or you'll end up like the others....”

Kutipan lagu ini memaknai bahwa masa depan hanya dapat diraih oleh mereka yang mampu bertahan, bangkit dari kegagalan, dan terus melangkah meskipun keadaan tidak mudah dan tidak tahu arah.

(carry on, avenged sevenfold)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring meningkatnya aktivitas akademik dan operasional di Gedung Kampus Patria Husada Surakarta, kebutuhan energi listrik juga mengalami peningkatan setiap tahunnya. Penggunaan berbagai peralatan listrik seperti pendingin ruangan (AC), sistem pencahayaan, perangkat komputer, pompa air, serta fasilitas penunjang lainnya menyebabkan konsumsi energi listrik menjadi cukup tinggi. Kondisi tersebut berdampak pada meningkatnya biaya tagihan listrik yang harus dikeluarkan oleh pihak kampus setiap tahun, sehingga menambah beban operasional institusi.

Transisi menuju energi terbarukan menjadi salah satu strategi utama dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil sekaligus mendukung pencapaian target pembangunan berkelanjutan. Peningkatan investasi pada sektor energi terbarukan sangat diperlukan karena kebutuhan listrik dunia terus meningkat, sehingga diperlukan sistem energi yang andal, ramah lingkungan, dan berkelanjutan (Heeß *et al.*, 2026).

Pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi terbarukan terus mengalami peningkatan karena mampu mendukung upaya pengurangan emisi karbon dan ketergantungan terhadap energi fosil. Namun demikian, pengembangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS)/panel surya juga memerlukan perencanaan yang matang, terutama terkait kebutuhan lahan, efisiensi pemanfaatan ruang, serta dampak lingkungan yang ditimbulkan agar penerapannya tetap berkelanjutan (Ven *et al.*, 2021).

Pengembangan energi terbarukan menjadi bagian penting dalam mendukung target pembangunan berkelanjutan yang dicanangkan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB). Energi surya dipandang sebagai salah satu sumber energi yang paling potensial karena tersedia melimpah, ramah lingkungan, serta mampu memenuhi kebutuhan listrik tanpa menghasilkan emisi karbon selama proses pembangkitan listrik (Sharma *et al.*, 2022)

Pemanfaatan energi surya memiliki prospek yang sangat baik dalam mendukung penyediaan energi listrik yang berkelanjutan. Dengan potensi sumber daya yang besar, perkembangan teknologi, serta perencanaan investasi

yang tepat, PLTS/panel surya dapat menjadi solusi untuk meningkatkan ketahanan energi sekaligus mengurangi ketergantungan pada pembangkit berbasis bahan bakar fosil (Al-kayiem, 2019).

Untuk memperoleh daya keluaran yang optimal, sistem PLTS umumnya menerapkan teknologi *Maximum Power Point Tracking* (MPPT). Metode ini memungkinkan panel surya beroperasi pada titik daya maksimum meskipun terjadi perubahan intensitas radiasi matahari maupun suhu lingkungan, sehingga energi listrik yang dihasilkan menjadi lebih optimal (Roy *et al.*, 2022).

Pengembangan pembangkit listrik tenaga surya memerlukan data operasional dan kondisi meteorologi yang akurat agar sistem dapat dirancang serta dievaluasi secara optimal. Data mengenai radiasi matahari, temperatur udara, dan keluaran daya menjadi parameter penting dalam memahami karakteristik pembangkitan listrik dari sistem *fotovoltaik* (Chen & Xu, 2022).

Investasi pada pembangkit listrik tenaga surya perlu dievaluasi tidak hanya dari aspek teknis, tetapi juga dari aspek ekonomi agar proyek yang dikembangkan mampu memberikan manfaat yang lebih besar dibandingkan biaya yang dikeluarkan. Oleh karena itu, analisis kelayakan ekonomi menjadi bagian penting dalam pengambilan keputusan investasi pada proyek energi terbarukan (Ershun Du *et al.*, 2018).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)/panel surya memiliki berbagai keunggulan, antara lain tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca saat beroperasi, biaya operasi dan pemeliharaan yang relatif rendah, serta mampu menyediakan energi listrik secara berkelanjutan. Oleh karena itu, teknologi PLTS/panel surya menjadi salah satu solusi yang efektif dalam mendukung transisi menuju sistem energi yang lebih bersih (Kabir *et al.*, 2018).

Meningkatnya kebutuhan energi listrik akibat pertumbuhan penduduk, perkembangan industri, dan aktivitas ekonomi mendorong perlunya pemanfaatan sumber energi yang lebih berkelanjutan. Ketergantungan yang tinggi terhadap bahan bakar fosil tidak hanya menyebabkan berkurangnya cadangan energi, tetapi juga meningkatkan emisi gas rumah kaca yang berdampak terhadap perubahan iklim. Oleh karena itu, energi terbarukan, khususnya energi surya, menjadi salah satu alternatif yang paling potensial karena tersedia dalam jumlah melimpah, bersifat ramah lingkungan, serta mampu mendukung penyediaan energi listrik secara berkelanjutan (Kabir *et al.*,

2018).

Intensitas radiasi matahari merupakan parameter utama yang menentukan besarnya energi yang dapat dimanfaatkan oleh sistem pembangkit tenaga surya. Semakin tinggi nilai radiasi matahari pada suatu lokasi, semakin besar potensi energi listrik yang dapat dihasilkan sehingga analisis potensi radiasi menjadi bagian penting dalam perencanaan PLTS/panel surya (Moradmand *et al.*, 2025).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)/panel surya merupakan salah satu teknologi energi terbarukan yang sangat dipengaruhi oleh kondisi meteorologi. Intensitas radiasi matahari, tingkat tutupan awan, dan faktor cuaca lainnya menyebabkan produksi energi listrik dari PLTS bersifat dinamis. Oleh karena itu, analisis terhadap kondisi meteorologi menjadi bagian penting dalam perencanaan, pengoperasian, serta evaluasi kelayakan sistem PLTS agar energi yang dihasilkan dapat diperkirakan secara lebih akurat (Kuznetsov *et al.*, 2025).

Peningkatan kebutuhan energi global yang dipicu oleh pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi mendorong perlunya pengembangan sumber energi yang berkelanjutan. Dalam proyeksi jangka panjang, energi terbarukan diperkirakan akan memberikan kontribusi yang semakin besar terhadap penyediaan energi dunia, dengan energi surya menjadi salah satu teknologi yang memiliki prospek paling menjanjikan (Delacroix *et al.*, 2023).

Selain potensi energi surya yang besar, keberhasilan implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) juga dipengaruhi oleh kinerja modul fotovoltaik selama masa operasional. Penurunan efisiensi panel surya dapat disebabkan oleh berbagai faktor lingkungan, seperti akumulasi debu, tingkat radiasi matahari, suhu modul, tutupan awan, dan curah hujan. Faktor-faktor tersebut berpengaruh terhadap jumlah energi listrik yang dihasilkan sehingga perlu diperhatikan dalam perencanaan maupun pengoperasian sistem PLTS agar performa pembangkit tetap optimal (Plant *et al.*, 2023).

Meningkatnya kebutuhan energi listrik dan komitmen terhadap pengurangan emisi karbon mendorong pemanfaatan energi terbarukan sebagai alternatif pengganti bahan bakar fosil. Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi besar adalah energi surya karena tersedia dalam jumlah melimpah, ramah lingkungan, serta mampu menghasilkan energi listrik melalui teknologi *fotovoltaik*. Perkembangan teknologi panel surya yang semakin efisien juga menjadikan PLTS sebagai salah satu pilihan investasi yang prospektif

dalam mendukung ketahanan energi dan pembangunan berkelanjutan (Yu, J., Zhang *et al.*, 2025) .

Indonesia memiliki peluang yang sangat besar dalam mengembangkan berbagai sumber energi terbarukan, salah satunya adalah energi matahari. Energi ini digolongkan sebagai energi terbarukan karena sifatnya yang tidak terbatas dan dapat dimanfaatkan tanpa khawatir habis. Pemanfaatan energi surya memiliki peran penting dalam mendukung upaya peningkatan ketahanan energi nasional. Energi matahari digunakan untuk menghasilkan tenaga listrik melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau yang dikenal dengan panel surya. Teknologi ini mampu menghasilkan listrik secara berkelanjutan dengan memanfaatkan sinar matahari tanpa memerlukan bahan bakar fosil, sehingga termasuk ke dalam kategori energi bersih dan ramah lingkungan. Selain itu, proses pemasangan serta pemeliharaan sistem PLTS tergolong mudah dan dapat diterapkan secara luas di berbagai daerah di Indonesia (Martin Wulyojati S *et al.*, 2023).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan sistem pembangkit energi listrik dari sinar matahari sebagai sumber utama energinya. Teknologi yang digunakan dalam PLTS berbasis sel *fotovoltaik*, yang berfungsi mengubah energi cahaya panas matahari menjadi energi listrik sebagai salah satu bentuk inovasi energi terbarukan. Berdasarkan skemanya, sistem PLTS dibedakan menjadi dua jenis utama, yaitu *on-grid* (terhubung dengan jaringan listrik umum) dan *off-grid* (berdiri sendiri tanpa jaringan listrik). Seiring dengan kemajuan teknologi di bidang kelistrikan, muncul pula sistem *hybrid*, yaitu kombinasi antara PLTS dengan sumber energi lain untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan pasokan listrik (Noer Soedjarwanto, *et al* 2022).

Meskipun Indonesia memiliki peluang energi surya yang sangat besar, implementasi pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) masih terkendala oleh tingginya kebutuhan investasi pada tahap awal. Investasi yang besar tersebut diharapkan dapat kembali dalam periode Tertentu sekaligus menghasilkan keuntungan ekonomi selama masa operasional sistem PLTS. Oleh sebab itu, diperlukan analisis yang mendalam untuk menilai aspek kelayakan finansial dan teknis, meliputi estimasi waktu pengembalian modal, perhitungan biaya operasional, serta proyeksi nilai ekonomi akhir dari proyek PLTS yang dijalankan , Investasi pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

merupakan investasi jangka panjang yang membutuhkan biaya awal relatif besar, sehingga diperlukan analisis kelayakan yang mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai aspek finansial proyek. Penggunaan satu metode analisis saja dinilai belum cukup untuk menggambarkan seluruh indikator kelayakan investasi karena setiap metode memiliki fungsi dan sudut pandang yang berbeda (Hidayat *et al.*, 2023).

Metode *Break Even Point* (BEP) digunakan dalam tugas akhir ini mampu memberikan gambaran yang jelas mengenai tingkat kelayakan finansial pemasangan panel surya. Melalui analisis BEP, dapat diketahui titik di mana total biaya investasi, operasional, dan pemeliharaan panel surya dapat tertutupi oleh penghematan biaya listrik yang dihasilkan. Metode ini membantu menentukan waktu dan kapasitas minimum penggunaan energi surya agar sistem tidak mengalami kerugian. Selain itu, BEP dipilih karena perhitungannya relatif sederhana, mudah dipahami, dan efektif sebagai alat awal dalam pengambilan keputusan investasi, khususnya pada proyek energi terbarukan yang menekankan efisiensi biaya jangka panjang (kartini, 2025).

Return on Investment (ROI) merupakan metode analisis kelayakan investasi yang digunakan untuk mengukur tingkat pengembalian atau keuntungan yang diperoleh dari suatu investasi berdasarkan perbandingan antara manfaat yang dihasilkan dengan biaya yang telah dikeluarkan. Metode ini digunakan untuk menilai efektivitas penggunaan dana investasi dalam menghasilkan keuntungan sehingga semakin tinggi nilai ROI, maka semakin baik tingkat pengembalian investasi dan semakin layak proyek tersebut untuk dilaksanakan. Dalam penelitian ini, ROI digunakan untuk mengevaluasi tingkat keuntungan investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Kampus Patria Husada Surakarta melalui perbandingan antara total manfaat ekonomi yang diperoleh dengan total biaya investasi (Nujumun Niswahyuning Pamungkas *et al.*, n.d.).

Net Present Value (NPV) merupakan metode analisis kelayakan investasi yang menghitung selisih antara nilai sekarang (*present value*) dari seluruh manfaat (arus kas masuk) dengan nilai sekarang dari seluruh biaya investasi (arus kas keluar) menggunakan tingkat suku bunga tertentu sebagai faktor diskonto. Metode ini mempertimbangkan konsep *time value of money*, sehingga mampu memberikan penilaian yang lebih akurat terhadap kelayakan investasi

jangka panjang. Suatu investasi dinyatakan layak apabila menghasilkan nilai $NPV > 0$, karena menunjukkan bahwa nilai manfaat yang diterima lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan. Pada penelitian ini, NPV digunakan untuk menilai kelayakan finansial investasi PLTS di Kampus Patria Husada Surakarta berdasarkan nilai tambah yang dihasilkan selama umur ekonomis proyek.

Analisis Benefit Cost (ABC) merupakan metode yang digunakan untuk membandingkan antara total manfaat (*benefit*) dengan total biaya (*cost*) dari suatu investasi atau proyek. Metode ini bertujuan untuk mengetahui apakah sebuah proyek layak dijalankan atau tidak berdasarkan nilai keuntungan yang diperoleh dibandingkan biaya yang dikeluarkan. Semakin besar nilai *analisis Benefit Cost*, maka semakin baik tingkat kelayakan ekonominya (Hiswandi, 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, kebutuhan energi listrik yang terus meningkat di Gedung Kampus Patria Husada Surakarta menuntut adanya solusi penyediaan energi yang lebih efisien, ekonomis, dan berkelanjutan. Pemanfaatan PLTS atap menjadi salah satu alternatif yang potensial untuk mengurangi ketergantungan terhadap listrik dari jaringan PLN sekaligus mendukung penerapan energi terbarukan di lingkungan kampus. Namun, besarnya investasi awal yang diperlukan menuntut adanya kajian kelayakan yang komprehensif sebelum proyek direalisasikan. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengukur tingkat kelayakan investasi pemasangan PLTS menggunakan metode *Break Even Point (BEP)*, *Analisis Benefit cost(ABC)* , *Return On Investment (ROI)*, dan *Net Present Value (NPV)*.

1.2 Perumusan Masalah

Bagaimana tingkat kelayakan investasi pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)/panel surya pada Gedung Kampus Patria Husada Surakarta berdasarkan metode *Break Even Point (BEP)*, *Analisis Benefit cost(ABC)* , *Return On Investment (ROI)*, dan *Net Present Value (NPV)* ?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis dan mengukur tingkat kelayakan investasi pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)/panel surya pada Gedung Kampus Patria Husada Surakarta menggunakan metode *Break Even Point (BEP)*, *Analisis Benefit cost(ABC)* , *Return On Investment (ROI)*, dan *Net Present Value (NPV)*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat bagi penulis :

Penelitian ini memberikan manfaat bagi penulis dalam memperdalam pemahaman mengenai analisis kelayakan investasi, khususnya pada penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi terbarukan. Melalui penelitian ini, penulis dapat menerapkan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan, terutama dalam penggunaan metode *Break Even Point* (BEP), *Return on Investment* (ROI), *Net Present Value* (NPV), dan *Analisis Benefit Cost* (ABC) untuk mengevaluasi kelayakan suatu investasi. Selain itu, penelitian ini juga meningkatkan kemampuan penulis dalam melakukan pengumpulan data, pengolahan data, analisis finansial, serta penyusunan rekomendasi yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan investasi.

2. Manfaat bagi perusahaan :

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pihak Kampus Patria Husada Surakarta dalam merencanakan investasi pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Hasil penelitian memberikan informasi mengenai tingkat kelayakan investasi berdasarkan aspek ekonomi sehingga dapat membantu pengambilan keputusan secara lebih objektif. Selain itu, penerapan PLTS diharapkan mampu mengurangi biaya operasional listrik, meningkatkan efisiensi penggunaan energi, mendukung implementasi konsep *Green Campus*, serta menunjukkan komitmen institusi terhadap pemanfaatan energi terbarukan dan pembangunan berkelanjutan.

1.5 Batasan Masalah

1. Estimasi penggunaan listrik hanya di gedung utama.
2. Perhitungan investasi di batasi instalasi pada gedung utama, sedangkan gedung pendukung masih memakai listrik *existing*.

1.6 Sistematika Penulisan

LAPORAN TUGAS AKHIR INI, DISUSUN SEBAGAI BERIKUT:

BAB I PENDAHULUAN.

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat, batasan permasalahan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.

Bab ini berisi tinjauan umum perusahaan, energi terbarukan dan analisa kelayakan investasi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.

Bab ini berisi metode yang akan dipakai untuk perhitungan analisa investasi

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.

Bagian ini berisi teknik pengumpulan data dan pengolahan data.

BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL.

Bab ini berisi analisis serta ditampilkan juga interpretasi hasilnya.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Perusahaan

Akademi Keperawatan (Akper) Patria Husada Surakarta merupakan salah satu perguruan tinggi vokasi yang bergerak di bidang pendidikan keperawatan dan berlokasi di Kota Surakarta, Jawa Tengah. Institusi ini mulai beroperasi pada tahun akademik 1982/1983 dengan tujuan mendukung penyediaan tenaga kesehatan yang profesional dan berkualitas. Sebagai salah satu akademi keperawatan yang telah lama berdiri di Jawa Tengah, Akper Patria Husada memiliki komitmen untuk menghasilkan lulusan yang memiliki kompetensi akademik, keterampilan praktik, serta menjunjung tinggi etika profesi keperawatan.

Penyelenggaraan pendidikan di Akper Patria Husada Surakarta difokuskan pada Program Studi Diploma III Keperawatan yang menerapkan kurikulum sesuai standar pendidikan tinggi di bidang keperawatan. Selain pembelajaran teori, proses pendidikan juga didukung dengan praktik laboratorium dan praktik klinik di berbagai fasilitas pelayanan kesehatan. Pendekatan tersebut bertujuan agar mahasiswa mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis, keterampilan teknis, serta sikap profesional yang dibutuhkan dalam memberikan pelayanan kesehatan kepada masyarakat.

Untuk menunjang proses pembelajaran, Akper Patria Husada menyediakan berbagai sarana dan prasarana, antara lain ruang kuliah, laboratorium keperawatan, laboratorium komputer, perpustakaan, serta fasilitas pendukung lainnya. Di samping itu, institusi juga menjalin kerja sama dengan sejumlah rumah sakit dan instansi pelayanan kesehatan sebagai tempat praktik klinik mahasiswa. Ketersediaan fasilitas dan kemitraan tersebut menjadi bagian penting dalam meningkatkan kualitas pendidikan dan kompetensi lulusan.

2.2 Visi & Misi

Visi: Menjadi program studi unggulan yang menghasilkan Ahli Madya Keperawatan yang mampu bersaing di tingkat nasional dan memiliki keunggulan di bidang asuhan keperawatan kegawat daruratan serta menguasai teknologi informasi pada tahun 2030.

Misi:

1. Menyelenggarakan proses pembelajaran sesuai dengan kurikulum pendidikan Diploma III Keperawatan di Indonesia.
2. Melaksanakan penelitian di bidang keperawatan.
3. Melaksanakan pengabdian kepada masyarakat.
4. Menambah SKS (jam) pada program unggulan dalam bidang asuhan keperawatan kegawat daruratan.
5. Menyelenggarakan program muatan lokal komputer dan *English for Nursing*.

2.3 Energi Terbarukan

Pembangunan berkelanjutan merupakan konsep pembangunan yang tidak hanya berfokus pada kebutuhan saat ini, tetapi juga memperhatikan keberlanjutan sumber daya bagi generasi mendatang. Konsep tersebut menjadi dasar pengembangan energi terbarukan sebagai salah satu upaya mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan. Konsep ini pertama kali dijelaskan dalam *Brundtland Commission Report* pada tahun 1987 sebagai suatu upaya pembangunan yang mampu memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Pembangunan berkelanjutan mencakup empat aspek utama yang saling berhubungan, yaitu sosial, lingkungan, budaya, dan ekonomi. Gagasan ini kemudian diwujudkan dalam *Sustainable Development Goals (SDGs)*, yaitu pembangunan global yang bertujuan untuk mengurangi kemiskinan, meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan menjaga kelestarian bumi melalui energi terbarukan (Samudra, 2025).

Energi terbarukan merupakan sumber energi yang berasal dari proses alam yang dapat diperbarui secara berkelanjutan, seperti energi surya, angin, air, biomassa, dan panas bumi. Berbeda dengan energi fosil yang jumlahnya terbatas, energi terbarukan memiliki potensi yang melimpah serta menghasilkan dampak lingkungan yang lebih rendah sehingga menjadi solusi dalam memenuhi kebutuhan energi sekaligus mengurangi emisi gas rumah kaca. Pemanfaatan energi terbarukan juga berperan penting dalam mendukung ketahanan energi, meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, dan mempercepat transisi menuju sistem energi yang lebih berkelanjutan (Neumann, 2025).

Pengembangan energi terbarukan memerlukan sinergi antara regulasi pemerintah, kemajuan teknologi, efisiensi energi, dan investasi hijau. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan regulasi lingkungan yang baik dapat meningkatkan inovasi serta mendorong adopsi energi terbarukan. Selain itu, kombinasi antara investasi hijau dan peningkatan efisiensi energi mampu mempercepat tercapainya pertumbuhan ekonomi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Kwilinski, 2024).

Di antara berbagai jenis energi terbarukan, energi surya merupakan salah satu sumber energi yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia karena letak geografisnya yang berada di wilayah tropis dengan intensitas penyinaran matahari yang tinggi sepanjang tahun. Potensi tersebut menjadikan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai salah satu alternatif penyediaan energi listrik yang ramah lingkungan, efisien, dan memiliki prospek yang baik untuk diterapkan pada sektor pendidikan, industri, maupun komersial.

Pengembangan energi terbarukan tidak hanya berfokus pada pemanfaatan sumber energi yang ramah lingkungan, tetapi juga memerlukan dukungan inovasi, investasi, serta kebijakan yang berkelanjutan. Berbagai negara telah menunjukkan bahwa peningkatan investasi pada energi terbarukan, mobilitas listrik, dan infrastruktur energi mampu mempercepat proses *dekarbonisasi*, meningkatkan efisiensi energi, serta memperkuat ketahanan sistem energi. Selain itu, keberhasilan transisi energi sangat dipengaruhi oleh dukungan regulasi dan pendanaan yang memadai sehingga implementasi teknologi energi bersih dapat berjalan secara optimal dan memberikan manfaat ekonomi maupun lingkungan secara berkelanjutan (Pylak and Pizo, 2027).

Selain berperan sebagai sumber energi yang berkelanjutan, pemanfaatan energi terbarukan juga memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kualitas lingkungan. Penggunaan energi hijau terbukti mampu menurunkan emisi karbon, khususnya emisi yang berasal dari sektor pembangkitan listrik dan panas. Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan pemanfaatan energi terbarukan berhubungan dengan penurunan emisi CO₂, sehingga pengembangan energi hijau menjadi salah satu strategi yang efektif dalam mendukung transisi menuju sistem energi yang lebih bersih dan berkelanjutan. Oleh karena itu, peningkatan pemanfaatan energi terbarukan perlu didukung oleh inovasi teknologi, investasi, serta kebijakan pemerintah agar manfaat ekonomi dan lingkungan dapat dicapai

secara optimal (Montassar Kahia *et al*, 2023).

Salah satu bentuk implementasi energi terbarukan yang berkembang pesat adalah pemanfaatan energi surya melalui Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Energi surya memiliki potensi yang besar karena sumbernya melimpah, ramah lingkungan, serta mampu menghasilkan energi listrik tanpa menghasilkan emisi karbon secara langsung selama proses operasional. Dengan berbagai keunggulan tersebut, PLTS menjadi salah satu teknologi yang banyak dipilih dalam mendukung transisi menuju sistem energi yang lebih bersih dan berkelanjutan, termasuk pada sektor pendidikan melalui penerapan PLTS atap (Azam *et al.*, 2023).

Salah satu bentuk implementasi energi terbarukan yang terus berkembang adalah pemanfaatan energi surya melalui Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Perkembangan teknologi *fotovoltaik* yang semakin efisien, didukung dengan meningkatnya investasi pada sektor energi bersih, menjadikan PLTS sebagai salah satu alternatif penyediaan energi listrik yang mampu mendukung pengurangan emisi karbon sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Oleh karena itu, penerapan PLTS perlu didukung dengan analisis kelayakan yang komprehensif agar investasi yang dilakukan memberikan manfaat teknis, ekonomi, dan lingkungan secara optimal (Hassan Qudrat-Ullah, 2023).

Pengembangan energi terbarukan juga memerlukan dukungan inovasi teknologi, penelitian dan pengembangan (*research and development*), serta kebijakan yang mampu meningkatkan efisiensi energi hijau. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa peningkatan investasi pada kegiatan penelitian, pengembangan teknologi, dan inovasi berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi energi hijau melalui pengembangan teknologi energi terbarukan, peningkatan efisiensi konversi energi, serta optimalisasi pemanfaatan sumber daya. Selain itu, sinergi antara pemerintah, dunia usaha, dan lembaga penelitian menjadi faktor penting dalam mempercepat penerapan teknologi energi bersih sehingga mampu mendukung transisi menuju sistem energi yang berkelanjutan (Sairoel Amertet *et al.*, 2024).

Pengembangan energi hijau menjadi salah satu strategi utama dalam menghadapi perubahan iklim karena mampu menekan emisi karbon sekaligus meningkatkan keamanan pasokan energi. Meskipun implementasinya masih menghadapi berbagai tantangan, seperti kebutuhan investasi yang besar dan

ketergantungan pada kondisi alam, pemanfaatan energi terbarukan tetap dipandang sebagai solusi jangka panjang bagi pembangunan yang berkelanjutan (Sabie, 2022).

Energi terbarukan merupakan sumber energi yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui, seperti energi surya, angin, air, biomassa, dan panas bumi. Pemanfaatannya berperan penting dalam mengurangi emisi gas rumah kaca, meningkatkan ketahanan energi, serta mendukung pembangunan berkelanjutan. Selain itu, transisi menuju energi terbarukan juga mampu mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang memiliki dampak negatif terhadap lingkungan (Zhang *et al.*, 2023).

Sejalan dengan upaya tersebut, perkembangan teknologi menjadi faktor penting dalam mempercepat implementasi energi terbarukan. Integrasi teknologi energi hijau dengan sistem kelistrikan modern melalui penerapan *smart grid*, sistem penyimpanan energi (*energy storage system*), pembangkit terdistribusi, serta teknologi digital seperti *Internet of Things (IoT)*, *machine learning*, dan kecerdasan buatan memungkinkan pengelolaan energi menjadi lebih efisien, andal, dan fleksibel. Penerapan teknologi-teknologi tersebut tidak hanya meningkatkan keandalan pasokan listrik dari sumber energi terbarukan yang bersifat *intermiten*, tetapi juga mendukung terciptanya sistem energi yang lebih tangguh dan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan energi di masa depan (Surender Reddy Salkuti, 2022).

Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di lingkungan kampus merupakan salah satu bentuk implementasi konsep *green campus*. dikategorikan sebagai *intangible benefit* karena tidak dapat diukur secara langsung dalam bentuk pendapatan atau penghematan biaya. Nilai manfaat sebesar Rp15.000.000/tahun ditetapkan menggunakan pendekatan estimasi konservatif yang merepresentasikan peningkatan citra institusi, dukungan terhadap program keberlanjutan kampus, serta kontribusi terhadap pengembangan lingkungan kampus yang lebih ramah lingkungan (Hapsari *et al.*, 2014).

Penetapan manfaat tersebut mengacu pada konsep *green campus* yang memberikan manfaat lingkungan, ekonomi, dan sosial bagi institusi pendidikan

Energi terbarukan memiliki peran yang strategis dalam memenuhi kebutuhan energi nasional sekaligus mendorong terwujudnya pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Sebagai negara yang kaya akan sumber daya alam, Indonesia memiliki

potensi besar untuk mengembangkan berbagai jenis energi terbarukan. Salah satu sumber energi paling berpotensi adalah energi surya, karena letak geografisnya yang berada di sekitar garis khatulistiwa, Indonesia memperoleh paparan sinar matahari dalam intensitas tinggi hampir sepanjang tahun. Energi surya tersebut dapat dimanfaatkan melalui teknologi panel *fotovoltaik* untuk menghasilkan listrik, baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun sektor industri (Firmansyah dan Fredo Ahwiddhana 2024).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan konversi energi sinar matahari di ubah menjadi energi listrik melalui efek *fotovoltaik*. Efek *fotovoltaik* adalah fenomena fisika yang terjadi ketika cahaya matahari mengenai permukaan sel surya (*solar cell*), yang umumnya tersusun dari material semikonduktor. Energi foton dari cahaya matahari akan membangkitkan elektron pada material tersebut, sehingga elektron bergerak melewati sambungan semikonduktor tipe-n dan tipe-p. Pergerakan elektron inilah yang kemudian menghasilkan arus listrik yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik (Riko, 2014).

Panel surya beroperasi dengan menggunakan prinsip efek *fotovoltaik*, yaitu proses konversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui material semikonduktor. Mekanisme kerjanya dapat dijelaskan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Penyerapan Energi Matahari

sinar matahari mengenai permukaan panel surya, energi foton dari cahaya matahari tersebut diserap oleh sel *fotovoltaik* yang tersusun dari bahan semikonduktor, umumnya silikon.

2. Pembangkitan Elektron

Energi yang terserap menyebabkan elektron dalam material semikonduktor berpindah dari posisi semula, sehingga terbentuk pasangan elektron dan lubang muatan. Pergerakan elektron inilah yang memunculkan arus listrik.

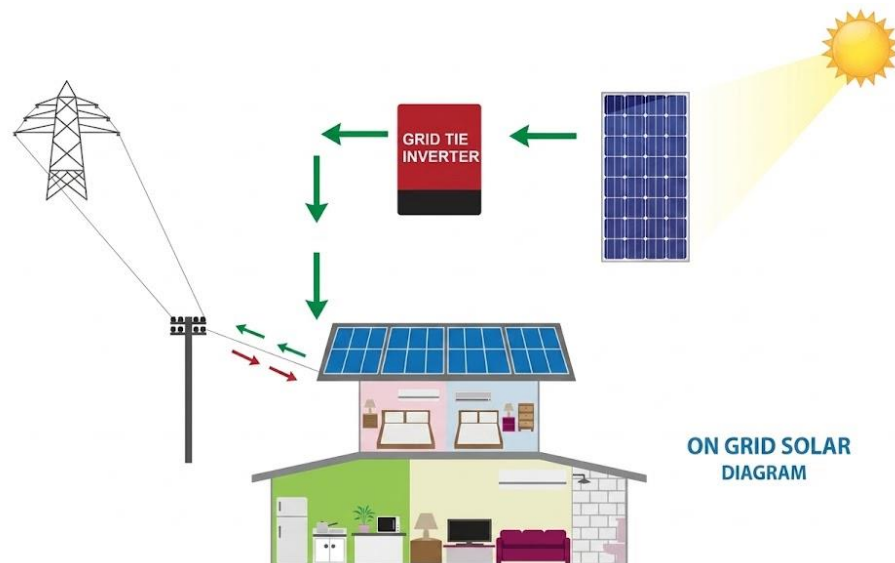
3. Pengaliran Arus Listrik

Elektron-elektron yang bergerak diarahkan melalui rangkaian listrik eksternal untuk menghasilkan arus listrik. Listrik ini dapat digunakan secara langsung untuk kebutuhan listrik atau disimpan dalam baterai sebagai cadangan energi.

4. Konversi Arus oleh Inverter

Daya listrik yang dihasilkan panel surya berupa arus searah (DC). Agar dapat digunakan oleh peralatan listrik rumah tangga atau industri yang umumnya

menggunakan arus bolak-balik (AC), arus tersebut perlu diubah melalui perangkat inverter.



Gambar 2. 1 Ilustrasi Sistem Panel Surya (Eda *et al.*, n.d. 2020)

2.4 Analisa Kelayakan Investasi

Analisa kelayakan investasi adalah proses penilaian untuk menentukan apakah suatu proyek atau rencana investasi layak dijalankan dari sisi ekonomi. Penilaian ini dilakukan dengan mempertimbangkan manfaat dan biaya yang muncul akibat pelaksanaan proyek tersebut. Tujuannya adalah memastikan bahwa dana yang diinvestasikan akan memberikan keuntungan yang sebanding atau lebih besar dari pengorbanan yang dikeluarkan (Oktyajati *et al.*, 2019).

Salah satu bentuk pemanfaatan energi terbarukan adalah energi surya yang memiliki potensi besar sebagai sumber energi bersih. Pemanfaatan energi surya melalui pembangkit listrik dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil sekaligus menekan emisi gas rumah kaca. Selain itu, perkembangan teknologi pembangkit tenaga surya, seperti *parabolic trough collector* (PTC) dengan sistem *direct steam generation* (DSG), mampu meningkatkan efisiensi sistem dan mengurangi biaya operasional pembangkit (System *et al.*, 2023).

Selain pembangkit listrik tenaga surya konvensional, pengembangan PLTS terapung juga menjadi salah satu inovasi dalam pemanfaatan energi surya. PLTS terapung memanfaatkan permukaan waduk atau danau sebagai lokasi pemasangan

panel surya sehingga tidak memerlukan lahan yang luas. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembangunan PLTS Terapung Tembesi berkapasitas 40 MWp layak untuk diterapkan karena memenuhi aspek teknis dan finansial, serta mampu mendukung peningkatan bauran energi terbarukan dan penyediaan energi listrik yang berkelanjutan (Muhammad Ariansyah Putra, 2026).

Selain itu, penerapan sistem manajemen energi juga menjadi faktor penting dalam meningkatkan efektivitas pemanfaatan energi terbarukan. Implementasi Sistem Manajemen Energi (EnMS) yang dikombinasikan dengan penggunaan PLTS atap terbukti mampu mengurangi konsumsi energi listrik, menekan emisi karbon, serta memberikan manfaat ekonomi yang layak dalam jangka panjang. Dengan demikian, integrasi antara efisiensi energi dan energi terbarukan dapat mendukung terciptanya bangunan yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan (Septian *et al.*, 2026).

Investasi dapat diartikan sebagai penanaman sumber daya atau modal dalam jangka waktu tertentu dengan tujuan untuk memperoleh keuntungan di masa mendatang. Dalam konteks lain, investasi juga mencakup pengeluaran dana yang dialokasikan pada berbagai jenis aset dengan harapan nilai dana tersebut akan kembali, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Berdasarkan pengertian tersebut, dapat disimpulkan bahwa investasi merupakan kegiatan penempatan modal pada masa sekarang untuk mendapatkan manfaat ekonomi atau laba di waktu yang akan datang (Manullang *et al.*, 2019).

2.4.1 Analisis *benefit cost* (ABC)

Analisis Benefit Cost (ABC) merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi kelayakan suatu investasi dengan membandingkan antara manfaat (*benefit*) yang diperoleh dan biaya (*cost*) yang dikeluarkan selama umur proyek. Dalam analisis ini, seluruh komponen biaya dan manfaat terlebih dahulu diidentifikasi serta dikonversikan ke dalam nilai ekonomi atau moneter sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan investasi. Komponen biaya meliputi biaya pengadaan (*procurement cost*), biaya persiapan operasional (*start-up cost*), biaya proyek (*project-related cost*), dan biaya operasional (*ongoing cost*). Sementara itu, komponen manfaat terdiri atas manfaat berwujud (*tangible benefit*), seperti penghematan biaya operasional dan distribusi, serta manfaat tidak berwujud (*intangible benefit*), seperti peningkatan kemampuan

sumber daya manusia. Hasil analisis manfaat dan biaya tersebut selanjutnya digunakan untuk menilai kelayakan investasi dengan bantuan indikator finansial, seperti *Return on Investment* (ROI) dan *Net Present Value* (NPV). Dengan demikian, *Analisis Benefit Cost* memberikan dasar yang objektif dalam menentukan apakah suatu proyek layak untuk dilaksanakan secara ekonomis (Oktyajati *et al.*, 2019)

Ratio Benefit digunakan untuk membantu pengambilan keputusan apakah suatu proyek dapat diterima atau tidak. Jika nilai lebih dari 1, maka proyek dinilai menguntungkan karena manfaat yang diperoleh lebih besar dibandingkan biaya investasi. Sebaliknya, apabila nilai kurang dari 1, maka proyek dianggap kurang layak karena biaya lebih besar dibandingkan manfaat yang dihasilkan (Louis Kelwin, 2023).

$$\text{Ratio benefit} = \frac{\text{Total benefi}}{\text{Total cost}} \dots \dots \dots (4)$$

2.4.2 *Retrun On Invesment (ROI)*

Return On Investment (ROI) merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat keuntungan suatu investasi dengan membandingkan manfaat yang diperoleh terhadap seluruh biaya yang telah dikeluarkan. Nilai ROI dinyatakan dalam bentuk persentase yang menunjukkan besarnya keuntungan bersih dari investasi. Apabila hasil perhitungan ROI menunjukkan nilai lebih dari nol, maka investasi dinilai mampu memberikan keuntungan sehingga layak untuk direalisasikan (Oktyajati *et al.*, 2019) .

Dengan menggunakan rumus :

$$\text{ROI} = \frac{\text{total maanfaat} - \text{total biaya}}{\text{total biaya}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Rumus ROI digunakan untuk mengetahui seberapa besar keuntungan yang diperoleh dibandingkan dengan total investasi yang telah dikeluarkan. Jika nilai ROI tinggi, maka investasi dianggap memberikan keuntungan yang baik dan layak untuk dijalankan. Sebaliknya, apabila nilai ROI rendah, maka tingkat

pengembalian investasi dinilai kurang efektif (Nujumun Niswahyuning Pamungkas 2016).

2.4.3 *Net Present Value (NPV)*

Net Present Value (NPV) merupakan metode yang digunakan untuk menghitung selisih antara nilai sekarang dari seluruh manfaat yang diterima dengan nilai sekarang dari seluruh biaya yang dikeluarkan selama umur proyek. Konsep ini didasarkan pada prinsip bahwa nilai uang saat ini lebih berharga dibandingkan nilai uang yang diterima di masa mendatang. Apabila nilai NPV yang diperoleh bernilai positif, maka investasi dianggap mampu memberikan keuntungan dan layak untuk dilaksanakan. Sebaliknya, nilai NPV negatif menunjukkan bahwa investasi berpotensi menimbulkan kerugian (Hiswandi, 2023).

$$NPV = \sum_{t=1}^n \left(\frac{CF_t}{(1+i)^r} \right) \dots \dots \dots (2)$$

$$PV = \left(\frac{CF}{(1+i)^r} \right)$$

$$NPV = TOTAL PV - INVESTASI AWAL$$

Keterangan:

- PV = *Present Value* (Nilai Sekarang)
- CF = *Cash Flow*
- i = Tingkat diskonto (5% = 0,05)
- n = Tahun

Hasil perhitungan *Net Present Value* (NPV) dapat diklasifikasikan sebagai berikut: apabila nilai NPV lebih besar dari nol, maka investasi dianggap layak dan memberikan keuntungan; apabila NPV bernilai nol, maka investasi tersebut masih perlu dipertimbangkan; sedangkan jika nilai NPV lebih kecil dari nol, maka investasi dinilai tidak layak karena berpotensi menimbulkan kerugian (Hiswandi, 2023).

2.4.4 *Break Even Point(BEP)*

Break Even Point (BEP) merupakan kondisi ketika total manfaat atau pendapatan yang diperoleh telah mampu menutupi seluruh biaya yang

dikeluarkan. Pada titik ini suatu proyek belum menghasilkan keuntungan, namun juga tidak mengalami kerugian. Analisis BEP sangat penting karena dapat digunakan untuk memperkirakan waktu atau jumlah produksi yang dibutuhkan agar investasi mencapai kondisi impas. Informasi tersebut dapat menjadi dasar dalam pengambilan keputusan investasi dan perencanaan operasional proyek (Feblin *et al.*, n.d.).

$$BEP = \frac{MODAL\ INVESTASI\ PLTS}{PENGHEMATAN/TAHUN} \dots \dots \dots (3)$$

2.4.5 Penyusutan Aset

Penyusutan aset adalah proses penurunan nilai ekonomis suatu aset tetap yang terjadi akibat penggunaan, usia pakai, maupun faktor teknis lainnya selama aset digunakan dalam kegiatan operasional. Dalam analisis investasi, penyusutan digunakan untuk menggambarkan berkurangnya manfaat ekonomis aset dari tahun ke tahun. Perhitungan penyusutan membantu perusahaan dalam memperkirakan nilai sisa aset serta menghitung biaya penggunaan aset secara lebih realistis selama umur proyek berlangsung

Pada investasi PLTS maupun proyek teknologi lainnya, penyusutan biasanya dihitung untuk aset seperti panel surya, inverter, baterai, monitor, komputer, maupun peralatan pendukung lainnya. Nilai penyusutan akan mempengaruhi biaya operasional tahunan dan menjadi salah satu komponen penting dalam analisis kelayakan ekonomi seperti NPV, dan ROI. Berdasarkan penelitian yang dilakukan biaya depresiasi atau penyusutan dimasukkan ke dalam *ongoing cost* karena nilainya terus muncul selama aset masih digunakan dalam proyek investasi (Hanifah *et al.*, 2022) .

Dengan menggunakan rumus :

$$\text{penyusutan aset} = \frac{\text{harga perolehan aset} - \text{nilai residu}}{\text{umur ekonomis}} \dots \dots \dots (5)$$

2.5 State Of The Art

State of the Art merupakan kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan topik penelitian. sebagian besar penelitian terdahulu

menggunakan metode analisis finansial seperti *Net Present Value* (NPV), Namun, penelitian yang mengombinasikan metode *Break Even Point* (BEP), *Return on Investment* (ROI), *Net Present Value* (NPV), *Analisis Benefit Cost* (ABC) dan *Benefit Cost Ratio* (BRC) pada objek gedung perguruan tinggi masih relatif terbatas.

Tabel 2. 1 *State of the art*

NO	JUDUL PENELITIAN	TAHUN & TEMPAT PENELITIAN	METODE PENELITIAN	OBJEK PENELITIAN
1	Analisis Kelayakan Investasi PLTS Atap dengan Sistem <i>On-Grid</i> di Pabrik Minuman Siap Saji	2023 – Indonesia	NPV	Investasi PLTS atap sistem <i>on-grid</i> pada pabrik minuman siap saji
2	Analisis Tekno Ekonomi Pemasangan PLTS <i>Rooftop On Grid</i> 120 kWp (Studi Kasus PT Santinilestari Energi Indonesia)	2023 – PT Santinilestari Energi Indonesia	Analisis Tekno-Ekonomi	Pemasangan PLTS <i>rooftop on-grid</i> kapasitas 120 kWp
3	Studi Kelayakan PLTS dengan Baterai dan Terhubung Grid di Nias, Sumatera Utara	2022 – Nias, Sumatera Utara	Analisis Teknis dan Ekonomi	Sistem PLTS hybrid (baterai dan grid)
4	Mengukur Kelayakan Ekonomi Proyek <i>Paperless Office</i> Menggunakan <i>Cost & Benefit Analysis</i>	2019 – Industri Garment, Indonesia	<i>Cost & Benefit Analysis</i> (ABC), ROI, NPV	Proyek transformasi digital (<i>Paperless Office</i>)
5	Analisis Kelayakan Investasi Aktiva Tetap (Studi Kasus pada Cincau Jo, Blencho dan Brownice UKM Universitas Sam Ratulangi)	2019 – Manado, Indonesia	NPV&IRR	Investasi aktiva tetap pada UKM
6	Potensi Panel Surya Sebagai Energi Terbarukan untuk Ketahanan Energi dan Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia	2023 – Indonesia	Kajian Literatur	Potensi pemanfaatan panel surya di Indonesia
7	Analisis Ekonomi Pemanfaatan Energi Terbarukan Indonesia untuk Pembangunan Berkelanjutan	2024 – Indonesia	Analisis Ekonomi	Pemanfaatan energi terbarukan untuk pembangunan berkelanjutan
8	Analisis Penyusutan Aset dalam Perhitungan Kelayakan Investasi	2022 – Indonesia	Analisis Depresiasi Aset	Penyusutan aset sebagai komponen biaya investasi

Kesimpulan *State Of The Art*

Berdasarkan hasil kajian penelitian terdahulu, diketahui bahwa sebagian besar penelitian mengenai investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menggunakan metode *Net Present Value* (NPV), *Break Even Point* (BEP), *Return on Investment* (ROI), *Net Present Value* (NPV), dan *Analisis Benefit Cost* (ABC)

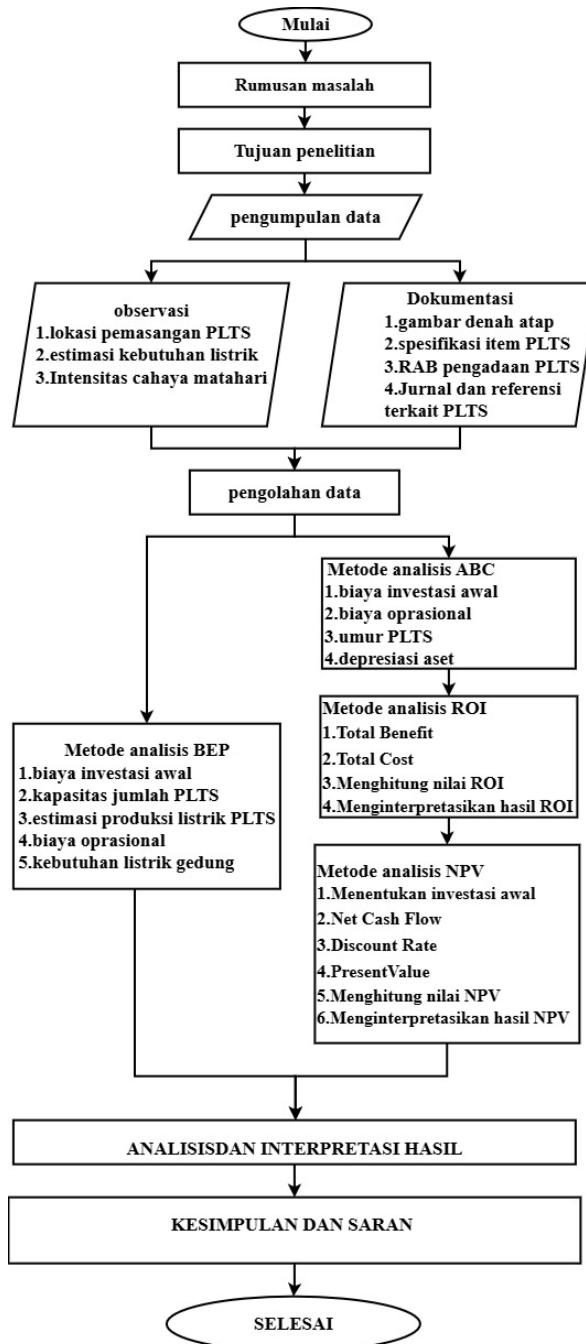
dalam satu kerangka analisis masih relatif terbatas, terutama pada objek Gedung Perguruan Tinggi yang masih berada pada tahap perencanaan pembangunan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

1. Tabel *flowchat* alur penelitian

Alur penelitian dimulai dari perumusan masalah dan menetapkan tujuan, kemudian dilanjutkan ke tahap pengumpulan data melalui observasi kondisi lokasi serta dokumentasi spesifikasi teknis dan biaya PLTS.



gambar 3. 1 *flowchart* metodologi penelitian

3.1 Keterangan *Flowchart* Metodologi Penelitian

Flowchart metodologi penelitian digunakan untuk menggambarkan tahapan penelitian yang dilakukan secara sistematis mulai dari identifikasi masalah hingga penarikan kesimpulan. Adapun penjelasan dari setiap tahapan pada *flowchart* penelitian adalah sebagai berikut:

1. Rumusan Masalah

Tahap awal penelitian dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan yang berkaitan dengan tingginya kebutuhan energi listrik pada Gedung Kampus Patria Husada serta peluang pemanfaatan energi terbarukan melalui pemasangan PLTS. Dari permasalahan tersebut kemudian dirumuskan tujuan penelitian mengenai analisis kelayakan investasi panel surya.

2. Tinjauan Pustaka

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan teori dan referensi yang berkaitan dengan energi terbarukan, sistem PLTS, *analisis investasi*, *Break Even Point* (BEP), *Net Present Value* (NPV), *Return on Investment* (ROI), *Analisis Benefit Cost* (ABC) dan *Benefit Cost Rasio* (BRC). Tinjauan pustaka digunakan sebagai dasar teori dalam penelitian.

3. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan dokumentasi. Data yang dikumpulkan meliputi luas atap gedung, kebutuhan listrik bangunan, spesifikasi panel surya, spesifikasi inverter, tarif listrik pendidikan, serta data biaya investasi dan operasional PLTS.

4. Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh kemudian diolah untuk menghitung kapasitas PLTS, jumlah panel surya yang dibutuhkan, estimasi produksi listrik, penghematan biaya listrik, biaya operasional, biaya investasi layak atau tidak.

5. Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan beberapa metode analisis investasi, yaitu:

- *Break Even Point* (BEP) untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan agar investasi PLTS mencapai titik impas.
- *Analisis Benefit Cost* (ABC) untuk mengidentifikasi dan membandingkan seluruh komponen biaya (*cost*) dan manfaat (*benefit*) yang diperoleh selama umur proyek.

- *Return on Investment* (ROI) untuk mengetahui tingkat keuntungan investasi berdasarkan perbandingan antara total manfaat dan total biaya investasi.
- *Net Present Value* (NPV) untuk mengetahui nilai sekarang dari manfaat investasi dengan memperhitungkan nilai waktu terhadap uang (*time value of money*).
- Analisis Penyusutan Aset untuk menghitung penurunan nilai ekonomis aset PLTS selama umur ekonomisnya sehingga diperoleh estimasi biaya penyusutan tahunan.

Hasil dari seluruh metode tersebut kemudian diinterpretasikan untuk menentukan apakah investasi pembangunan PLTS pada Gedung Kampus Patria Husada Surakarta layak dilaksanakan dari aspek ekonomi.

6. Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir penelitian adalah menyusun kesimpulan berdasarkan seluruh hasil analisis yang telah dilakukan. Kesimpulan memuat tingkat kelayakan investasi pembangunan PLTS berdasarkan hasil perhitungan setiap metode analisis. Selanjutnya diberikan saran sebagai rekomendasi bagi pihak Kampus Patria Husada Surakarta maupun penelitian selanjutnya dalam pengembangan pemanfaatan energi surya dan analisis investasi yang lebih komprehensif.

3.2 Rumusan Masalah & Tinjauan Pustaka.

Pada langkah ini adalah fase utama dalam pelaksanaan penelitian. Pada tahap ini, langkah utama yaitu mengenali penelitian yang ada. Setelah itu, permasalahan yang telah diidentifikasi akan dianalisis lebih lanjut untuk merumuskan masalah secara lebih terperinci. Selanjutnya, berdasarkan rumusan masalah tersebut, tinjauan pustaka yang menjelaskan topik penelitian ditetapkan dengan tinjauan pustaka.

3.3 Metodologi Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan dan menganalisis kelayakan investasi pemasangan panel surya pada proyek pembangunan gedung kampus Patria Husada secara sistematis berdasarkan data numerik. Pendekatan ini memungkinkan peneliti melakukan perhitungan finansial menggunakan metode

Analisis kelayakan investasi dilakukan menggunakan metode *Break Even Point* (BEP), *Return on Investment* (ROI), *Net Present Value* (NPV) *Analisis Benefit Cost* (ABC), dan analisis penyusutan aset.

3.4 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui:

- Observasi, yaitu perencanaan gambar atap gedung patria husada dan kebutuhan listrik bangunan.
- Dokumentasi, berupa gambar teknis dan serta spesifikasi teknis kebutuhan PLTS.

3.5 Analisis Data

1. Metode Analisis Perhitungan *Break Even Point* (BEP),

Dengan Langkah-Langkah Berikut:

1. Estimasi Penghematan Energi

Menghitung nilai penghematan listrik yang diperoleh sebagai pendapatan tidak langsung (berdasarkan tarif listrik dan efisiensi panel surya).

2. Menghitung Biaya Investasi Awal

Biaya awal yang diperlukan untuk pemasangan panel surya, meliputi pembelian unit panel, inverter, biaya pemasangan, dan komponen pendukung lainnya.

3. Menentukan Titik Impas (*Break Even Point*)

BEP ditentukan dengan membandingkan total investasi awal dengan akumulasi penghematan tahunan, sehingga diperoleh waktu (tahun) yang dibutuhkan agar biaya awal tertutupi oleh penghematan energi.

2. Metode Perhitungan *Analisis Benefit Cost* (ABC)

Dengan Langkah-Langkah Berikut:

1. Mengidentifikasi seluruh komponen biaya (*Cost*).

Mengidentifikasi seluruh biaya yang meliputi *procurement cost*, *start-up cost*, *project-related cost*, dan *ongoing cost*, termasuk biaya operasional serta penyusutan aset.

2. Mengidentifikasi seluruh komponen manfaat (*Benefit*).

Mengidentifikasi manfaat yang diperoleh, baik manfaat berwujud (*tangible benefit*) seperti penghematan biaya listrik maupun manfaat tidak berwujud (*intangible benefit*) seperti dukungan terhadap program *Green Campus*.

3. Menghitung total biaya dan total manfaat.
Menjumlahkan seluruh komponen biaya dan seluruh komponen manfaat selama periode analisis.
4. Membandingkan manfaat dengan biaya.
Melakukan evaluasi terhadap hasil perbandingan total manfaat dan total biaya untuk mengetahui apakah manfaat investasi lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan.
5. Menginterpretasikan hasil analisis.
Apabila total manfaat lebih besar daripada total biaya, maka investasi dinyatakan layak secara ekonomi. Sebaliknya, apabila total biaya lebih besar daripada total manfaat, maka investasi dinilai kurang layak untuk dilaksanakan.

**3. Metode Analisis Perhitungan *Return on Investment* (ROI)
Dengan Langkah-Langkah Berikut:**

1. Menghitung total manfaat (*Total Benefit*)
Menjumlahkan seluruh manfaat yang diperoleh selama umur analisis, meliputi manfaat berwujud (*tangible benefit*) seperti penghematan biaya listrik serta manfaat tidak berwujud (*intangible benefit*) seperti peningkatan citra institusi melalui konsep *Green Campus*.
2. Menghitung total biaya (*Total Cost*).
Menjumlahkan seluruh biaya investasi yang terdiri atas biaya pengadaan, biaya instalasi, biaya survei, biaya operasional, dan biaya penyusutan aset selama periode analisis.
3. Menghitung nilai ROI.
Menghitung persentase tingkat pengembalian investasi menggunakan rumus ROI berdasarkan selisih antara total manfaat dan total biaya terhadap total biaya investasi.
4. Menginterpretasikan hasil ROI.
Apabila nilai $ROI > 0\%$, maka investasi dinilai memberikan keuntungan dan layak dilaksanakan. Sebaliknya, apabila $ROI \leq 0\%$, investasi dinilai belum memberikan keuntungan yang memadai.

4. Metode Analisis Perhitungan *Net Present Value* (NPV)

1. Menentukan investasi awal.

Menetapkan seluruh biaya investasi yang dikeluarkan pada awal proyek sebagai *investment*.

2. Menghitung arus kas bersih tahunan (*Net Cash Flow*).

Menentukan arus kas bersih setiap tahun yang diperoleh dari selisih antara total manfaat dengan total biaya operasional proyek.

3. Menentukan tingkat diskonto (*Discount Rate*).

Menentukan tingkat suku bunga yang digunakan sebagai faktor diskonto untuk menghitung nilai sekarang dari setiap arus kas.

4. Menghitung *Present Value* (PV).

Menghitung nilai sekarang dari masing-masing arus kas tahunan menggunakan tingkat yang telah ditentukan.

5. Menghitung nilai NPV.

Menjumlahkan seluruh *Present Value* (PV) arus kas masuk kemudian dikurangi dengan investasi awal.

6. Menginterpretasikan hasil NPV.

Apabila $NPV > 0$, investasi dinyatakan layak karena memberikan nilai tambah. Jika $NPV = 0$, investasi berada pada kondisi impas. Sedangkan $NPV < 0$ menunjukkan bahwa investasi tidak layak untuk direalisasikan.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Sebagai berikut adalah pengumpulan data dari gedung patria husada yang dikumpulkan terdiri atas:

1. Tabel spesifikasi pengumpulan data

Rincian spesifikasi teknis, perkiraan harga, dan referensi dokumentasi untuk setiap komponen sistem yang digunakan disajikan pada Tabel 4.1 spesifikasi pengumpulan data kebutuhan PLTS di bawah ini :

Tabel 4 . 1 spesifikasi pengumpulan data kebutuhan PLTS

No.	Nama barang	Jenis	Seri	Ukuran	Harga	Dokumentasi
1	Denah atap	<i>Shop drawing</i>		A3		gambar lampiran 1
2	Solar panel	620 wp (watt peak)	TRIANA SOLAR VERTEX TSM-NE19 R 620	2382 x 1134 x 30	Rp.1.720.000	gambar lampiran 2
3	inverter	110 kw	HV Tree phase solar solis		Rp.91.500.000	gambar lampiran 3
4	inverter	60 kw	deye inverter 3 phase on-grid inverter		Rp.44.094.195	gambar lampiran 4

1. Tabel Estimasi Kebutuhan Listrik Gedung Patria Husada/kw

Hasil perhitungan estimasi beban dan akumulasi kebutuhan listrik per jam di setiap area gedung Patria Husada Surakarta disajikan secara rinci pada Tabel 4.2 Estimasi Kebutuhan Listrik Gedung Patria Husada/kw(jam).

Tabel 4 . 2 Estimasi Kebutuhan Listrik Gedung Patria Husada/kw(jam)

Area	AC (kW)	Lighting installed (kW)	Sockets installed (kW)	Pumps alloc (kW)	Tata Suara alloc (kW)	CCTV alloc (kW)	Data/IT alloc (kW)	Total installed (kW)	Estimated diversified pemakaian (kW) (70%xtotal instal)
Lantai 1	47,744	2,776	15	21,4	0,259	0,1	0,667	87,945	61,517
Lantai 2	66,021	3,628	15	21,4	0,259	0,1	0,667	107,074	74,993
Lantai 3	29,84	3,628	15	21,4	0,259	0,1	0,667	70,893	49,666
								TOTAL	186,176

Dari tabel di atas dapat disimpulkan untuk kebutuhan listrik rata-rata/jam 186,176kw.

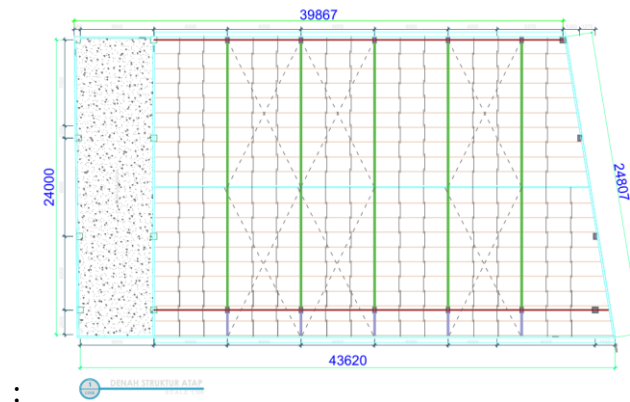
4.2 Pengolahan data

pengolahan data dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Perhitungan luasan atap gedung

Untuk mengukur m^2 luasan atap patria husada yaitu,

Berdasarkan gambar



Gambar 4. 1 Shop Drawing Atap

$$P \times L = \text{luas } m^2$$

Keterangan :

$$P (\text{panjang rata-rata}) \times L (\text{lebar rata-rata}) = m^2 (\text{meter persigi})$$

$$P = 24 + 24,80 = 48,8 / 2 = 24,4 \text{ m}$$

$$L = 43,62 + 39,86 = 83,48 / 2 = 41,74 \text{ m}$$

$$= 24,4 \times 41,74 = 1.018,45 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas atap : } 1018 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas efektif : } 85\%$$

$$1018 - 15\% = 865,3 \text{ m}^2$$

2. Perhitungan luasan PLTS

Untuk mengukur 1 unit m^2 luasan panel surya:

$$P \times L = \text{luas } m^2$$

$$1 \text{ unit PLTS : } 2,382 \times 1,134 = 2,7 \text{ m}^2$$

3. Perhitungan kebutuhan unit PLTS untuk atap gedung patria husada :

$$\text{Luasan 1 unit PLTS : } 2,7 \text{ m}^2$$

$$\text{Luasan atap yang efektif : } 865,3 \text{ m}^2$$

Luasan atap yang efektif ÷ Luasan 1 unit PLTS = (kebutuhan unit PLTS)
 $865,3 \div 2,7 = 320 \text{ unit}$

4. Estimasi produksi listrik PLTS

Perhitungan produksi listrik PLTS menggunakan rumus

$$\text{kwh} = \frac{\text{jumlah panel} \times \text{Wp perpanel}}{1000} \times \text{PSH (peak sun hours)} - \text{efisiensi}$$

inverter

$$\text{kwh} = \frac{320 \times 620}{1000} \times 4 \times 97\%$$

$$= 770,95 \text{ kwh}$$

5. Perhitungan penghematan listrik pertahun

Rumus konversi perhitungan kwh ke Rp menggunakan rumus :

Rp = kapasitas PLTS (kWh) x tarif listrik pendidikan (kWh) x 365 (jumlah hari/tahun)

$$= \text{Rp } 770,95 \times 1.444,70 \times 365$$

$$= \text{Rp } 406.534.017,53$$

6. Beban operasional

Rincian Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk perawatan operasional sistem panel surya pada area seluas 865 m², mencakup uraian pekerjaan, volume, hingga total estimasi biaya, disajikan pada Tabel 4.3 Beban Operasional.

Tabel 4 . 3Beban Operasional

RAB Perawatan Operasional panel surya - Luas 865 m ² /tahun					
No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pembersihan panel surya rutin	24	Kali	350.000	8.400.000
2	Pemeriksaan kabel dan konektor	12	Kali	250.000	3.000.000
3	Pemeriksaan inverter	12	Kali	400.000	4.800.000
4	Pengukuran performa sistem PLTS	12	Kali	300.000	3.600.000
5	Penggantian fuse/MCB kecil	4	Unit	250.000	1.000.000
6	Penggantian konektor MC4	10	Pasang	75.000	750.000
7	Pemeriksaan struktur <i>mounting</i>	4	Kali	500.000	2.000.000
8	Pelumasan dan pengencangan baut	4	Kali	300.000	1.200.000

RAB Perawatan Operasional panel surya - Luas 865 m2/tahun					
No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
9	Monitoring sistem dan pencatatan data	12	Bulan	250.000	3.000.000
10	Biaya teknisi <i>maintenance</i>	12	Bulan	1.500.000	18.000.000
11	Peralatan kebersihan panel	1	Paket	2.500.000	2.500.000
12	APD teknisi	1	Paket	3.000.000	3.000.000
13	Biaya transport dan operasional	12	Bulan	300.000	3.600.000
14	Cadangan perbaikan ringan	1	Paket	5.000.000	5.000.000
TOTAL					59.850.000

Beban operasional : Rp. 59.850.000/tahun.

7. Perhitungan Penghematan listrik – beban operasional

$$= \text{Rp } 406.534.017,53 - \text{Rp. } 59.850.000$$

$$= \text{Rp } 346.684.017,53$$

8. Estimasi Kebutuhan listrik PLN gedung patria husada pertahun.

Hasil akumulasi dan estimasi total biaya kebutuhan listrik tahunan berdasarkan tingkat konsumsi per jam, tarif listrik, serta durasi operasional harian disajikan secara sistematis pada Tabel 4.4 Estimasi kebutuhan Daya PLN Gedung.

Tabel 4 . 4 Estimasi kebutuhan Daya PLN Gedung

estimasi kebutuhan listrik pln/tahun					
no	kw/jam	rp/kw	rp total/jam	jam oprasiona	total/tahun
1	186,176	Rp1.444,70	Rp268.968	10	Rp.981.734.905

Kebutuhan listrik gedung/tahun = Rp.981.734.905

$$186,176(\text{kebutuhan listrik}) \times 1.444,70 (\text{tarif listrik}) \times 10 (\text{jam oprasiona}) \times 360 (\text{hari/1 tahun}) = \text{Rp.981.734.905} (\text{estimasi kebutuhan listrik/Rp})$$

9. Perhitungan biaya investasi PLTS

Guna memberikan gambaran mengenai besaran alokasi dana yang dibutuhkan dalam perancangan sistem ini, struktur rincian anggaran biaya pengadaan material beserta komponen pendukungnya dicantumkan pada Tabel 4.5 Modal Awal Instalasi PLTS.

Tabel 4 . 5Modal Awal Instalasi PLTS

Estimasi anggaran biaya plts						
No	Item pekerjaan	Volume	Satuan	Jumlah	Harga satuan	Harga total
1	Trina Solar Vertex TSM-NE19R 620W	865,30	m2	320	Rp1.720.000,00	Rp551.228.148,15
2	110kW HV Three Phase Solar Inverter Solis	1	unit	1	Rp91.500.000,00	Rp91.500.000,00
3	inverter 60 kw	1	unit	1	Rp40.000.000,00	Rp40.000.000,00
4	instalasi kabel,dll	865,30	m2	865,30	Rp1.360.000,00	Rp435.854.814,81
5	dudukan panel	320	unit	320	Rp510.000,00	Rp163.445.555,56
TOTAL						Rp1.282.028.518,52

Total estimasi biaya yang dibutuhkan untuk instalasi PLTS yaitu Rp. Rp1.282.028.518,52

10. Break Even Point (BEP)

Berdasarkan tabel 4.5 diatas adalah tabel total investasi dan keterangan ,sebagai acuan untuk menghitung BEP dan penghematan/tahun.

Dengan menggunakan rumus BEP PLTS satuan Rp adalah :

$$BEP = \frac{MODAL\ INVESTASI\ PLTS}{PENGHEMATAN/TAHUN}$$

$$BEP = \frac{Rp. 1.282.028.518,52}{Rp 346.684.017} = 3,69\text{ TAHUN}$$

Nilai *Break Even Point* (BEP) sebesar 3,69 tahun menunjukkan bahwa investasi pembangunan PLTS dapat kembali dalam waktu sekitar 3 tahun 7 bulan. Apabila dibandingkan dengan umur ekonomis komponen utama PLTS yang diperkirakan mencapai 20 tahun, periode pengembalian tersebut tergolong efisien karena hanya memanfaatkan sekitar 16,31% dari umur ekonomis aset. Dengan demikian, setelah titik impas tercapai, sistem masih memiliki masa operasional sekitar 16,31 tahun untuk menghasilkan manfaat ekonomi dan mendukung efisiensi biaya operasional kampus. Oleh karena itu, dari sudut pandang analisis kelayakan investasi, hasil BEP ini menunjukkan bahwa rencana pembangunan PLTS layak untuk direalisasikan.

11. Biaya survei

Rincian alokasi biaya survei lapangan yang mencakup pengujian bidang struktur dan elektrik berdasarkan luas area perencanaan disajikan pada Tabel 4.6 Biaya Survei.

Tabel 4 . 6 Biaya Survei

Biaya survei				
Bidang	Satuan	Luas	Harga	Total
struktur	m2	1018	Rp1.768,17	Rp 1.800.000
elektrikal	m2	1018	Rp1.631,83	Rp 1.661.200
total				Rp 3.461.200

Estimasi biaya survei PLTS meliputi survei struktur dan survei kelistrikan dengan luas area yang ditinjau sebesar 1.018 m². Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh total biaya survei sebesar Rp3.461.200, yang terdiri dari biaya survei struktur sebesar Rp1.800.000 dan survei kelistrikan sebesar Rp1.661.200.

12. Penyusutan aset

Rumus penyusutan aset PLTS adalah :

$$\text{depresiasi} = \frac{\text{harga perolehan} - \text{nilai sisa}}{\text{umur ekonomis}}$$

Hasil perhitungan estimasi nilai sisa pada akhir masa pakai aset untuk setiap komponen sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) disajikan secara rinci pada Tabel 4.7 penyusutan aset panel surya.

Tabel 4 . 7 penyusutan aset PLTS

barang	harga	harga bekas	jumlah	nilai sisa
Trina Solar Vertex TSM-NE19R 620W	Rp551.228.148	Rp450.000	320	Rp144.000.000
110kW HV Three Phase Solar Inverter Solis	Rp91.500.000	Rp66.000.000	1	Rp66.000.000
inverter 60 kw	Rp40.000.000	Rp28.852.459	1	Rp28.852.459
instalasi kabel,dll	Rp435.854.815	Rp170.000	413	Rp70.227.000
dudukan panel	Rp163.445.556	Rp5.000	5950	Rp29.750.000
TOTAL				Rp338.829.459

Estimasi nilai tersebut didasarkan pada hasil pengamatan terhadap harga peralatan bekas/residu Komponen-komponen tersebut diasumsikan

masih memiliki nilai ekonomis dan berpotensi untuk digunakan kembali maupun diperjual belikan sebagai aset bekas dengan nilai total Rp.338.829.459 / 20 (tahun) = Rp47.159.000 (turun 4%/tahun).

13. Mendukung *Green Campus*

Nilai manfaat tidak langsung dalam penelitian ini diestimasi sebesar Rp15.000.000 per tahun yang terdiri dari penghematan pada tabel 4.8 biaya kegiatan edukasi lingkungan, kampanye hemat energi, peningkatan citra kampus sebagai institusi yang mendukung energi terbarukan, kontribusi terhadap indikator *Green Campus*, serta pemanfaatan sistem PLTS tugas akhir dan penelitian mahasiswa.

Berikut rinciannya :

Tabel 4 . 8 *Green Campus*

No	Manfaat tidak langsung (<i>intangible benefit</i>)	Estimasi nilai (rp/tahun)
1	Penghematan biaya sosialisasi dan kampanye hemat energi	3.000.000
2	Penghematan kegiatan edukasi lingkungan bagi mahasiswa	2.500.000
3	Peningkatan citra kampus ramah lingkungan (promosi institusi)	4.000.000
4	Dukungan pemenuhan indikator <i>Green Campus</i> dan akreditasi	3.000.000
5	Pemanfaatan PLTS sebagai media praktikum dan penelitian mahasiswa	2.500.000
	Total Intangible Benefit	15.000.000

14. Penghematan biaya listrik

Perhitungan biaya penghematan listrik di hitung dari :

= (Total estimasi penggunaan listrik PLN) – (penghematan listrik dari PLTS)

= Rp.981.734.905 - Rp 346.684.017,53

= Rp.635.050.888 (biaya penghematan listrik)

15. Analisis Benefit cost(ABC)

Rincian estimasi biaya pengadaan dan pemeliharaan beserta proyeksi manfaat finansial dari investasi sistem PLTS terangkum pada Tabel 4.9

Rincian biaya dan manfaat penggunaan berikut :

Tabel 4 . 9 Rincian biaya dan manfaat penggunaan PLTS(dalam Rp.000)

Rincian biaya						
Keterangan	Tahun 0	Tahun 1	Tahun 2	Tahun 3	Tahun 4	Tahun 5
Rincian Biaya						
Procurement Cost						
Panel Surya Trina Solar Vertex 620 Wp	Rp551.228.					
Inverter 110 kW	Rp91.500.					
Inverter 60 kW	Rp40.000.					
Dudukan panel surya	Rp163.445.					
Start Up cost						
Instalasi kabel dan perlengkapan	Rp435.854.					
Project Related Cost						
biaya survei	Rp3.461.					
Ongoing Cost						
Biaya maintenance PLTS		Rp59.850.	Rp59.850.	Rp59.850.	Rp59.850.	Rp59.850.
Biaya penyusutan aset		Rp47.159.	Rp47.159.	Rp47.159.	Rp47.159.	Rp47.159.
Total Cost	Rp1.285.489.	Rp107.009.	Rp107.009.	Rp107.009.	Rp107.009.	Rp107.009.

Rincian Benefit						
Keterangan	Tahun 0	Tahun 1	Tahun 2	Tahun 3	Tahun 4	Tahun 5
Tangible benefits						
Penghematan biaya listrik		Rp635.050.	Rp635.050.	Rp635.050.	Rp635.050.	Rp635.050.
Intangible benefits						
Mendukung green kampus		Rp15.000.	Rp15.000.	Rp15.000.	Rp15.000.	Rp15.000.
Total Benefit		Rp650.050.	Rp650.050.	Rp650.050.	Rp650.050.	Rp650.050.
Selisih Total Benefit dengan Cost	-	Rp634.538.	Rp543.085.	Rp543.085.	Rp543.085.	Rp543.085.

total investasi awal yang dibutuhkan untuk pembangunan PLTS sebesar Rp1.285.489.718,52, dengan total biaya operasional tahunan sebesar Rp107.009.952,98. Sementara itu, total manfaat yang diperoleh setiap tahun mencapai Rp650.050.888.

Ratio Benefit digunakan untuk membantu pengambilan keputusan apakah suatu proyek dapat diterima atau tidak. Jika nilai lebih dari 1, maka proyek dinilai

menguntungkan karena manfaat yang diperoleh lebih besar dibandingkan biaya investasi.

$$\text{rasio benefit} = \frac{\text{Total benefit}}{\text{Total cost}}$$

$$\begin{aligned} \text{rasio benefit} &= \frac{\text{Rp650.050.656,00}}{\text{Rp107.009.952,98}} \\ &= 6,08 \end{aligned}$$

Rasio benefit > 6,08

Rasio benefit > 1 → Layak.

Rasio benefit = 1 → Impas.

Rasio benefit < 1 → Tidak layak.

Nilai ini mengartikan bahwa setiap pengeluaran biaya sebesar Rp1,00 mampu menghasilkan manfaat sebesar Rp6,08. Karena nilai BCR berada di atas satu dapat dikatakan layak.

16. Metode *Return On Investment* (ROI)

Berdasarkan data pada Tabel 4.9, diketahui bahwa total manfaat dari Proyek pengadaan PLTS adalah :

<i>Retrun On Iinvesment In Flow</i>	
manfaat tahun 1	Rp650.050.887,75
manfaat tahun 2	Rp650.050.887,75
manfaat tahun 3	Rp650.050.887,75
manfaat tahun 4	Rp650.050.887,75
manfaat tahun 5	Rp650.050.887,75
TOTAL MANFAAT	Rp3.250.254.438,75

<i>Retrun On Invesment Out Flow</i>	
biaya tahun 0	Rp1.285.489.718,52
biaya tahun 1	Rp107.009.952,98
biaya tahun 2	Rp107.009.952,98
biaya tahun 3	Rp107.009.952,98
biaya tahun 4	Rp107.009.952,98
biaya tahun 5	Rp107.009.952,98
TOTAL BIAYA	Rp1.820.539.483,39

ROI untuk proyek ini sebesar :

$$\begin{aligned} &= ((\text{Rp3.250.254.438,75} - \text{Rp1.820.539.483,39}) / \text{Rp1.820.539.483,39}) \times \\ &100\% = 55,69\% \end{aligned}$$

Proyek investasi mempunyai ROI lebih besar dari 0 maka

proyek tersebut dapat diterima. Pada proyek ini nilai ROI nya adalah 55,69%, ini berarti proyek ini dapat diterima, karena proyek ini akan memberikan keuntungan sebesar 55,69% dari biaya yang dikeluarkan.

17. Metode *Net Present Value* (NPV)

Berdasarkan data pada Tabel 4.9, diketahui bahwa total manfaat dari Proyek pengadaan PLTS adalah :

<i>Net Present Value</i>	
investasi awal	Rp1.285.489.718,52
cash flow tahun 1	Rp619.096.083,57
cash flow tahun 2	Rp589.615.317,69
cash flow tahun 3	Rp561.538.397,80
cash flow tahun 4	Rp534.798.474,09
cash flow tahun 5	Rp509.331.880,09
tingkat suku bunga	5%
<i>Net Present Value</i>	Rp2.814.380.153

Berdasarkan hasil perhitungan *Net Present Value* (NPV) dengan tingkat suku bunga (*discount rate*) sebesar 5%, diperoleh total nilai sekarang (*Present Value*) dari arus kas masuk selama lima tahun sebesar Rp2.684.313.012. Setelah dikurangi dengan investasi awal sebesar Rp1.285.489.718,52, diperoleh nilai NPV sebesar Rp1.529.790.805

BAB V

ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

5.1 Analisis

1. Analisis Break Even Point (BEP)

Berdasarkan hasil pengolahan data diperoleh nilai *Break Even Point* (BEP) sebesar 3,69 tahun. Nilai tersebut menunjukkan bahwa investasi pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Gedung Kampus Patria Husada Surakarta mampu mencapai titik impas dalam waktu sekitar tiga tahun tujuh bulan sejak sistem mulai dioperasikan. Setelah periode tersebut seluruh biaya investasi awal telah tertutupi oleh manfaat ekonomi berupa penghematan penggunaan energi listrik, sehingga penghematan yang diperoleh pada tahun-tahun berikutnya dapat dikategorikan sebagai keuntungan bersih bagi institusi.

Apabila dibandingkan dengan umur ekonomis panel surya yang umumnya mencapai 25 tahun, waktu pengembalian investasi sebesar 3,69 tahun tergolong sangat cepat. Hal ini menunjukkan bahwa lebih dari 80% umur operasional PLTS masih dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan penghematan biaya listrik. Kondisi tersebut menggambarkan bahwa investasi tidak hanya mampu mengembalikan modal dalam waktu relatif singkat, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi yang berkelanjutan selama sisa umur proyek.

Cepatnya periode pengembalian investasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain tingginya potensi produksi energi listrik PLTS sebesar 770,79 kWh per hari, tarif listrik sektor pendidikan yang terus menjadi komponen biaya operasional kampus, serta rendahnya biaya operasi dan pemeliharaan sistem PLTS dibandingkan dengan pembangkit berbahan bakar fosil. Kombinasi faktor-faktor tersebut menghasilkan penghematan tahunan yang cukup besar sehingga mempercepat tercapainya titik impas investasi.

Dari sudut pandang manajemen investasi, nilai BEP sebesar 3,69 tahun menunjukkan bahwa tingkat risiko finansial proyek relatif rendah. Semakin singkat waktu pengembalian modal, semakin kecil pula kemungkinan investasi terdampak oleh perubahan kondisi ekonomi, kenaikan biaya operasional, maupun perubahan harga listrik di masa mendatang. Oleh karena itu, hasil analisis BEP memperlihatkan bahwa investasi PLTS pada Gedung Kampus Patria Husada Surakarta layak untuk direalisasikan karena mampu

mengembalikan modal dalam waktu yang relatif singkat dibandingkan umur ekonomis aset.

2. *Analisis Benefit Cost (ABC)*

Hasil *Analisis Benefit Cost* (ABC) menunjukkan bahwa total manfaat (*benefit*) yang diperoleh selama umur proyek lebih besar dibandingkan total biaya (*cost*) yang harus dikeluarkan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pembangunan PLTS mampu menghasilkan nilai ekonomi yang lebih tinggi daripada pengorbanan biaya investasi, sehingga secara finansial proyek memberikan keuntungan bagi institusi.

Komponen manfaat dalam penelitian ini tidak hanya berasal dari penghematan biaya penggunaan listrik PLN, tetapi juga mencakup manfaat tidak berwujud (*intangible benefit*), seperti peningkatan citra Kampus Patria Husada sebagai institusi yang mendukung konsep *Green Campus*, peningkatan kepedulian terhadap lingkungan, serta kontribusi terhadap pengurangan emisi karbon. Dengan demikian, manfaat investasi PLTS tidak hanya dirasakan dari aspek ekonomi, tetapi juga memberikan nilai tambah pada aspek sosial dan lingkungan.

Sementara itu, seluruh komponen biaya telah memperhitungkan investasi awal, biaya instalasi, biaya survei, biaya operasional, biaya pemeliharaan, dan penyusutan aset selama umur proyek. Meskipun investasi awal yang diperlukan cukup besar, biaya operasional PLTS relatif rendah sehingga tidak memberikan beban biaya yang signifikan selama masa operasional. Hal tersebut menyebabkan total manfaat mampu melampaui total biaya investasi secara keseluruhan.

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa *analisis Benefit Cost* memberikan bukti bahwa pembangunan PLTS merupakan investasi yang efisien. Seluruh manfaat ekonomi maupun manfaat lingkungan yang dihasilkan mampu memberikan nilai tambah bagi institusi, sehingga proyek dinyatakan layak untuk dilaksanakan berdasarkan pendekatan *Benefit Cost Analysis*.

3. *Analisis Return on Investment (ROI)*

Perhitungan *Return on Investment* (ROI) menghasilkan nilai sebesar 55,98%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa investasi pembangunan PLTS mampu menghasilkan tingkat keuntungan sebesar 55,98% dibandingkan dengan total biaya yang telah diinvestasikan. Persentase tersebut menunjukkan

bahwa dana yang ditanamkan pada proyek mampu memberikan pengembalian yang cukup tinggi sehingga investasi dinilai efektif dalam menghasilkan manfaat ekonomi.

Nilai ROI yang cukup besar mengindikasikan bahwa penghematan biaya listrik yang diperoleh setiap tahun mampu memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan efisiensi biaya operasional kampus. Dengan adanya PLTS, ketergantungan terhadap listrik dari PLN berkurang sehingga pengeluaran rutin institusi menjadi lebih kecil dibandingkan sebelum dilakukan investasi.

Selain memberikan keuntungan finansial secara langsung, nilai ROI yang tinggi juga menunjukkan bahwa investasi pada sektor energi terbarukan mampu menjadi strategi jangka panjang dalam mengendalikan biaya operasional. Apabila terjadi kenaikan tarif listrik di masa mendatang, maka manfaat ekonomi yang diperoleh dari PLTS berpotensi menjadi semakin besar karena energi listrik dihasilkan secara mandiri melalui pemanfaatan energi matahari.

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai ROI sebesar 58,73% menunjukkan tingkat pengembalian investasi yang baik. Oleh karena itu, pembangunan PLTS pada Gedung Kampus Patria Husada Surakarta dapat dinyatakan layak karena mampu memberikan keuntungan ekonomi yang signifikan sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan anggaran operasional.

4. Analisis Net Present Value (NPV)

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp1.529.790.805 atau bernilai positif. Nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai sekarang (*present value*) dari seluruh manfaat yang diterima selama umur proyek lebih besar dibandingkan dengan nilai investasi awal yang telah dikeluarkan. Dengan demikian, proyek mampu menghasilkan nilai tambah ekonomi yang positif.

NPV positif menunjukkan bahwa pembangunan PLTS tidak hanya mampu mengembalikan modal investasi, tetapi juga menghasilkan keuntungan setelah seluruh arus kas masa depan didiskontokan ke nilai saat ini. Hal ini membuktikan bahwa proyek tetap memberikan manfaat ekonomi meskipun telah memperhitungkan faktor nilai waktu terhadap uang (*time value of money*).

Besarnya nilai NPV juga menunjukkan bahwa investasi PLTS memiliki prospek yang baik untuk jangka panjang. Selama umur ekonomis panel surya, penghematan biaya listrik yang diperoleh secara akumulatif jauh lebih besar dibandingkan biaya investasi dan biaya operasional yang dikeluarkan. Kondisi tersebut memberikan ruang bagi institusi untuk meningkatkan efisiensi anggaran sekaligus memperkuat ketahanan energi melalui pemanfaatan energi terbarukan.

Secara keseluruhan, hasil analisis NPV memperlihatkan bahwa investasi pembangunan PLTS memberikan nilai ekonomi yang menguntungkan dan mampu meningkatkan kesejahteraan finansial institusi. Oleh karena itu, berdasarkan pendekatan *Net Present Value*, proyek pembangunan PLTS pada Gedung Kampus Patria Husada Surakarta dinyatakan layak untuk direalisasikan.

5.2 Interpretasi Hasil

Berdasarkan hasil analisis, pembangunan PLTS pada Gedung Kampus Patria Husada Surakarta menunjukkan tingkat kelayakan yang tinggi. Dari aspek teknis, kapasitas sistem yang direncanakan telah mampu memanfaatkan potensi luas atap secara optimal sehingga menghasilkan energi listrik yang dapat mendukung kebutuhan operasional gedung.

Dari aspek ekonomi, investasi awal yang relatif besar mampu di kompensasi oleh manfaat ekonomi yang diperoleh selama masa operasional. Hasil perhitungan BEP sebesar 3,69 tahun menunjukkan bahwa modal investasi dapat kembali jauh sebelum umur ekonomis PLTS berakhir, sehingga sistem masih memiliki masa operasional sekitar 16,31 tahun untuk menghasilkan manfaat ekonomi.

Nilai ROI sebesar 55,98% menunjukkan bahwa investasi mampu memberikan tingkat pengembalian yang menguntungkan. Nilai NPV yang positif Rp1.529.790.805 mengindikasikan bahwa manfaat bersih proyek lebih besar dibandingkan investasi awal sehingga investasi memberikan nilai tambah bagi institusi. Sedangkan hasil rasio benefit memperlihatkan bahwa keseluruhan manfaat ekonomi dan non ekonomi lebih tinggi dari pada total biaya investasi. Nilai rasio benefit sebesar 6,08 menunjukkan bahwa manfaat yang diperoleh jauh lebih besar dibandingkan biaya yang dikeluarkan, sedangkan hasil Analisis

Benefit Cost (ABC) memperlihatkan bahwa keseluruhan manfaat ekonomi dan nonekonomi lebih tinggi daripada total biaya investasi.

Perhitungan penyusutan aset juga menunjukkan bahwa komponen utama PLTS masih memiliki nilai ekonomis pada akhir umur proyek sehingga nilai investasi tetap dapat dipertahankan. Dengan demikian, seluruh indikator kelayakan menunjukkan hasil yang konsisten bahwa pembangunan PLTS layak direalisasikan dan mampu memberikan manfaat ekonomi, lingkungan, serta akademik secara berkelanjutan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN DARI HASIL PENELITIAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis kelayakan investasi pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada Gedung Kampus Patria Husada Surakarta menggunakan metode *Break Even Point* (BEP), *Analisis Benefit Cost* (ABC), *Return on Investment* (ROI), dan *Net Present Value* (NPV), dengan hasil berikut:

1. *Break Even Point* (BEP) menunjukkan bahwa investasi mampu mencapai titik impas dalam waktu 3,69 tahun. Waktu pengembalian tersebut tergolong cepat apabila dibandingkan dengan umur ekonomis sistem PLTS, sehingga proyek masih memiliki masa operasional yang panjang untuk menghasilkan penghematan biaya listrik dan keuntungan ekonomi.
2. *Analisis Benefit Cost* (ABC) diketahui bahwa total manfaat yang diperoleh selama umur proyek lebih besar dibandingkan dengan total biaya yang dikeluarkan. Hal tersebut menunjukkan bahwa investasi PLTS tidak hanya memberikan manfaat ekonomi berupa penghematan biaya listrik, tetapi juga memberikan manfaat lingkungan melalui penerapan konsep *Green Campus* serta pengurangan emisi karbon, rasio benefit memperlihatkan bahwa total manfaat melebihi total biaya investasi. Selain itu, perhitungan penyusutan aset menunjukkan bahwa komponen utama PLTS masih memiliki nilai residu sehingga tetap memiliki nilai ekonomis hingga akhir umur proyek.
3. *Return on Investment* (ROI) menghasilkan nilai sebesar 55,98%, yang menunjukkan bahwa investasi mampu memberikan tingkat keuntungan yang tinggi terhadap dana yang diinvestasikan. Nilai tersebut membuktikan bahwa pembangunan PLTS merupakan investasi yang efisien dan mampu meningkatkan efektivitas penggunaan anggaran operasional kampus.
4. *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp1.529.790.805 yang bernilai positif menunjukkan bahwa nilai sekarang dari seluruh manfaat investasi lebih besar dibandingkan investasi awal. Dengan demikian, proyek menghasilkan nilai tambah ekonomi dan memenuhi kriteria kelayakan investasi berdasarkan konsep nilai waktu terhadap uang.

maka dapat disimpulkan bahwa investasi pembangunan PLTS dinyatakan layak untuk direalisasikan. Secara keseluruhan, empat metode analisis tersebut memberikan hasil. Hasil analisis menunjukkan nilai BEP sebesar 3,69 tahun yang mengindikasikan investasi dapat kembali jauh sebelum umur ekonomis PLTS berakhir, sehingga masih tersedia masa operasional yang panjang untuk menghasilkan manfaat ekonomi. Nilai ROI sebesar 55,98% menunjukkan bahwa investasi mampu memberikan tingkat keuntungan yang baik terhadap biaya yang dikeluarkan. Nilai NPV yang positif Rp. 1.529.790.805 menunjukkan bahwa nilai sekarang dari manfaat investasi lebih besar dibandingkan nilai investasi awal, sedangkan nilai rasio sebesar 6,08 (>1) menunjukkan bahwa setiap Rp1,00 biaya investasi mampu menghasilkan manfaat sebesar Rp6,08. Hasil *Analisis Benefit Cost* (ABC) juga menunjukkan bahwa total manfaat melebihi total biaya, sementara perhitungan penyusutan aset memperlihatkan bahwa komponen utama PLTS masih memiliki nilai ekonomis hingga akhir umur proyek yang konsisten bahwa investasi pembangunan PLTS pada Gedung Kampus Patria Husada Surakarta layak untuk dilaksanakan. Selain mampu menekan biaya operasional listrik, investasi ini juga mendukung pemanfaatan energi terbarukan, meningkatkan efisiensi penggunaan energi, memperkuat implementasi konsep *Green Campus*, serta memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan secara berkelanjutan.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pihak Kampus Patria Husada Surakarta disarankan mempertimbangkan pembangunan PLTS sebagai investasi jangka panjang karena seluruh indikator kelayakan menunjukkan hasil yang positif. Investasi memiliki periode pengembalian modal yang relatif singkat dibandingkan umur ekonomis aset, menghasilkan tingkat keuntungan yang baik, memberikan nilai tambah secara finansial, serta menghasilkan manfaat yang lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan analisis manfaat (*benefit*) pada investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan memasukkan keuntungan yang diperoleh dari dampak positif terhadap lingkungan. Analisis tersebut dapat mencakup perhitungan nilai ekonomi dari pengurangan emisi karbon (CO_2), pengurangan konsumsi energi berbasis bahan bakar fosil, maupun manfaat penerapan konsep *Green Campus*. Dengan mempertimbangkan manfaat lingkungan dalam komponen *benefit*, hasil analisis menggunakan metode *Analisis*

Benefit Cost (ABC), Return on Investment (ROI), Net Present Value (NPV), Break Even Point (BEP) akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kelayakan investasi PLTS.

Selain itu, penelitian ini masih menggunakan estimasi kebutuhan konsumsi listrik karena Gedung Kampus Patria Husada Surakarta belum beroperasi secara penuh. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data konsumsi listrik aktual setelah gedung beroperasi sehingga perhitungan penghematan energi dan hasil analisis kelayakan investasi dapat menggambarkan kondisi operasional yang sebenarnya. Dengan menggunakan data aktual, tingkat akurasi perhitungan manfaat dan biaya yang menjadi dasar analisis BEP, ABC, ROI, NPV dapat ditingkatkan sehingga hasil penelitian menjadi lebih representatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-kayiem, H. H. (2019). *Potential of Renewable Energy Resources with an Emphasis on Solar Power in Iraq : An Outlook*. <https://doi.org/10.3390/resources8010042>
- Asia, S., & Qudrat-ullah, H. (2023). *A Review and Analysis of Green Energy and the Environmental*.
- Azam, A., Rafiq, M., & Shafique, M. (2023). *Employment , Fossil Fuel Energy , and Human Development Index : A Panel Data Investigation*.
- Harmita, I. N. S. (2025). *Justisia Ekonomika*. 9(1), 1362–1373. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21963.41767>.
- Chen, Y., & Xu, J. (2022). *Solar and wind power data from the Chinese State Grid Renewable Energy Generation Forecasting Competition*. 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01696-6>
- Delacroix, S., Bourdier, S., Soulard, T., & Elzaabalawy, H. (2023). *Experimental Modelling of a Floating Solar Power Plant Array under Wave Forcing*. October 2015.
- Du, E., Zhang, N., Hodge, B., Kang, C., & Kroposki, B. (2018). Economic justification of concentrating solar power in high renewable energy penetrated power systems. *Applied Energy*, 222(December 2017), 649–661. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.161>
- Zemenghong Bao at al. (2024). *Regional Breakthrough Innovation Change Strategies , Ecological Location Suitability of High-Tech Industry Innovation*.
- Feblin, A., Prodi, D., Universitas, A., Destalya, G., Nova, A., Prodi, D., Universitas, A., Kontesa, M., Akuntansi, P., & Baturaja, U. (n.d.). *ANALISIS BREAK EVEN POINT SEBAGAI ALAT BANTU*. 110–126.
- Firmansyah, D., & Alfredo Ahwiddhana, F. (2024). Analisis Ekonomi Pemanfaatan Energi Terbarukan Di Indonesia Untuk Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Media Akademik (Jma)*, 2(12), 3031–5220.
- Surender Reddy Salkuti. (2022). *Emerging and Advanced Green Energy Technologies for Sustainable and Resilient Future Grid*.
- Hanifah, M., Muslim, J., Barat, J., Bandung, D. K., Penyusutan, F., & Penyusutan, M. (2022). *PENYUSUTAN ASET TETAP DENGAN MENGGUNAKAN METODE GARIS LURUS PADA BADAN KEUANGAN DAN ASET DAERAH*. 9(60), 298–311.
- Hapsari, I. D., Purwanti, E. Y., Ekonomi, F., Diponegoro, U., & Pleburan, K. U. (2014). *Tersedia online di: http://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik*. 35(2), 86–93.
- Heeß, P., Schönecker, J., Weibelzahl, M., & Wolf, L. (2026). Navigating the energy transition: A review of factors influencing renewable energy investments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 228(December 2025), 116416. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.116416>
- Hidayat, M. W., Rizqullah, M. J., Lukmanto, Y. I., Diah, S., & Febriani, A. (2023). *J-TETA : Jurnal Teknik Terapan Analisis Tekno Ekonomi Pemasangan PLTS Rooftop On Grid 120 Kw (Studi Kasus PLTS di PT Santinilestari Energi Indonesia)*. 2(2), 24–33.
- Hiswandi, M. F. (2023). *ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ATAP DENGAN SISTEM ON-GRID DI PABRIK MINUMAN SIAP SAJI*. 27(1), 22–29. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v27i1.2246>
- Montassar Kahia et al,. (2023). *Do Environmental Innovation and Green Energy*

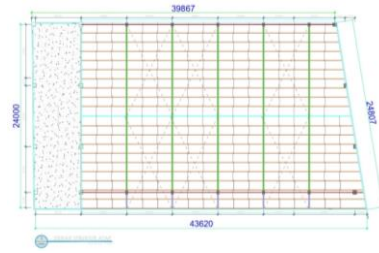
- Matter for Environmental Sustainability ? Evidence from Saudi Arabia.*
 Januari, N. (2023). *G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan*. 7(1), 192–200.
- Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A., & Kim, K. (2018). *Solar energy : Potential and future prospects*. 82(August 2017), 894–900.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.094>
- Kuznetsov, V., Kuznetsov, V., Ciekanowski, Z., Druzhinin, V., & Tytiuk, V. (2025). *Forecasting the Power Generation of a Solar Power Plant Taking into Account the Statistical Characteristics of Meteorological Conditions*. 1–32.
- Kwilinski, A. (2024). *Mapping Global Research on Green Energy and Green*.
- Manullang, D. W., Karamoy, H., & Pontoh, W. (2019). Analisis Kelayakan Investasi Aktiva Tetap (Studi Kasus Pada Cincau Jo, Blencho Dan Brownice Unit Kreativitas Mahasiswa Universitas Sam Ratulangi). *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 7(2), 2561–2570.
- Maqbool, M., Rizvi, J., Lee, Y. C., & Borja, P. (2025). *Technical Feasibility Analysis of Green Energy Storage Options and Hornsea Wind Farms Technical Feasibility Analysis of Green Energy Storage Options and Hornsea Wind Farms*. 18.
<https://doi.org/10.3390/en18092311>
- Martin Wulyojati S, Ahmad Naufal Ramadhan H, R. M. Sn. H. D. (2023). Potensi Panel Surya sebagai Energi Terbarukan untuk Ketahanan Energi dan Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia. *Lkti Inergyc*, 1–14.
- Moradmand, A., Soltani, M., Tabatabaei, S. Z., Kashani, A. H., Golmohammad, M., Mahmoudpour, A., & Bandehee, M. (2025). *Enhancing Yazd ' s Combined Cycle Power Plant Performance Through Concentrated Solar Power Integration*. 1–18.
- Neumann, T. (2025). *Green Energy Fuelling Stations in Road Transport : Poland in the European and Global Context*.
- Noer Soedjarwanto, Endah Komalasari, & Syuja Asyraf Fardhan. (2022). Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Dengan Baterai Dan Terhubung Grid Di Nias, Sumatera Utara. *Jurnal Teknik Ilmu Dan Aplikasi*, 3(2), 1–7. <https://doi.org/10.33795/jtia.v1i1.91>
- A., Affecting, F., & On, R. (n.d.). *ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI RETURN ON INVESTMENT (ROI)*. 1–11.
- Oktyajati, N., Mayasari, S., & Widananto, H. (2019). Mengukur Kelayakan Ekonomi Proyek Paperless Office Menggunakan Metode Cost & Benefits Analysis (Studi Kasus: Industri Garment). *Tekinfo: Jurnal Ilmiah Teknik Industri Dan Informasi*, 7(2), 79–86. <https://doi.org/10.31001/tekinfo.v7i2.591>
- Plant, P., Jo, W., Ham, N., & Kim, J. (2023). *The Cleaning Effect of Photovoltaic Modules According to Precipitation in the Operation Stage of a Large-Scale Solar*.
- Pylak, K., & Pizo, J. (2027). *Evolution of Regional Innovation Strategies Towards the Transition to Green Energy in Europe 2014 – 2027*.
- Riko, J. H. (2014). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Energi Terbarukan. *Academia.Edu*, 06(02), 136–142.
http://www.academia.edu/9106342/Pembangkit_Listrik_Tenaga_Surya_PLTS_Energi_Terbarukan
- Roy, P., He, J., Zhao, T., & Singh, Y. V. (2022). Recent Advances of Wind-Solar Hybrid Renewable Energy Systems for Power Generation : A Review. *IEEE Open Journal of the Industrial Electronics Society*, 3(December 2021), 81–104.
<https://doi.org/10.1109/OJIES.2022.3144093>
- Sabie, O. M. (2022). *Overview of Green Energy as a Real Strategic Option for*. 1–35.
- Samudra, M. S. (2025). *Pengembangan Energi Baru dan Terbarukan di Indonesia*

Ditinjau dari Pembangunan Berkelanjutan dan Tata Kelola Lingkungan Yang Baik. 2, 28–36.

- Septian, A., Irianto, C. G., & Sari, L. (2026). *Analysis of Energy Management System and Feasibility of 25 kWp Rooftop Solar Power Plant using Techno-Economic Method in DKI Jakarta Regional Government Building.* 13(1), 82–92. <https://doi.org/10.33019/jurnalecotipe.v13i1.4586>
- Sharma, V. K., Singh, R., Gehlot, A., Buddhi, D., Braccio, S., Priyadarshi, N., & Khan, B. (2022). *Review Article Imperative Role of Photovoltaic and Concentrating Solar Power Technologies towards Renewable Energy Generation.* 2022(Figure 3). <https://doi.org/10.1155/2022/3852484>
- G., Contreras, E. E., Gabriel, J., Saldaña, B., De, J., Alejo, C., Del, C., Guti, C., Alfredo, J., Bernal, J., Belem, M., & Vazquez, A. (2023). *A Feasibility Analysis of a Solar Power Plant with Direct Steam.* 1–14.
- Ven, D. J. Van De, Pérez, I. C., Arto, I., Cazcarro, I., Castro, C. De, Patel, P., & Eguino, M. G. (2021). The potential land requirements and related land use change emissions of solar energy. *Scientific Reports*, 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82042-5>
- Yu, J., Zhang, X., He, X., Wang, C., Lan, J., & Huang, J. (2025). *Optimized Dispatch of a Photovoltaic-Inclusive Virtual Power Plant Based on a Weighted Solar Irradiance Probability Model.*
- Zhang, P., Tan, L., & Liu, F. (2023). *Assessing the Implications of Ecological Civilization Pilots in Urban Green Energy Industry on Carbon Emission Mitigation :*

LAMPIRAN

1. Gambar lampiran L1



Lampiran 1 Denah atap patria husada

2. Gambar lampiran L2



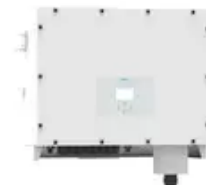
Lampiran 2 Gambar Solar panel
(tokopedia)

3. Gambar lampiran L3



Lampiran 3 Gambar Inverter 110 kw
(Tokopedia)

4. Gambar lampiran L4



Lampiran 4 Gambar
Inverter 60 kw (Tokopedia)