

Analisis Kelayakan Ekonomi Teknologi Light Emitting Diode pada Urban Farming

Yayu Melani Safitri Karoho¹, Dominggo Bayu Baskara², Wachda Yuniar Rocmah³

¹ Bisnis Digital, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Telkom, Indonesia,
yayumelani@student.telkomuniversity.ac.id

² Bisnis Digital, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Telkom, Indonesia,
dominggobayu@telkomuniversity.ac.id

³ Bisnis Digital, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Telkom, Indonesia
wachdayuniarr@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

lahan di wilayah perkotaan mendorong berkembangnya urban farming sebagai alternatif pertanian yang mendukung ketahanan pangan dan keberlanjutan lingkungan. Untuk menjawab tantangan ini, Telkom University Surabaya mengembangkan teknologi pencahayaan berbasis *Light Emitting Diode* (LED) yang hemat energi dan ramah lingkungan. Teknologi ini telah mencapai Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT) level 6 dan memerlukan studi kelayakan ekonomi untuk ditingkatkan menuju TKT level 7 serta masuk ke tahap komersialisasi. Penelitian Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan ekonomi dari teknologi *Light Emitting Diode* untuk *urban farming* dengan pendekatan aspek teknis, pasar, dan ekonomi. Analisis dilakukan melalui perhitungan TAM, SAM, dan SOM, serta estimasi kebutuhan tenaga kerja, lokasi produksi, bahan baku, dan biaya investasi. Evaluasi aspek ekonomi dilakukan menggunakan metode *capital budgeting*, seperti NPV, IRR, *Payback Period*, serta analisis sensitivitas terhadap variabel kunci. Hasil analisis menunjukkan bahwa proyek ini menghasilkan NPV sebesar Rp826 juta, IRR sebesar 55%, dan *Payback Period* selama 3 tahun. Analisis sensitivitas mengidentifikasi margin keuntungan dan harga pokok produksi sebagai faktor paling berpengaruh. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa teknologi *Light Emitting Diode* ini layak secara ekonomi dan memiliki potensi untuk dikembangkan secara komersial sebagai solusi pencahayaan pertanian di lingkungan urban. Penelitian ini juga berkontribusi pada pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDG) nomor 2, yaitu *Zero Hunger*, dengan mendukung produktivitas pertanian perkotaan, serta SDG nomor 11, yaitu *Sustainable Cities and Communities*, dengan mendorong pemanfaatan ruang kota secara berkelanjutan melalui teknologi ramah lingkungan.

Kata Kunci- Teknologi *Light Emitting Diode*, Analisis Kelayakan Ekonomi, NPV, IRR, *Payback Period*

I. PENDAHULUAN

Pesatnya pertumbuhan populasi di kawasan perkotaan Indonesia telah menimbulkan berbagai permasalahan, seperti meningkatnya angka pengangguran, kemiskinan, serta keterbatasan akses terhadap pangan. Berdasarkan data tahun 2020, sekitar 75% warga Indonesia bermukim di daerah urban, yang menyebabkan tekanan besar terhadap ketersediaan sumber daya pangan dan lapangan pekerjaan. Salah satu pendekatan yang dinilai efektif dalam merespons permasalahan ini adalah urban farming, yaitu kegiatan bercocok tanam di area perkotaan dengan memanfaatkan ruang sempit seperti halaman rumah atau atap bangunan. Praktik ini tidak hanya mengoptimalkan pemanfaatan lahan terbatas, tetapi juga turut meningkatkan pendapatan serta taraf hidup masyarakat, sebagaimana dijelaskan oleh Mundiyah dan rekan-rekan (2020).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *urban farming* mampu menjadi alternatif yang berdampak secara sosial dan ekonomi. Praktik ini tidak hanya meningkatkan ketahanan pangan, tetapi juga membuka lapangan pekerjaan baru. Studi di Afrika bahkan mencatat peningkatan pendapatan rumah tangga hingga 27% dan pemenuhan kebutuhan pangan sebesar 15–20%. Di Indonesia, praktik ini mulai berkembang pasca krisis 1997, dan sejak 2011 telah muncul banyak komunitas berkebun di berbagai kota dan universitas. Namun demikian, perkembangannya masih terkendala oleh terbatasnya lahan, minimnya dukungan pemerintah, dan rendahnya keterlibatan masyarakat.

Universitas Telkom Surabaya merupakan salah satu institusi yang menginisiasi *urban farming* di area *rooftop* kampus sebagai bentuk pemanfaatan ruang dan upaya menuju keberlanjutan. Dalam implementasinya, digunakan teknologi *Light Emitting Diode* (LED) sebagai sumber pencahayaan buatan yang efisien, ramah energi, dan cocok digunakan dalam ruang terbatas. LED dinilai efektif dalam mendukung fotosintesis tanpa menghasilkan panas berlebih, sehingga sangat sesuai untuk pertanian di dalam ruangan. Untuk memastikan kelayakan teknologi ini menuju tahap komersialisasi dan peningkatan Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) dari level 6 ke level 7, dibutuhkan studi kelayakan yang mencakup aspek teknis, pasar, dan khususnya ekonomi.

Penelitian ini memfokuskan pada analisis kelayakan ekonomi teknologi *Light Emitting Diode* (LED) dalam mendukung praktik *urban farming*. Metode yang digunakan mencakup pendekatan *Bill of Materials (BOM)* untuk menghitung biaya produksi, serta *market sizing* melalui estimasi TAM, SAM, dan SOM. Selain itu, metode *capital budgeting* seperti NPV, IRR, *Payback Period*, dan analisis sensitivitas diterapkan untuk menilai potensi keuntungan dan risiko investasi. Studi ini tidak hanya mendukung pengembangan teknologi yang berdampak sosial dan lingkungan, tetapi juga diharapkan menjadi dasar pertimbangan bagi pihak universitas, pemerintah, maupun investor dalam pengambilan keputusan menuju implementasi dan distribusi massal. Dengan mendukung agenda SDGs, khususnya poin 2 dan 11, teknologi LED berpotensi memperkuat ketahanan pangan dan keberlanjutan kota.

A. Rumusan Masalah

1. Bagaimana menentukan komponen biaya produksi massal yang terdiri dari investasi awal, biaya operasional, dan Harga Pokok Produksi (*HPP*) teknologi *light emitting diode* dengan menggunakan metode *Bill of Materials (BOM)* ?
2. Bagaimana menemukan harga jual dan volume produksi yang ideal untuk teknologi *light emitting diode* dengan menggunakan metode *market Sizing* yang mencakup TAM, SAM dan SOM ?
3. Bagaimana menentukan batas-batas kelayakan ekonomi teknologi *light emitting diode* dengan menggunakan metode *capital budgeting* yang terdiri *NPV*, *IRR*, *Payback Period* dan analisis sensitivitas ?

B. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui biaya produksi massal teknologi *light emitting diode* menggunakan metode *Bill of Materials* yang terdiri investasi awal, biaya operasional, dan Harga Pokok Produksi (*HPP*).
2. Untuk menentukan harga jual dan volume produksi yang ideal teknologi *light emitting diode* dengan menggunakan metode *market Sizing* yang mencakup TAM, SAM dan SOM.
3. Untuk menentukan batas-batas kelayakan ekonomi teknologi *light emitting diode* dengan menggunakan metode *capital budgeting* yang terdiri *NPV*, *IRR*, *Payback Period* serta analisis sensitivitas.

II. TINJAUAN LITERATUR

A. Studi Kelayakan Bisnis

Studi kelayakan merupakan proses evaluasi terhadap kemungkinan suatu usaha dapat diterapkan secara efektif. Tujuan utamanya adalah memberikan penilaian yang objektif terkait potensi keuntungan dan kerugian dari suatu aktivitas, baik yang sedang berjalan maupun yang direncanakan. Penilaian ini juga mencakup pengaruh terhadap kualitas hidup, kebutuhan sumber daya, dan kemungkinan keberhasilan usaha tersebut. Secara umum, aspek utama yang menjadi fokus dalam studi ini adalah estimasi biaya yang dibutuhkan dan manfaat yang akan diperoleh (Hasan et al., 2022). Studi kelayakan bisnis sendiri merupakan rangkaian proses pengumpulan informasi yang relevan, perhitungan, dan analisis terhadap suatu rencana usaha. Melalui proses ini, pelaku usaha dapat mengetahui apakah rencana bisnis tersebut memungkinkan untuk dijalankan atau tidak (Adnyana, 2020). Bagi pelaku bisnis, investor, perencana industri, analis kredit (account officer), maupun pengembang proyek, studi kelayakan memiliki peran yang sangat penting, terutama dalam menilai potensi bisnis baru (Chumaidiyah, 2021). Studi ini sering disebut juga sebagai studi kelayakan proyek, karena digunakan sebagai landasan untuk memutuskan apakah suatu proyek bisnis termasuk pengembangan usaha berbasis produk yang telah ada – dapat dilaksanakan dengan tingkat keberhasilan yang memadai (Chumaidiyah, 2021).

B. Aspek Pasar

Analisis aspek pasar bertujuan untuk mengevaluasi potensi pasar yang dapat dijangkau, mengestimasi bagian pasar yang bisa diraih, serta merumuskan strategi pemasaran yang sesuai untuk diterapkan oleh perusahaan atau pelaku usaha (Oetomo, 2023). Kajian kelayakan pasar merupakan bagian dari studi bisnis yang memfokuskan perhatian pada analisis permintaan, ketersediaan produk, serta dinamika harga di pasar (Dwiyanti, 2023). Melalui pendekatan ini, pelaku usaha dapat memahami luasnya potensi pasar, tren pertumbuhan permintaan, serta proyeksi pangsa pasar bagi produk yang direncanakan untuk dipasarkan.

C. Aspek Teknis

Aspek teknis memiliki keterkaitan yang erat dengan pemilihan lokasi bisnis, termasuk dalamnya penyusunan rencana tata ruang dan pengaturan layout lokasi usaha (Sudiartini, 2020). Aspek ini juga dikenal sebagai aspek produksi karena mencakup berbagai hal penting, seperti penentuan lokasi yang optimal, luas area yang dibutuhkan untuk produksi, desain tata letak fasilitas, penempatan mesin atau alat produksi, serta alur proses produksi itu sendiri. Pemilihan jenis teknologi yang tepat juga merupakan bagian dari pertimbangan teknis, meskipun dalam kondisi tertentu, produksi tetap dapat berjalan tanpa ketergantungan pada teknologi tertentu (Puspita, Ervina, & Matwar, 2022). Dalam proses perencanaan dan pelaksanaan proyek, aspek teknis menjadi elemen krusial karena meliputi seluruh tahapan pembangunan secara fisik maupun operasional setelah proyek rampung (Dermawan et al., 2021). Analisis kelayakan dari sisi teknis bertujuan untuk menilai apakah konsep atau ide yang dirancang dapat diwujudkan menjadi produk atau layanan yang operasional dan memiliki nilai guna (Wardah & Niswah, 2021).

D. Aspek Ekonomi

Aspek ekonomi sangat berguna dalam menentukan penyedia infrastruktur yang paling sesuai dengan ketepatan yang diukur melalui peningkatan kondisi ekonomi dan sosial dibandingkan dengan alternatif penyedia infrastruktur lainnya (Dr. Ely Siswanto S.SOS, 2021). Analisis kelayakan ekonomi ini digunakan untuk memastikan apakah manfaat ekonomi yang diperoleh dari penyediaan infrastruktur melebihi biaya yang dikeluarkan (Dr. Ely Siswanto S.SOS, 2021). Analisis aspek ekonomi bertujuan untuk memastikan bahwa proyek yang direncanakan dapat memberikan manfaat yang optimal bagi masyarakat, dengan tetap memperhatikan efisiensi ekonomi. Analisis ini biasanya menggunakan parameter seperti NPV, IRR, dan Payback Period untuk menilai kelayakan proyek (Krisnananda dan Kartika, 2021).

E. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas merupakan alat yang sangat berguna dalam menilai sebuah proyek, terutama ketika mengimplementasikan teknologi baru seperti lampu LED, yang menggunakan sistem pencahayaan berbasis energi terbarukan. Teori keputusan dalam situasi ketidakpastian menekankan bahwa keputusan 60 investasi harus mempertimbangkan perubahan dalam faktor-faktor yang mempengaruhi hasil (Wang dan Zhang, 2020). Analisis sensitivitas merupakan sebuah proses evaluasi ulang yang bertujuan untuk memahami dan mengidentifikasi dampak yang mungkin terjadi akibat perubahan pada kondisi tertentu strategis (Aisyah, S., & Fachrizal, M. H., 2020). Perubahan tersebut biasanya dipengaruhi oleh berbagai variabel utama, seperti fluktuasi harga, peningkatan biaya operasional, serta perubahan dalam hasil produksi. Dengan melakukan analisis ini, perusahaan dapat lebih siap dalam menghadapi berbagai kemungkinan skenario dan mengantisipasi risiko yang muncul, sehingga keputusan yang diambil menjadi lebih terinformasi dan strategis (Aisyah, S., & Fachrizal, M. H., 2020).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif sebagai metode utama. Metode kualitatif merupakan jenis penelitian yang menekankan pada proses ilmiah guna memahami dan menjelaskan fenomena yang terjadi di lapangan, khususnya yang berkaitan dengan dinamika sosial (Hardani et al., 2020). Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk memperoleh pemahaman yang mendalam mengenai realitas sosial secara menyeluruh dan otentik, tanpa melakukan penilaian atau mengubah norma yang ada. Dalam konteks penelitian ini, metode kualitatif diterapkan melalui analisis kelayakan guna menilai apakah teknologi *light emitting diode* layak untuk diterapkan atau masih memiliki ketidaksesuaian.

A. Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) merupakan salah satu alat yang sering digunakan dalam evaluasi kelayakan investasi untuk menentukan apakah sebuah proyek mampu menghasilkan keuntungan secara finansial (Oetomo, 2023).

Perhitungan NPV dilakukan dengan mempertimbangkan arus kas yang masuk dan keluar pada tiap periode, kemudian disesuaikan menggunakan tingkat diskonto yang relevan (Oetomo, 2023).

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{cft}{(1 + k)} \quad (2.1)$$

Keterangan :

- a. C_{ft} = Aliran kas per tahun pada periode t
- b. K = Tingkat bunga (*discount factor*)
- c. t = Tahun ke $-t$
- d. n = Umur proyek

B. *Internal Rate of Return (IRR)*

Internal Rate of Return (IRR) merupakan tingkat diskonto yang menjadikan nilai *Net Present Value* (NPV) suatu proyek sama dengan nol, atau kondisi di mana rasio *Benefit-Cost Ratio* (BCR) mencapai angka 1 (Oetomo, 2023). Untuk menghitung IRR, digunakan rumus yang disesuaikan dengan arus kas masuk dan keluar selama periode pelaksanaan proyek. Nilai IRR ini membantu menilai apakah suatu investasi dapat memberikan tingkat pengembalian yang lebih tinggi dibandingkan dengan biaya modal yang digunakan (Oetomo, 2023).

$$IRR = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + IRR)} = 0 \quad (2.2)$$

Keterangan :

- a. B_t = Benefit tahun ke $-t$
- b. C_t = Biaya tahun ke $-t$
- c. T = Tahun
- d. n = Umur Proyek

C. *Payback Period*

Payback Period menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menutup kembali biaya investasi melalui keuntungan bersih (net benefit) yang dihasilkan dari suatu proyek. Dengan kata lain, ini adalah durasi yang diperlukan hingga total keuntungan setara dengan jumlah dana yang telah diinvestasikan (Oetomo, 2023). Perhitungan Payback Period dapat dilakukan menggunakan rumus yang dijelaskan sebagai berikut (Oetomo, 2023).

$$PP = \frac{\% \text{ Total Investasi (100\%)}}{ROI} \quad (2.3)$$

Keterangan :

- a. PP = *Payback Period*
- b. $\% \text{ Total Investasi (100\%)}$ = Persentase penuh dari modal yang diinvestasikan
- c. ROI (*Return on Investment*) = Tingkat pengembalian investasi per periode

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian hasil berfungsi untuk menyampaikan temuan dari penelitian yang telah dilakukan. Penyajian data dalam bagian ini dapat diperjelas melalui penggunaan tabel, grafik, gambar, maupun bagan. Sementara itu, bagian pembahasan bertujuan untuk menjelaskan hasil pengolahan data secara logis, memberikan interpretasi terhadap temuan yang diperoleh, serta mengaitkannya dengan teori atau referensi yang relevan.

A. Aspek Pasar

Analisis pasar dilakukan untuk mengidentifikasi potensi permintaan lampu *Light Emitting Diode* (LED) bagi sektor *urban farming*, dengan fokus wilayah Jawa Timur sebagai target geografis. Berdasarkan data dari Sensus Pertanian 2023 oleh Badan Pusat Statistik, terdapat total 25.938 unit usaha *urban farming* di Indonesia, yang mencakup 12.919 rumah tangga dan 13.019 usaha perorangan. Jika diasumsikan setiap unit usaha membutuhkan rata-rata tiga unit lampu LED, maka potensi pasar secara nasional atau *Total Addressable Market* (TAM) mencapai 77.814 unit. Dari jumlah tersebut, kontribusi Jawa Timur sebagai wilayah sasaran pasar mencakup sekitar 19,04% dari total pelaku *urban farming* nasional, sehingga menghasilkan *Serviceable Addressable Market* (SAM) sebesar 14.822 unit. Namun, tidak semua pasar dapat diraih secara langsung. Dengan mempertimbangkan keterbatasan sumber daya, distribusi, dan strategi penetrasi, asumsi target realistik dalam lima tahun pertama ditetapkan sebesar 15% dari SAM. Maka, *Serviceable Obtainable Market* (SOM) untuk produk lampu LED *urban farming* di Jawa Timur diperkirakan sebanyak 2.223 unit. Estimasi ini memberikan gambaran konkret mengenai skala permintaan yang mungkin dicapai dalam waktu dekat, serta menjadi dasar dalam menghitung proyeksi pendapatan dan perencanaan produksi, sebagai bagian dari kajian kelayakan ekonomi teknologi ini.

Setelah market size ditentukan, langkah berikutnya adalah menyusun strategi pemasaran. Strategi yang digunakan adalah Segmenting, Targeting, dan Positioning (STP).

1. Segmenting

Segmentasi pasar untuk lampu LED pada *urban farming* dibagi berdasarkan beberapa variabel. Secara geografis, target pasar difokuskan pada daerah perkotaan dengan banyak aktivitas *urban farming*, khususnya di Jawa Timur. Secara demografis, pasar utama adalah pelaku usaha *urban farming*, baik rumah tangga maupun usaha perorangan, yang mengelola pertanian di lahan terbatas. Dari sisi psikografis, segmen ini mencakup mereka yang peduli pada keberlanjutan dan efisiensi pertanian melalui teknologi. Sementara itu, dari sisi perilaku konsumen, segmen pasar ini didominasi oleh para pelaku *urban farming* yang memiliki kebutuhan khusus terhadap solusi teknologi yang dapat meningkatkan produktivitas pertanian mereka di lingkungan perkotaan. Mereka cenderung mencari alternatif pencahayaan buatan yang efisien secara energi, namun tetap mampu mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.

2. Targeting

Lampu LED untuk *urban farming* menargetkan pelaku *urban farming* skala kecil hingga menengah yang ingin meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan hasil pertanian. Selain itu, produk ini juga menyasar komunitas dan kelompok *urban farming* yang mencari solusi teknologi hemat biaya dan ramah lingkungan untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Dengan fokus pada efisiensi energi dan keberlanjutan, lampu LED ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan mereka yang ingin memperbaiki hasil pertanian di lingkungan perkotaan dengan cara yang lebih hemat biaya dan efisien (Mardiastuti, 2023).

3. Positioning

Posisi Teknologi LED berada dalam kuadran *Low Price* dan *Niche Market*. Posisi ini menggambarkan strategi perusahaan yang menyasar segmen pasar terbatas, khususnya pelaku *urban farming* di wilayah perkotaan Jawa Timur. Target ini meliputi individu atau usaha kecil yang memiliki kebutuhan spesifik terhadap teknologi pertanian yang efisien dan hemat energi. Dengan harga yang kompetitif, teknologi ini dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang mengutamakan efisiensi, keberlanjutan, dan keandalan. Karakteristik tersebut diharapkan dapat mendorong loyalitas jangka panjang terhadap produk, terutama dari pengguna yang mencari solusi praktis dan ramah lingkungan.



Gambar. 1. Position Matrix LED Urban Farming
(Sumber: Olahan Penulis (2025))

B. Aspek Teknis

Aspek teknis dalam penelitian ini mencakup sejumlah komponen pendukung, seperti ketersediaan tenaga kerja, pemilihan lokasi operasional, pengaturan tata ruang produksi, pemetaan alur proses kerja melalui *Operation Process Chart* (OPC), serta rincian kebutuhan bahan dan komponen yang dijabarkan dalam *Bill of Materials* (BOM).

1. Manajemen Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia (SDM) memegang peranan penting dalam keberlangsungan operasional suatu usaha atau organisasi. Meskipun berbagai sumber daya lainnya telah terpenuhi, tanpa SDM yang memiliki kompetensi, aktivitas bisnis tidak akan berjalan secara maksimal (Umiyati et al., 2022). menunjukkan struktur organisasi dalam pengembangan teknologi lampu LED yang tersusun secara sistematis dan fungsional. Di posisi tertinggi terdapat Direktur sebagai penanggung jawab utama. Struktur organisasi terdiri dari tiga manajer yaitu Sumber Daya, Teknis, dan Pemasaran. Manajer Teknis membawahi tiga tim yaitu Perakitan Hardware LED 1, Perakitan Hardware LED 2, dan Perakitan Software LED.

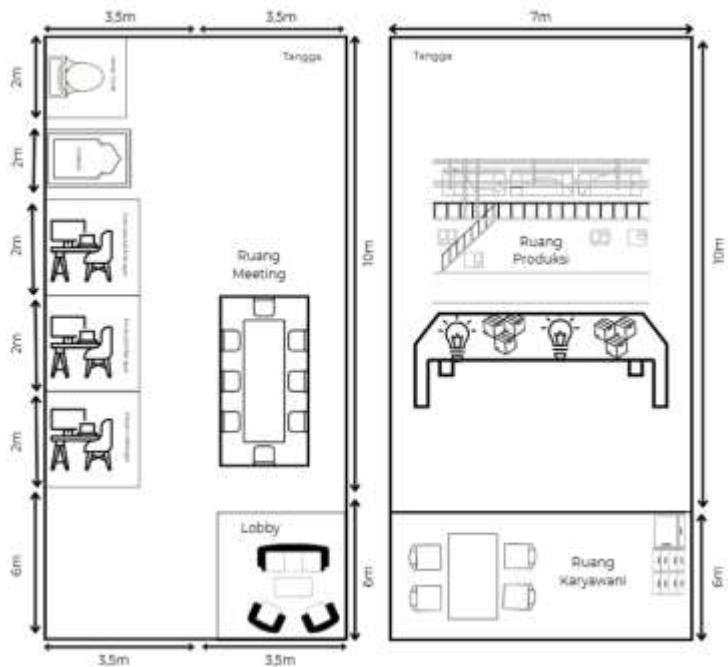


Gambar. 2. Struktur organisasi Teknologi LED Urban Farming
(Sumber: Olahan Penulis (2025))

2. Tata Letak Kantor

Tata letak kantor adalah pengaturan ruang, perabot, dan fasilitas di lingkungan kerja dengan tujuan menciptakan suasana kerja yang efisien, nyaman, dan produktif. Rancangan tata letak kantor yang baik akan mendukung kelancaran operasional serta mendukung produktivitas karyawan. Gedung kantor pusat memiliki dua lantai dengan dimensi panjang 16 meter dan lebar 7 meter. Pada lantai pertama, terdapat lobby utama sebagai area penerima tamu, ruang rapat untuk pertemuan internal, ruang kerja para manajer, serta fasilitas

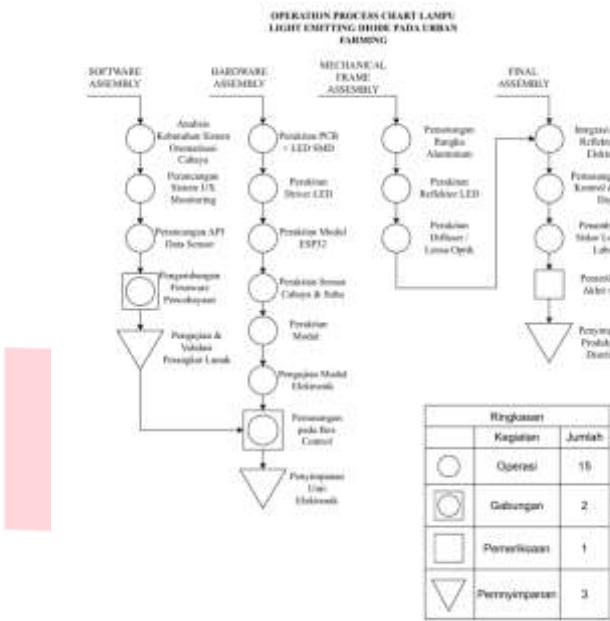
kamar mandi. Sementara itu, lantai dua difungsikan sebagai area produksi lampu LED dan dilengkapi dengan ruang istirahat bagi karyawan guna menunjang kenyamanan dan produktivitas kerja.



Gambar. 3.Tata Letak Kantor LED *Urban Farming*
(Sumber: Olahan Penulis (2025))

3. Operation Process Chart (OPC)

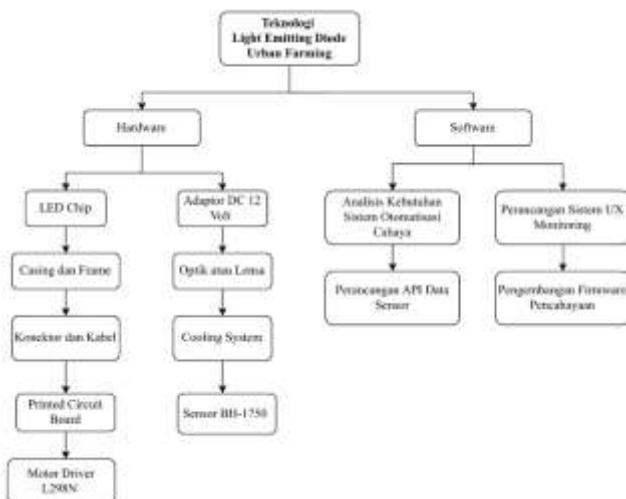
Operation Process Chart (OPC) memiliki fungsi yang krusial dalam membantu mengidentifikasi serta menyelesaikan berbagai kendala yang muncul selama proses produksi berlangsung. OPC memungkinkan pengelola untuk mengamati titik-titik lemah dalam alur kerja, sehingga dapat dilakukan perbaikan yang tepat guna meningkatkan kelancaran dan efisiensi operasional (Sabilah & Daonil, 2024). *Operation Process Chart* (OPC) untuk produksi teknologi lampu LED *urban farming* yang tersusun dalam empat tahapan utama yaitu Software Assembly, Hardware Assembly, Mechanical Frame Assembly, dan Final Assembly. Setiap tahap memuat serangkaian langkah teknis, mulai dari analisis kebutuhan sistem pencahayaan otomatis dan pengembangan firmware, perakitan komponen elektronik seperti modul ESP32 dan sensor cahaya, hingga integrasi rangka mekanik dengan casing dan kontrol panel.



Gambar. 4. *Operation Process Chart LED Urban Farming*
(Sumber: Olahan Penulis (2025))

V. Bill of Materials (BOM).

Bill of Materials (BOM) merupakan daftar terperinci yang memuat seluruh bahan baku, komponen, dan unit rakitan yang diperlukan dalam proses pembuatan suatu produk, lengkap dengan jumlah serta spesifikasi masing-masing (Smith & Johnson, 2022). Struktur BOM pada sistem pencahayaan LED untuk kebutuhan urban farming terbagi menjadi dua komponen utama, yakni perangkat keras dan perangkat lunak. Pada sisi perangkat keras, komponen utama yang digunakan meliputi chip LED, motor driver, sensor cahaya BH-1750, sistem pendingin, serta adaptor sebagai sumber daya. Seluruh elemen tersebut dirancang untuk bekerja secara sinergis dalam menjaga tingkat pencahayaan yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman. Sementara itu, pada sisi perangkat lunak, sistem ini berfungsi mengotomatisasi kinerja perangkat melalui analisis kebutuhan cahaya, pembuatan firmware, dan pengelolaan antarmuka sensor. Rangkaian BOM ini mencerminkan adanya integrasi antara perangkat digital dan fisik sebagai bagian dari implementasi teknologi pertanian di lingkungan perkotaan.



Gambar. 5. *Bill of Material LED Urban Farming*
(Sumber: Olahan Penulis (2025))

C. Aspek Ekonomi

Aspek ekonomi dalam studi ini mencakup estimasi kebutuhan investasi awal, prediksi arus kas masuk dan keluar, perhitungan biaya operasional serta pendapatan yang dihasilkan. Selain itu, dilakukan analisis kelayakan menggunakan indikator seperti NPV, IRR, dan *Payback Period*. Seluruh hasil ini selanjutnya dianalisis melalui uji sensitivitas untuk mengetahui sejauh mana perubahan nilai variabel memengaruhi hasil akhir proyek.

1. *Capital Expenditure* (CAPEX)

Capital expenditure merupakan bentuk pengeluaran yang dilakukan oleh perusahaan sebagai upaya untuk memenuhi kebutuhan investasi jangka panjang sekaligus meningkatkan efisiensi dan produktivitas operasional bisnis secara menyeluruh (Luckyanti & Anwar, 2022).

Tabel 1. *Capital Expenditure* Teknologi LED *Urban farming*

Business Registration Fees				
Komponen	Harga Satuan	Jumlah	Satuan	Total Harga
HKI (Merk, Logo, Hak Cipta)	Rp5.000.000	1	Paket	Rp5.000.000
Biaya PT	Rp5.000.000	1	Paket	Rp5.000.000
Total				Rp10.000.000
Renovasi				
Komponen	Harga Satuan	Jumlah	Satuan	Total Harga
Renovasi Bangunan	Rp65.000.000	1	Paket	Rp65.000.000
Biaya Perizinan	Rp5.000.000	1	Paket	Rp5.000.000
Total				Rp70.000.000
Equipment				
Komponen	Harga Satuan	Jumlah	Satuan	Total Harga
Peralatan Kantor				
TV	Rp5.000.000	1	Unit	Rp5.000.000
Kulkas	Rp5.000.000	1	Unit	Rp5.000.000
Lemari Kabinet	Rp1.000.000	4	Unit	Rp4.000.000
Sofa Lobby	Rp5.000.000	1	Unit	Rp5.000.000
AC Sharpp	Rp3.000.000	2	Unit	Rp6.000.000
Peralatan Produksi				
Komponen	Harga Satuan	Jumlah	Satuan	Total Harga
Dielectric Grease	Rp150.000	2	Unit	Rp300.000
Bor Tangan	Rp200.000	2	Unit	Rp400.000
Toolbox	Rp150.000	2	Unit	Rp300.000
Mesin Solder	Rp213.000	2	Unit	Rp426.000
Mesin potong alumunium	Rp5.000.000	1	Unit	Rp5.000.000
Safety Gloves	Rp200.000	4	Unit	Rp800.000
Safety Shoes	Rp300.000	4	Unit	Rp1.200.000
Safety Glass	Rp150.000	4	Unit	Rp600.000
Multimeter	Rp200.000	1	Unit	Rp200.000
Peralatan Kamar Mandi				
Toilet Bowl	Rp3.000.000	1	Unit	Rp3.000.000
Jet Sower	Rp161.000	1	Unit	Rp161.000
Peralatan Musholla				
Mukenah	Rp150.000	2	Unit	Rp300.000
Sarung	Rp100.000	2	Unit	Rp200.000
Rak Plastik	Rp338.000	1	Unit	Rp338.000
Peralatan Transportasi				
Mobil Pickup	Rp200.000.000	1	Unit	Rp200.000.000

Total	Rp306.725.000
Total Keseluruhan	Rp386.725.000

Sumber: Olahan Penulis (2025)

2. Operational Expenditure (OPEX)

Operational expenditure (OPEX) adalah pengeluaran rutin yang dilakukan oleh perusahaan untuk mendukung kelancaran aktivitas operasional sehari-hari dalam menjalankan usahanya. OPEX mencerminkan biaya yang diperlukan untuk menjaga operasi perusahaan tetap berjalan dan merupakan indikator penting dari efisiensi operasional (Smith, 2023).

Tabel 2. *Operational Expenditure* Teknologi LED *Urban Farming*

Komponen	Harga Satuan	Jumlah	Satuan	Total Harga
LED Chip	Rp25.900	50–100 LED Chip	Unit	Rp25.900
PCB (Printed Circuit Board)	Rp900.000	1	Unit	Rp900.000
Sensor BH-1750	Rp20.000	1	Unit	Rp20.000
Cooling System	Rp25.950	1	Unit	Rp25.950
Motor Driver L298N	Rp15.900	1	Unit	Rp15.900
Adaptor DC 12 Volt	Rp53.900	1	Unit	Rp53.900
Optik atau Lensa	Rp5.500	1	Unit	Rp5.500
Casing dan Frame	Rp164.000	1	Unit	Rp164.000
Konektor dan Kabel	Rp15.000	1	Unit	Rp15.000
Lampu LED	Rp82.500	1	Unit	Rp82.500
Total Harga Pokok Penjualan				Rp1.308.650

Sumber: Olahan Penulis (2025)

3. Arus Kas (*Cash Flow*)

Teknologi pencahayaan berbasis *Light Emitting Diode* (LED) dievaluasi menggunakan metode *capital budgeting* yang mencakup indikator-indikator seperti NPV, Internal, IRR, *Payback Period* (PBP), serta analisis sensitivitas. Hasil analisis menunjukkan bahwa implementasi teknologi LED dalam sistem urban farming memberikan nilai NPV sebesar Rp826.269.067, IRR mencapai 55%, dan estimasi PBP selama tiga tahun. Ketiga indikator tersebut menggambarkan tingkat kelayakan investasi berdasarkan proyeksi arus kas dan risiko nilai waktu uang. Pendekatan NPV, IRR, dan PBP umum digunakan dalam penilaian investasi karena mampu mengukur efisiensi pemanfaatan modal dan potensi keuntungan proyek (Gitman & Zutter, 2015). Nilai NPV yang bernilai positif menunjukkan bahwa proyek dapat memberikan keuntungan. IRR yang melampaui tingkat pengembalian minimum (MARR) sebesar 13,5% menandakan bahwa investasi ini layak secara ekonomi. Di samping itu, periode pengembalian selama tiga tahun tergolong efisien. Ringkasan evaluasi tersebut disajikan pada Gambar 4.20 (Sartono, 2016).

Tabel 3. Arus Kas Teknologi LED *Urban Farming*

DICS. FACTOR (At 13% MARR)	13,50%
DISCOUNTED CASHFLOW	
CUMMULATIVE CASHFLOW	
NET PRESENT VALUE (NPV)	Rp826.269.067
INTERNAL RATE OF RETURN (IRR)	55%
PAYBACK PERIOD (PBP)	3

Sumber: Olahan Penulis (2025)

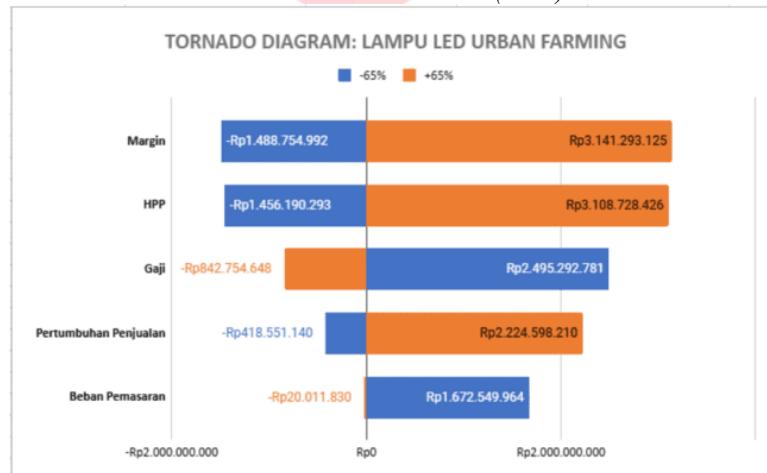
4. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas merupakan alat penting yang digunakan untuk memahami sejauh mana suatu keputusan investasi dapat tetap valid ketika terjadi perubahan pada berbagai faktor atau parameter yang memengaruhinya (Hasugian et al, 2020).

Tabel 4. Analisis Sensitivitas Teknologi LED *Urban Farming*

Variabel Sensitivitas	NPV Dasar	NPV (-65%)	NPV (+65%)
Margin Keuntungan	Rp826.269.067	-Rp1.488.754.992	Rp3.141.293.125
Harga Pokok Penjualan	Rp826.269.067	-Rp1.456.190.293	Rp3.108.728.426
Beban Gaji	Rp826.269.067	Rp2.495.292.781	-Rp842.754.648
Pertumbuhan Penjualan	Rp826.269.067	-Rp418.551.140	Rp2.224.598.210
Beban Pemasaran	Rp826.269.067	Rp1.672.549.964	-Rp20.011.830

Sumber: *Olahan Penulis (2025)*



Gambar. 6. Analisis Sensitivitas Teknologi LED *Urban Farming*

(Sumber: *Olahan Penulis (2025)*)

Tornado Diagram dari analisis sensitivitas proyek lampu LED untuk *urban farming* menunjukkan bahwa Margin Keuntungan dan Harga Pokok Penjualan (HPP) merupakan variabel yang paling memengaruhi nilai NPV. Perubahan $\pm 65\%$ pada Margin menghasilkan NPV antara -Rp1,48 miliar hingga Rp3,14 miliar, sedangkan pada HPP berkisar -Rp1,45 miliar hingga Rp3,10 miliar. Variabel lain seperti Beban Gaji, Pertumbuhan Penjualan, dan Beban Pemasaran juga berpengaruh, namun dalam rentang yang lebih sempit. Temuan ini menguatkan pandangan bahwa perhitungan HPP yang akurat dan margin yang terjaga sangat penting untuk menjaga kelayakan finansial proyek. Selain itu, pengelolaan beban gaji yang proporsional juga menjadi faktor strategis dalam menjaga efisiensi dan kesinambungan operasional.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan kajian aspek teknis, perhitungan kebutuhan produksi, diperoleh bahwa total investasi awal yang dibutuhkan sebesar Rp386.725.000, yang dialokasikan untuk legalitas usaha, pengurusan Hak Kekayaan Intelektual (HKI), serta pembelian peralatan produksi. Sementara itu, biaya operasional tahun pertama diperkirakan sebesar Rp3.081.680.680, dengan proyeksi kenaikan rata-rata sebesar 4,96% per tahun. Hal ini mencerminkan bahwa produksi massal teknologi *Light Emitting Diode* (LED) memerlukan

modal awal yang signifikan, namun telah terstruktur dan sesuai dengan kebutuhan operasional bisnis yang berkelanjutan.

2. Berdasarkan kajian aspek pasar menunjukkan hasil analisis menunjukkan bahwa harga jual ideal untuk produk lampu LED adalah Rp1.949.889 per unit, dengan harga pokok produksi (HPP) sebesar Rp1.308.650, menghasilkan margin keuntungan sekitar 49%. Berdasarkan perhitungan *Market Sizing*, potensi pasar menunjukkan nilai TAM sebesar 77.814 unit, SAM sebesar 14.822 unit, dan SOM sebesar 2.223 unit di wilayah Jawa Timur. Target penjualan realistik pada tahun pertama ditetapkan sebesar 1.500 unit, yang telah disesuaikan dengan kapasitas produksi dan strategi distribusi yang dimiliki. Hal ini menunjukkan bahwa secara pasar, produk teknologi *Light Emitting Diode* (LED) memiliki ceruk yang jelas dan prospek yang kompetitif dibandingkan produk sejenis.
3. Berdasarkan kajian aspek ekonomi, hasil analisis *Capital Budgeting* menunjukkan bahwa pengembangan bisnis teknologi *Light Emitting Diode* (LED) layak untuk direalisasikan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai NPV sebesar Rp826.269.067, IRR sebesar 55%, dan *Payback Period* selama 3 tahun. Dari hasil analisis sensitivitas melalui tornado diagram, batas kelayakan masih stabil pada kisaran -65% hingga +65%, dengan faktor penentu utama meliputi margin keuntungan, harga pokok penjualan, beban gaji, pertumbuhan penjualan, dan biaya pemasaran. Hal ini mengindikasikan bahwa secara finansial, bisnis ini memiliki tingkat profitabilitas yang tinggi dan mampu menghadapi fluktuasi variabel ekonomi tertentu.

B. Saran

1. Saran Akademis

Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi faktor eksternal seperti regulasi, tren keberlanjutan, dan preferensi konsumen dengan pendekatan kuantitatif. Selain itu, strategi pemasaran berbasis 7P perlu dikaji lebih dalam agar tepat sasaran, serta analisis finansial diperluas dengan berbagai skenario dan asumsi makroekonomi untuk hasil yang lebih realistik.

2. Saran Praktis

Pengembang disarankan melanjutkan validasi teknologi melalui pilot project di berbagai lokasi, rutin mengevaluasi harga jual berdasarkan biaya dan daya beli, serta menyiapkan strategi mitigasi risiko seperti efisiensi produksi dan diversifikasi pasar guna menghadapi dinamika pasar. Sementara itu, investor perlu menerapkan strategi investasi bertahap sesuai pencapaian milestone dan turut aktif mendukung efisiensi operasional. Pendekatan ini tidak hanya menjamin kelayakan ekonomi jangka panjang, tetapi juga memperkuat kontribusi terhadap ketahanan pangan (SDG 2) dan kota berkelanjutan (SDG 11).

REFERENSI

- Abdurrohman, A., Arkasala, F. F., & Nurhidayah, N. (2021). Penerapan Konsep Urban Farming-Based Resilient City Dalam Pengembangan Kota Yang Berketahanan Pangan Di Kota Surakarta. *Desa-Kota: Jurnal Perencanaan Wilayah, Kota, Dan Permukiman*, 3(2), 162-170.
- AbdusSAMad, Z. (2021). Metode Penelitian Kualitatif (P. Rapanna, Ed.). Syakir Media Press.
- Abuk, G. M., & Rumbino, Y. (2020). Analisis Kelayakan Ekonomi Menggunakan Metode Net Present Value (NPV), Metode Internal Rate of Return (IRR) Payback Period (PBP) Pada Unit Stone Crusher di CV. X Kab. Kupang Prov. NTT. *Jurnal Teknologi*, 14(2), 68-75.
- Adnyana, I. M. (2020). Buku: Studi Kelayakan Bisnis.
- Adnyana, I. M. (2020). Investasi saham dan perdagangan efek. Jakarta Selatan: Lembaga Penerbitan Universitas Nasional (LPU-UNAS).
- Alfariza, L., Putra, R. E., & Rosmiati, M. (2023). Analisis Kontribusi Urban Farming dalam Mendukung Pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs) Pada Pilar Ekonomi dan Sosial. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 9(1), 14-23.
- Ananthanarayanan, P. S. (2014). Project technology and management. In Treatise on process metallurgy: Industrial processes (Chapter 3.2). Elsevier.

- Artayasa, I.P. et al. (2022) 'Persepsi Siswa terhadap Pembelajaran Tatap Muka dengan Sistem Bergilir Dibandingkan Pembelajaran Daring', *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2), *PP.* 424–430. Available at: <https://doi.org/10.29303/jiPP.v7i2.52>.
- Badasyan, N. (2018). Project feasibility analysis economic model for private investments in the renewable energy sector. *Built Environment Project and Asset Management*, 8(3), 215-230. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-08-2017-0057>.
- Baskara, D. B. (2017). Kajian Potensi Pengembangan Produk Transportasi Gyroplane. Surabaya: Tesis Magister, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Boardman, A. E., Greenberg, D. H., Vining, A. R., & Weimer, D. L. (2018). *Cost-benefit analysis: Concepts and practice*. Cambridge University Press.
- Budiman, A., Saputra, H., & Nurhadi, T. (2021). Internet of Things: Konsep dan implementasi dalam kehidupan modern. Bandung: Informatika.
- Chaffey, D., & Ellis-Chadwick, F. (2019). *Digital Marketing: Strategy, Implementation, and Practice*. Pearson Education.
- Chumaidiyah, E. (2021). *Analisis dan Perancangan Perusahaan Jilid 1: Studi Kelayakan Peluang Bisnis Digital dan Studi Pasar*. Bandung, Indonesia: TelU Press.
- Clea Putri, F. (2023). *Feasibility Analysis of a Roof Tile Factory Business Using a Capital Budgeting Approach*. *Journal of Industrial System Engineering and Management*, 2(2), 60–64. <https://doi.org/10.56882/jisem.v2i2.22>.
- Davis, R., & Thompson, L. (2023). Understanding Serviceable Obtainable Market for Effective Growth Strategies. *Journal of Marketing Research*, 45(3), 201-215.
- Fauzan, S. N. (2021). Metode Analisis Kelayakan Bisnis Dan Metode HOQ untuk Penyempurnaan Perencanaan Pembuatan Lemari Lekas (Lemari Kayu Serbaguna). *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 20(1), 45. <https://doi.org/10.20961/performa.20.1.47580>.
- Fauzi, P. M., Chumaidiyah, E., & Suryana, N. (2019). Analisis kelayakan serta perancangan aplikasi website pada Startup Digital Creative Fotografi berdasarkan aspek pasar, aspek teknis, dan aspek finansial. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 5(2), 60-66.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2020). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2020: Transforming food systems for affordable healthy diets*.
- Hasan, S., Elpisah, E., Sabtohadi, J., Zarkasi, Z., & Fachrurazi, F. (2022). *Studi Kelayakan Bisnis*. Penerbit Widina.
- Hidayati, N., Supriyadi, S., & Rachmawati, R. (2021). "Analisis Kelayakan Pasar Teknologi Pencahayaan LED dalam Pertanian Urban." *Jurnal Teknologi Pertanian*, 22(1), 45-52.
- Johnson, R., & Lee, H. (2023). Comprehensive market analysis for strategic decision-making. *Journal of Market Research*, 29(2), 145-160.
- Kementerian Keuangan Republik Indonesia. (2021). *Panduan Analisis Kelayakan Ekonomi - KPBU*.
- Marzuki, A., Muhsin, M., Rosadi, N. A., & Mariana, M. (2023). Analisis Kelayakan Usahatani Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*) Pada Lahan Urban Farming Di Kecamatan Ampenan Kota Mataram. *Jurnal Agrimansion*, 24(3), 862-868.
- Missyella, L. et al. (2023) 'Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw dalam Mendorong Kedisiplinan Siswa', 3(November 2022), *PP.* 1–14.
- Mundiyah, A. I., Sari, N. M. W., Nabilah, S., & Suparyana, P. K. (2020). Pelatihan Budidaya Jamur Tiram dengan Konsep Urban Farming untuk Masyarakat Perkotaan. *Jurnal Pengabdian Al-Ikhlas Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjary*, 6(2).

- Oetomo, D. S. (2023). Studi Kelayakan Pembangunan Pabrik Baterai Sepeda Motor Listrik Di Kawasan Jiipe, Kabupaten Gresik , Jawa Timur Oleh PT “X.” JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi, 6(3), 781–789.
- Smith, J., & Johnson, M. (2022). Understanding Bill of Materials: A Comprehensive Guide for Manufacturers. Manufacturing Press.
- Sugiyono. (2021). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D (Edisi ke-2, M. Dr. Ir. Sutopo, S.Pd. (Ed.).
- Widya, A., Haryanto, M. R., Indriyani, A. R., & Mahmudi, K. (2024). Analisi Pengaruh Radiasi Non-Ionizing Dalam Penggunaan Lampu LED Pada Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Agro Indragiri*, 9(2), 60-66.
- Wiratama, D. H. (2020). *Feasibility Analysis of Investment Assets For Business Development In The Calculation Of Capital Budgeting In Surabaya UD Rahayu*. *IJESS International Journal of Education and Social Science*, 1(1), 16-27. <https://doi.org/10.56371/ijess.v1i1.24>.
- Yuspyani, F., & Prihanisetyo, A. (2021). Analisis perhitungan HPP berdasarkan metode full costing dan variable costing sebagai dasar dalam menentukan harga jual pada UKM. *Jurnal Akuntansi Manajemen Madani*, 7(1).
- Zakiyah, E., Prihandono, T., & Yushardi, Y. (2023). Pengaruh Daya Lampu *Ultraviolet Light Emitting Diode (LED) Growth* terhadap Pertumbuhan Fisika Tanaman Selada Sistem Hidroponik. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 12(2), 68-75.
- Zhang, Y., Wang, X., & Li, J. (2021). Effects of LED light quality on the growth and development of plants: A review. *Agricultural Sciences*, 12(4), 123-135