

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Penunjang

Teori penunjang merupakan landasan teoritis yang digunakan untuk mendukung pembahasan dan analisis dalam Tugas Akhir ini. Teori tersebut digunakan untuk memperkuat dasar ilmiah, konsep dan prinsip kerja serta mendukung proses penyelesaian sistem yang digunakan.

1. Bandar Udara

Bandar udara, atau disebut juga bandara, merupakan fasilitas transportasi udara yang menjadi tempat berlangsungnya kegiatan operasional penerbangan, mulai dari pergerakan pesawat, penumpang, barang, serta sebagai penghubung antara transportasi darat dan udara. Menurut Annex 14 dalam ICAO (International Civil Aviation), bandar udara adalah area tertentu di daratan atau perairan (termasuk bangunan, instalasi dan peralatan) yang diperuntukkan baik secara keseluruhan atau sebagian untuk kedatangan, keberangkatan dan pergerakan pesawat (ICAO Annex 14 Aerodromes, 2018).

Selain itu, menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2019 Tentang Kebandar Udara Nasional Pasal 1, bandar udara adalah kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya (Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2019).

Fungsi bandar udara secara umum adalah sebagai infrastruktur dan penyedia layanan penunjang fasilitas pendukung kegiatan penerbangan (Ngurah et al., 2021). Secara spesifik, berfungsi sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, tempat perpindahan antar moda transportasi, naik turunnya

penumpang, dan bongkar muat kargo (Mulyati et al., 2024). Dengan tugas utama yaitu memberikan pelayanan kepada pengguna jasa dan melakukan pemeliharaan fasilitas penunjang tersebut dengan baik agar pelayanan tetap terpelihara.

Pengelolaan bandar udara harus memenuhi standar pelayanan yang telah ditetapkan, termasuk menjaga kenyamanan lingkungan (Cintya Dewi et al., 2021). Berdasarkan Undang-undang (UU) Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan, bandar udara memiliki beberapa fasilitas, seperti fasilitas pokok, penunjang, keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas umum (Republik Indonesia, 2009). Fasilitas pokok yang termasuk kedalam fasilitas sisi darat (*airside facility*) salah satunya adalah area parkir (Atmaja & Puspitasari, 2024).



Gambar II. 1 Bandar Udara Internasional Radin Inten II Lampung
(Sumber: Bandara Radin Inten II Lampung, 2026)

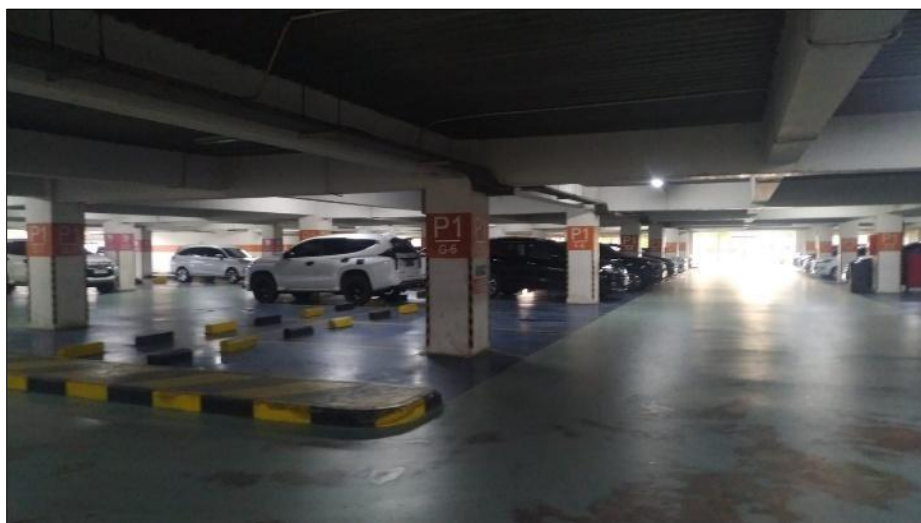
2. Area dan Gedung Parkir

Area parkir merupakan salah satu komponen penting dalam sistem transportasi, khususnya pada fasilitas publik seperti bandar udara. Keberadaan area parkir tidak hanya berfungsi sebagai tempat penyimpanan kendaraan, tetapi juga berperan dalam mendukung kelancaran mobilitas, meningkatkan aksesibilitas, serta menunjang kualitas pelayanan suatu fasilitas publik (Savitri & Paramytha, 2022). Perencanaan dan pengelolaan area parkir yang tidak optimal dapat menyebabkan berbagai permasalahan,

seperti kemacetan, ketidakteraturan parkir serta meningkatnya waktu pencarian ruang parkir oleh pengguna.

Seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan dan keterbatasan lahan, fasilitas parkir mengalami transformasi dan pengembangan yaitu berbentuk bangunan bertingkat sebagai solusi terhadap keterbatasan ruang horizontal (Cristi Tesa Polii et al., 2020). Gedung parkir memiliki salah satu karakteristik utama yaitu tingkat penggunaan yang dinamis, dimana kepadatan kendaraan dapat berubah-ubah tergantung waktu dan lokasi dalam bangunan. Selain itu, gedung parkir juga banyak mengadopsi desain semi terbuka untuk memanfaatkan pencahayaan alami sehingga dapat mengurangi kebutuhan listrik pada siang hari.

Gedung parkir pada bandara Radin Inten II Lampung memiliki luas bangunan 22.500 m² dengan empat lantai dan menggunakan desain pencahayaan semi terbuka. Kondisi penggunaan yang dinamis ini menyebabkan area tertentu seperti lantai dasar memiliki tingkat penggunaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan lantai atas. Hal ini menyebabkan distribusi kebutuhan pencahayaan dan fasilitas lainnya menjadi tidak merata. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu menyesuaikan kondisi operasional secara *real-time* agar dapat meningkatkan efisiensi dan kenyamanan pengguna.



Gambar II. 2 Gedung Parkir Bertingkat
(Sumber: Bandara Radin Inten II Lampung, 2026)

Seluruh perjalanan dan *flow* penumpang harus dibuat sesederhana dan sejelas mungkin, tidak boleh menghambat pergerakan penumpang (Indonesia, 2021). Salah satu aspek yang mempengaruhinya adalah pencahayaan. Pencahayaan yang tidak sesuai, baik terlalu redup maupun terang dapat menimbulkan ketidaknyamanan visual bagi penumpang.

3. Sistem Pencahayaan dan Standar Intensitas Pencahayaan

Pencahayaan merupakan salah satu aspek penting dalam pelayanan penunjang kenyamanan visual, keselamatan serta kelancaran operasional penumpang di terminal bandara (Pramudya & Ginusti, 2024). Sebuah instalasi listrik khususnya penerangan adalah hal yang sangat penting dan mendasar dari suatu bangunan, agar bangunan memiliki nilai fungsi sesuai yang diinginkan, oleh karena itu pemasangan instalasi harus sesuai dengan standar yang ada agar tidak membahayakan penggunaannya (Suprihartini et al., 2020). Sistem pencahayaan terbagi menjadi dua, pencahayaan alami dan pencahayaan buatan. Pencahayaan alami berfungsi untuk meminimalisir penggunaan energi listrik, sedangkan pencahayaan buatan sangat diperlukan ketika kondisi pencahayaan sulit dicapai atau tidak mencukupi (Fleta, 2021). Oleh karena itu, diperlukan keseimbangan pencahayaan yang tepat dalam menciptakan lingkungan yang nyaman. Pencahayaan tidak langsung dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pencahayaan di dalam ruangan.

Intensitas cahaya merupakan suatu besaran dalam ilmu fisika yang berarti banyaknya cahaya yang diperoleh per satuan luas dan waktu (Ketut Mahardika et al., 2023). Standar intensitas pencahayaan sangat penting menjamin kenyamanan visual dan keselamatan pengguna suatu ruangan (Waluyo et al., 2025). Berdasarkan SNI : 6197 tahun 2020 tentang konservasi energi pada sistem pencahayaan menyebutkan pada area parkir memiliki standar sebesar 100 lux. Perubahan intensitas cahaya juga dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi cuaca, posisi matahari dan lampu buatan, sehingga diperlukan sistem yang mampu menyesuaikan pencahayaan secara dinamis (Ratuhaji & Ainuddin, 2025).

Lampu sebagai sumber pencahayaan buatan merupakan komponen utama dalam sistem penerangan bangunan. Berdasarkan teknologi yang digunakan, lampu dapat dibedakan menjadi beberapa jenis seperti lampu pijar, lampu LED (*Light Emitting Diode*) dan lainnya. Pada area parkir gedung bertingkat bandara Radin Inten II Lampung menggunakan lampu jenis TL (*Tube Luminescent* atau *Tube Lamp*). Lampu ini sering disebut dengan fluorescent, jenis ini banyak digunakan karena memiliki daya pakai relatif kecil dibanding lampu bohlam dan suhu yang lebih rendah pada pemakaian yang sama (Caesar Akbar & Saragi, 2022).



Gambar II. 3 Lampu Gedung Parkir
(Sumber : Bandara Radin Inten II Lampung, 2026)

Pada sistemnya, kerusakan lampu sering tidak terdeteksi secara langsung sehingga dapat menyebabkan penurunan kualitas pencahayaan tanpa disadari. Ketika lampu dalam kondisi normal, arus listrik akan mengalir sesuai dengan karakteristik beban (Sriyanto & Setiawidayat, 2022). Sedangkan jika lampu mati atau mengalami gangguan, maka arus akan menurun atau bahkan tidak terdeteksi (Cahyani et al., 2024). Hal ini tentu berdampak pada kenyamanan penumpang serta berpotensi menurunkan tingkat keselamatan terutama jika cahaya pada area berada di bawah standar yang ditetapkan.

4. Sistem Otomatisasi dan Monitoring

Kemajuan teknologi telah mempengaruhi berbagai perubahan beberapa industri, termasuk teknologi, manajemen, tatanan sosial, budaya dan hukum

(Komalasari et al., 2023). Sistem otomatisasi adalah sistem yang menggunakan teknologi mekanis, elektronik, dan komputer untuk mengoperasikan dan melaksanakannya (Nanda et al., 2024). Otomatisasi dapat meningkatkan efektivitas, efisiensi dan kualitas serta memudahkan penggunaan, pemeliharaan dan keandalan yang dapat memastikan suatu proyek berhasil dalam jangka waktu panjang (Khoirul Anaam et al., 2022). Sistem otomatisasi dapat bekerja secara terus menerus tanpa kenal waktu. Sistem ini dapat bekerja langsung dan merespon setiap perubahan yang terjadi, oleh karena itu dapat menjadi solusi untuk mengganti sistem yang bekerja secara manual dan cocok dimanfaatkan untuk membantu meringankan pekerjaan manusia (Hablul Barri et al., 2022). Sistem ini dijalankan menggunakan mikrokontroler yang membaca, memproses dan memberikan data sesuai parameter tertentu (Septiansyah et al., 2024).

Monitoring adalah kegiatan pemantauan yang dilakukan dengan tujuan memastikan agar tugas pokok berjalan sesuai rencana yang ditentukan dan dapat menjadi dasar dalam pengambilan keputusan tindakan selanjutnya (Trisnawati et al., 2022). Pemantauan dilakukan dengan tujuan tertentu, seperti memantau proses objek, mengetahui keadaan aktual atau mengevaluasi kondisi yang dihasilkan dari sebuah sistem yang berjalan (N. Sari & Cahyani, 2022). Sistem ini mengacu pada kemampuan dalam pengumpulan, proses, dan analisis data secara langsung saat data sedang dihasilkan (Alamsyah et al., 2024).

Diperlukan suatu sistem guna untuk mengoptimalkan sistem pencahayaan dan mendeteksi kerusakan lampu yang mampu dilakukan secara *real-time*. Sistem ini mengintegrasikan sistem otomatisasi dan monitoring untuk dapat mengoptimalkan kerja sistem pencahayaan dan mengidentifikasi adanya kerusakan serta memberikan informasi kepada operator jika terindikasi kerusakan. Integrasi sistem ini juga menggabungkan dua sensor agar tujuan yang telah disebutkan dapat tercapai.

a. Sensor cahaya (BH1750)

Sensor cahaya adalah komponen elektronika yang dapat mengubah besaran elektrik berdasarkan perubahan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor tersebut (Syaiful et al., 2020). BH1750 adalah sensor intensitas cahaya yang mengukur intensitas sesuai dengan jumlah cahaya sekitarnya (Wulantika et al., 2023). Modul sensor ini memiliki keluaran sinyal digital berupa lux yang tidak perlu lagi dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai intensitas cahaya (Rahma et al., 2025).



Gambar II. 4 Sensor BH1750
(Sumber: Jumri et al., 2025)

BH1750 ini merupakan sensor cahaya dengan antarmuka bus I2C, IC ini paling cocok untuk mendapatkan data cahaya (Khuriati, 2022). Sensor ini lebih akurat dan mudah digunakan dibandingkan dengan sensor cahaya jenis lain yang keluarannya masih memerlukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitas cahaya (Aldi et al., 2024). Selain itu juga, keunggulan yang dimiliki ada dalam hal akurasi, linearitas dan respon yang lebih stabil terhadap perubahan cahaya (Lumembang & Kolibu, 2024). Sensor ini tidak memerlukan perangkat eksternal tambahan sehingga cocok digunakan untuk pengukuran di area koridor (Jumri et al., 2025b).

b. Sensor PZEM-004T

Sensor ini merupakan salah satu jenis sensor yang sering digunakan untuk mengukur arus (I) dengan arus maksimal 100 A. Sensor arus

berguna untuk mengukur arus pada jaringan listrik karena dapat memantau berapa banyak arus yang digunakan dan dapat memberikan data berupa nilai analog (Yasin et al., 2023). Sensor PZEM-004T adalah sebuah modul elektronik yang berfungsi untuk mengukur *voltage*/tegangan, arus, daya, frekuensi, energi, dan Power Faktor (Amalia et al., 2021). Sensor ini dapat dihubungkan dengan Arduino maupun platform open source lainnya, karena sudah dilengkapi sensor tegangan dan arus yang sudah terintegrasi. Dalam penggunaannya, alat ini digunakan dalam ruangan (*indoor*) dan beban yang terpasang tidak diperbolehkan melebihi daya yang sudah ditetapkan (Antara & Suteja, 2021).



Gambar II. 5 Sensor PZEM-004T
(Sumber: Syahri & Bintoro, 2023)

5. *Prototype*

Metode *prototype* memungkinkan pengguna menjalankan simulasi program guna untuk memastikan kesesuaian dengan kebutuhan mereka. *Prototype* adalah alat yang efektif untuk memperoleh umpan balik sistem yang diusulkan untuk menjelaskan bagaimana sistem dapat memenuhi kebutuhan informasi pengguna. Dalam arti lain, *prototype* adalah teknik analisis dan rancangan yang memungkinkan pengguna ikut dalam menentukan kebutuhan dan pembentukan sistem apa saja yang akan dikerjakan (I. P. Sari et al., 2023). Adapun manfaat penggunaan *prototype* adalah menciptakan replika sistem sebenarnya yang akan berjalan, dapat disesuaikan selama proses pengembangan serta memperkuat kesiapan pengguna dalam menerima perubahan sistem (Syarif & Risdiansyah, 2024).

6. *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang menggabungkan perangkat fisik ke internet sehingga dapat berkomunikasi tanpa campur tangan manusia (Putra Lesmana et al., 2024). Perangkat bekerja dengan mengumpulkan data dari berbagai sensor untuk analisis kinerja dan pemeliharaan prediktif jarak jauh (Alamsyah et al., 2024). Dengan demikian, suatu perangkat memiliki kemampuan untuk mengirimkan data melalui jaringan dari berbagai lokasi tanpa memerlukan interaksi langsung antara manusia dengan manusia maupun manusia dengan perangkat komputer (Selay et al., 2022).

Internet berperan sebagai media penghubung antar perangkat, sedangkan manusia hanya sebagai pengawas berjalannya sistem (Sandi & Fatma, 2023). Jadi bisa disimpulkan, IoT adalah sebuah pengembangan dengan tujuan untuk menghubungkan beberapa perangkat elektronik dengan jaringan internet sebagai penghubung agar menjadi sebuah kesatuan yang dapat bertukar informasi satu sama lain (Anggoro & Widiyastari, 2021). Fungsi IoT adalah mengumpulkan data kemudian mengolah data sehingga menghasilkan makna yang dapat dipahami (Sembiring et al., 2022). Para peneliti menemukan berbagai sistem yang telah didukung oleh IoT dapat mempermudah manusia dalam melakukan segala sesuatu (Megawati & Lawi, 2021). Teknologi ini memungkinkan fitur seperti berbagi informasi, pengendalian jarak jauh, dan berbagai fungsi lainnya pada beragam objek di dunia nyata (Syahfitri, 2025).

7. Blynk

Blynk merupakan platform aplikasi berbasis mobile yang dirancang untuk memudahkan pengguna dalam melakukan monitoring dan pengendalian perangkat elektronik melalui jaringan internet. Aplikasi ini cocok untuk sistem operasi berbasis IOS dan Android yang dapat mengontrol Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui internet (Akbar Ramiz et al., 2024). Aplikasi ini berguna untuk mengendalikan perangkat, menyimpan data, visualisasi, menampilkan data sensor, dan lain-lain (Wibowo & Nandika, 2022). Data yang ditampilkan adalah data dalam

bentuk grafik, angka dan indikator warna (Haritsah & Uranus, 2025). Selain berfungsi sebagai media monitoring, aplikasi ini juga menyediakan berbagai fitur antarmuka yang memudahkan pengguna dalam merancang tampilan dashboard sesuai kebutuhan sistem yang dikembangkan (Simbolon, 2025).



Gambar II. 6 Aplikasi Blynk
(Sumber: Gunawan et al., 2020)

B. Penelitian Terdahulu yang Relevan

Untuk mendukung permasalahan dan penelitian yang akan dilakukan, penulis mengkaji beberapa penelitian terdahulu yang relevan sehingga dapat dijadikan dasar dalam pengembangan penelitian. Berikut beberapa penelitian terdahulu dengan tema terkait yang dilakukan peneliti :

Tabel II. 1 Tabel Penelitian Terdahulu yang Relevan

No.	Penulis, Tahun dan Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	(Setiawan et al., 2023), Perancangan Sistem Kendali Otomatis Lampu Jalan Berbasis <i>Internet of Things</i> .	Penelitian memiliki persamaan pada penggunaan sistem otomatisasi lampu dan mikrokontroler ESP32.	Penelitian menggunakan sensor cahaya jenis LDR dan menggunakan sensor PIR, sedangkan penulis menggunakan sensor BH1750 yang berfokus pada intensitas cahaya

			dan penggunaan sensor parameter kelistrikan. Penelitian dilakukan pada penerangan lampu jalan sebagai objek, sedangkan penulis pada gedung parkir bandara.
2.	(Nugroho, 2024), Rancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis pada Floodlight Berbasis IoT di Bandar Udara Internasional Yogyakarta.	Persamaan terletak pada konsep monitoring dan sensor yang digunakan yaitu BH1750.	Penelitian belum berfokus pada sistem kontrol jarak jauh dan deteksi kerusakan lampu secara spesifik. Penelitian juga mempunyai fokus yang berbeda yaitu pada Floodlight bandara.
3.	(Arridho, 2025), <i>Prototype</i> Sistem Kendali dan Pemantauan Apron Floodlight VVIP Bandara Internasional Juanda Surabaya.	Penelitian memiliki persamaan pada sistem monitoring pencahayaan, efisiensi operasional serta parameter kelistrikan untuk mendeteksi kondisi lampu.	Penelitian berfokus pada apron floodlight, tidak berfokus pada intensitas cahaya dan menggunakan sensor LDR. Sedangkan penulis menggunakan sensor BH1750 yang memiliki fokus utama pada intensitas cahaya (lux).
4.	(Yoga Pratama et al., 2024), Lampu Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya	Penelitian ini mempunyai persamaan pada sistem otomatisasi lampu	Penelitian ini hanya melakukan otomatisasi lampu tanpa sistem monitoring dan deteksi kerusakan.

	Berbasis Sensor LDR.	untuk mendukung optimalisasi sistem.	Mikrokontroler yang digunakan jenis Arduino Uno dan berfokus pada skala rumah tangga, sedangkan penulis menggunakan ESP32 dan fokus berskala besar.
5.	(Hidayat et al., 2025), Penerapan IoT pada Kendali Lampu Menggunakan ESP8266 dan Sensor Cahaya untuk Efisiensi Energi.	Persamaan penelitian ini terletak pada sistem otomatisasi dan sistem monitoring yang menggunakan aplikasi Blynk.	Penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP8266, sensor LDR dan belum mempunyai sistem deteksi kerusakan lampu. Sedangkan penulis menggunakan ESP32 dan sensor cahaya jenis BH1750 untuk intensitas cahaya dan sensor PZEM-004T untuk sistem deteksi kerusakan lampu.