

Prototipe Sistem Manajemen *Billing* Dan Lampu *Billiard* Otomatis Berbasis IoT Dengan ESP32 Dan MQTT

Muhammad Jhonsen Syafrandi^{1*}, Rendy Almaheri Adhi Pratama², Yarza Aprizal³, Feri Irawan⁴

^{1,2,3,4}Informatika, Institut Teknologi dan Bisnis PalComTech, Palembang, Indonesia

Email: ^{1*}m_jhonsen@palcomtech.ac.id; ²rendy_almaheri@palcomtech.ac.id;

³yarza_afrizal@palcomtech.ac.id; ⁴fieryirawan178@gmail.com

(* : coresponding author)

Abstrak - Prototipe Sistem Manajemen *Billing* dan Lampu *Billiard* Otomatis Berbasis IoT ini dirancang untuk merevolusi pengelolaan bisnis *billiard*, menghadirkan efisiensi dan akurasi yang signifikan. Sistem ini mengintegrasikan mikrokontroler ESP32 yang bagus dengan protokol MQTT yang handal, menciptakan jaringan komunikasi yang lancar dan memungkinkan pemantauan serta pengendalian jarak jauh. Sensor-sensor canggih yang dipasang pada setiap meja *billiard* bertugas mendeteksi secara *real-time* durasi penggunaan meja, kemudian mengirimkan data tersebut ke *server* melalui ESP32 dan MQTT. Data yang terkumpul ini kemudian diolah dan disajikan dalam sebuah aplikasi yang intuitif dan mudah diakses oleh pengelola bisnis. Aplikasi ini tidak hanya menampilkan status terkini setiap meja dan informasi durasi bermain, tetapi juga secara otomatis menghitung biaya sewa berdasarkan tarif yang telah ditentukan. Lebih lanjut, sistem ini juga memiliki kemampuan untuk mengendalikan lampu meja *billiard* secara otomatis, sehingga lampu hanya menyala saat meja digunakan, dan mati saat tidak digunakan. Dengan demikian, prototipe sistem ini tidak hanya meminimalisir potensi kesalahan perhitungan biaya dan mengurangi kebutuhan intervensi manual, tetapi juga memberikan kemudahan yang tak ternilai dalam pemantauan aktivitas bisnis secara keseluruhan, pengelolaan *billing* yang transparan, dan pada akhirnya, meningkatkan profitabilitas usaha *billiard*.

Kata Kunci: Internet of Things, ESP32, MQTT, Kendali Lampu Otomatis, *Billing Billiard*

Abstract - This prototype of an IoT-based Automatic Billiard Billing and Light Management System is designed to revolutionize billiard business operations, delivering significant efficiency and accuracy. The system integrates a powerful ESP32 microcontroller with the reliable MQTT protocol, creating a seamless communication network that enables remote monitoring and control. Sophisticated sensors installed on each billiard table are responsible for detecting the real-time duration of table usage, then transmitting this data to the server via ESP32 and MQTT. The collected data is then processed and presented in an intuitive and easily accessible application for business managers. This application not only displays the current status of each table and playtime duration information, but also automatically calculates rental fees based on predetermined rates. Furthermore, the system also has the capability to automatically control the billiard table lights, so that the lights only turn on when the table is in use, and turn off when not in use. Thus, this prototype system not only minimizes the potential for billing calculation errors and reduces the need for manual intervention, but also provides invaluable convenience in monitoring overall business activity, transparent billing management, and ultimately, increases the profitability of the billiard business.

Keywords: Internet of Things, ESP32, MQTT, Automatic Light Control, *Billing Billiard*

1. PENDAHULUAN

Memasuki tahun 2025, konsumsi energi listrik di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi. Peningkatan ini merupakan indikator positif dari kemajuan dan perkembangan aktivitas masyarakat, baik dalam skala rumah tangga, industri, maupun komersial. Namun, peningkatan konsumsi ini juga membawa tantangan tersendiri. Konsumsi energi listrik di Indonesia semakin lama semakin meningkat (Indah Purnama & Sonatha, 2021). Penggunaan energi listrik yang terus bertumbuh dari tahun ke tahun berikutnya menuntut ketersediaan pasokan yang memadai. Selain ketersediaan pasokan, efisiensi dalam penggunaan energi juga perlu menjadi perhatian utama. Pemborosan energi tidak hanya merugikan konsumen dalam bentuk tagihan listrik yang lebih tinggi, tetapi juga berdampak negatif pada lingkungan dan keberlanjutan energi secara keseluruhan.

Pemborosan energi, khususnya dalam penggunaan listrik, menjadi permasalahan yang semakin meningkat. Kebiasaan buruk seperti meninggalkan lampu menyala di ruangan kosong, penggunaan peralatan elektronik secara berlebihan, dan kurangnya kesadaran akan efisiensi energi

berkontribusi pada pemborosan yang merugikan, baik secara finansial maupun lingkungan. Terkadang masih dijumpai perangkat listrik seperti lampu yang masih tetap menyala dari malam sampai pagi dan hari berikutnya. Hal tersebut tentunya mengakibatkan pemborosan penggunaan listrik yang akan terus meningkat (Indah Purnama & Sonatha, 2021). Permasalahannya adalah terkadang pengguna lupa mematikan lampu saat sedang meninggalkan rumah. Lampu akan terus menyala sehingga mengakibatkan penggunaan energi listrik yang berlebihan dan terjadinya lonjakan tagihan listrik yang sangat tinggi (Suhardi et al., 2022).

Salah satu solusi paling efektif adalah dengan melakukan penghematan energi. Penghematan energi sangat penting untuk kita lakukan, apalagi mengingat akhir-akhir ini telah terjadi krisis energi di dunia (Ilmawan & Hasanuddin, 2017). Upaya penghematan energi tidak hanya membantu mengurangi tagihan listrik, tetapi juga berperan penting dalam menjaga keberlanjutan sumber daya energi dan melindungi bumi untuk generasi mendatang. Langkah-langkah penghematan energi dapat dilakukan di berbagai tingkatan, mulai dari individu, rumah tangga, industri, hingga UMKM.

Di tingkat individu dan rumah tangga, penghematan energi dapat dimulai dengan tindakan-tindakan sederhana, seperti mematikan lampu saat tidak dibutuhkan, mencabut peralatan elektronik dari stop kontak saat tidak digunakan, serta memilih peralatan rumah tangga yang hemat energi. Di tingkat industri, penghematan energi dapat dilakukan dengan mengoptimalkan proses produksi, menggunakan teknologi yang lebih efisien, serta memanfaatkan energi terbarukan. Pemerintah juga memiliki peran penting dalam mendorong penghematan energi melalui regulasi, insentif, dan kampanye edukasi.

Dengan berkembangnya teknologi sekarang mendorong manusia untuk berfikir efisien dalam melakukan berbagai macam kegiatan. Salah satu yang berkembang adalah teknologi di bidang Otomatisasi lampu pada ruang. Teknologi yang dibutuhkan merupakan sebuah system dimana dapat memberikan efek pencahayaan yang otomatis tanpa menyalakan atau memadamkan lampu secara konvensional (Suhardi et al., 2022). Penghematan energi adalah investasi jangka panjang untuk masa depan yang lebih berkelanjutan.

Penggunaan saklar otomatis merupakan salah satu cara operasi yang digunakan untuk mengendalikan beban listrik. Olehnya itu dibutuhkan sebuah solusi agar proses pengontrolan lampu dapat dilakukan di mana saja, tanpa menghilangkan penggunaan saklar, karena tentunya pengontrolan secara manual masih lebih efektif jika kita berada disekitar objek lampu (Ilmawan & Hasanuddin, 2017). Penggunaan lampu sering kali tidak terkendali dan bisa menjadi boros energi jika dibiarkan menyala terus-menerus terlepas dari kebutuhan pencahayaan aktual di lingkungan tersebut. Sistem kendali otomatisasi lampu menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi masalah ini dengan mengaktifkan atau mematikan lampu secara otomatis berdasarkan kondisi lingkungan tertentu (Rahmawati et al., 2024).

Penghematan listrik dapat ditingkatkan lebih jauh dengan memanfaatkan teknologi *Internet of things* (IoT). Melalui IoT, perangkat elektronik dapat terhubung dan berkomunikasi satu sama lain, memungkinkan otomatisasi dan kontrol yang lebih efisien. Apabila seluruh lampu dalam suatu rumah dikendalikan tanpa harus menyalakan saklar di dalam rumah, maka menggunakan Arduino sebagai alat pengendali lampu sangatlah bermanfaat bagi penggunanya (Setyawan et al., 2023). Salah satu contoh penerapan IoT lainnya untuk penghematan listrik adalah sistem lampu pintar yang menggunakan mikrokontroler ESP32 dan protokol MQTT.

Dalam era IoT, pemilihan komponen seperti sensor, mikrokontroler, dan protokol komunikasi sangat penting karena berpengaruh kepada system yang akan dibangun (Raden Mumtaz Rafly Akbar et al., 2023). Dalam sistem ini, ESP32 berperan sebagai otak yang mengendalikan lampu. ESP32 dapat diprogram untuk menghidupkan atau mematikan lampu berdasarkan kondisi tertentu, seperti keberadaan orang di ruangan, intensitas cahaya alami, atau jadwal yang telah ditentukan. MQTT digunakan sebagai protokol komunikasi yang memungkinkan ESP32 untuk terhubung ke jaringan internet dan menerima perintah dari pengguna atau sistem kontrol pusat. Dengan sistem lampu pintar berbasis IoT ini, lampu hanya akan menyala saat dibutuhkan, sehingga dapat mengurangi pemborosan listrik secara signifikan. Selain itu, sistem ini juga dapat

diintegrasikan dengan sensor dan perangkat lain untuk menciptakan solusi penghematan energi yang lebih komprehensif.

Pengelolaan tempat persewaan biliar saat ini masih menghadapi tantangan dalam hal efisiensi dan akurasi. Berdasarkan observasi lapangan, banyak tempat persewaan yang belum memanfaatkan teknologi untuk mengoptimalkan operasional mereka. Misalnya, pencatatan waktu bermain dan biaya sewa seringkali masih dilakukan secara manual, sehingga rentan terjadi kesalahan dan memakan waktu. Hal ini dapat berdampak pada pendapatan dan menyulitkan dalam pembuatan laporan keuangan yang akurat.

Selain itu, kontrol terhadap penggunaan lampu di setiap meja biliar juga belum optimal. Lampu yang sering dibiarkan menyala meskipun meja tidak digunakan mengakibatkan pemborosan energi dan meningkatkan biaya operasional. Kondisi ini menunjukkan perlunya solusi terintegrasi yang mampu mengatasi permasalahan tersebut. Penerapan teknologi *Internet of things* (IoT) dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dan protokol MQTT dapat menjadi solusi yang menjanjikan.

Dengan mengintegrasikan ESP32 ke dalam sistem meja biliar, penggunaan lampu dan penghitungan waktu bermain dapat dikontrol secara otomatis dan akurat. Data tersebut kemudian dapat dikirimkan melalui protokol MQTT ke sistem manajemen terpusat untuk keperluan *billing* dan pelaporan. Solusi berbasis IoT ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi pemborosan energi, dan memberikan pengalaman bermain yang lebih baik bagi pelanggan.

2. METODE

2.1 *Internet of things* (IoT)

Internet of Things, atau yang lebih dikenal sebagai IoT, adalah teknologi pintar yang menghubungkan lingkungan dengan berbagai perangkat melalui jaringan internet. IoT mengalami perkembangan pesat dalam waktu yang singkat, didorong oleh kemajuan teknologi informasi yang signifikan. Akibatnya, semakin banyak perangkat yang terhubung dengan sensor yang dipasang di lingkungan, sehingga memunculkan masalah interoperabilitas antar perangkat (Muhammad Fathor Azhar & Lela Narpulaela, 2024).

Internet of things (IoT) memanfaatkan konektivitas internet untuk menghubungkan perangkat dengan sensor dan aktuator. Perangkat ini mampu memperoleh serta mengolah data secara independent, menghasilkan respons atau tindakan secara *real-time*. Konsep dasar IoT melibatkan perangkat fisik dengan modul sensor, konektivitas internet, dan sentral data di *server* (Raden Mumtaz Rafly Akbar et al., 2023).

IoT adalah konsep menghubungkan perangkat ke internet, memungkinkan interkoneksi dan komunikasi. Ini memungkinkan pengguna meningkatkan efisiensi perangkat elektronik. Dengan interaksi komputer-perangkat, IoT mengurangi keterlibatan manusia, meningkatkan pengalaman pengguna melalui fasilitas dan layanan internet. Keseluruhan, IoT adalah tentang konektivitas, efisiensi, dan pengalaman pengguna yang ditingkatkan (Suangga et al., 2025).

Dengan memanfaatkan teknologi jaringan saat mengalami perkembangan yang pesat diantaranya perpaduan antara *control technology* dan *Internet of Things* (IOT). *Internet of things* (IOT) merupakan paradigma baru yang bertujuan dari konektivitas untuk segalanya yaitu dengan meminimalkan penyimpanan dan *power* (Yudha Saputra et al., 2017).

Internet of things (IoT) merupakan teknologi yang berkembang pesat dengan menghubungkan berbagai perangkat melalui internet, memungkinkan komunikasi dan interaksi antar perangkat. Perkembangan IoT didorong oleh kemajuan teknologi informasi, yang memungkinkan integrasi sensor dan aktuator ke dalam perangkat untuk mengumpulkan dan memproses data secara mandiri, serta menghasilkan respons *real-time*. IoT bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan pengalaman pengguna dengan mengurangi intervensi manusia melalui otomatisasi dan layanan berbasis internet.

2.2. ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (System on Chip) terpadu dengan dilengkapi WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral. ESP32 adalah chip yang cukup lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada GPIO (*General Purpose Input Output*) (Nizam et al., 2022). ESP32 adalah mikrokontroler yang diperkenalkan oleh Espressif System dan merupakan penerus dari ESP8266 (Muliadi et al., 2020). Ia sangat populer di kalangan *maker*, pengembang IoT (Internet of Things), dan penghobi elektronika karena kombinasi fitur, harga yang terjangkau, dan kemudahan penggunaannya. Tidak hanya memiliki dukungan konektivitas WiFi, namun juga Bluetooth Low Energy yang membuat ESP32 menjadi lebih serbaguna. CPU yang dimiliki ESP32 hampir mirip dengan yang dimiliki ESP8266 yaitu Xtensa LX6 dengan arsitektur 32-bit, namun kelebihan pada ESP32 memiliki inti ganda. Tidak hanya itu, ESP32 memiliki ROM 128KB dan SRAM 416K, juga *Flash Memory* (untuk Menyimpan program dan data) sebesar 64MB (Prafanto et al., 2021).

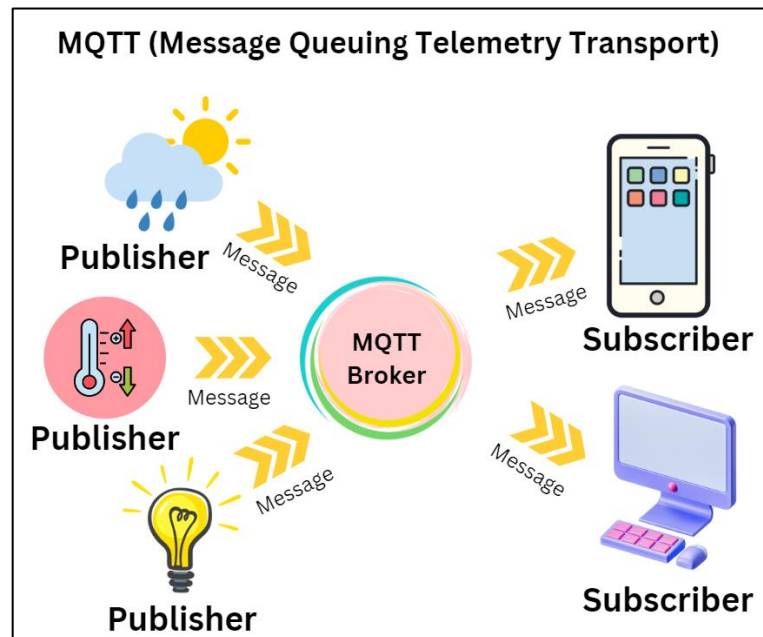
Chip ini mempunyai 18 pinADC (12-bit), empat SPI, dan dua I2C. Kelebihan utama mikrokontroler ini ialah harganya yang relatif murah, mudah diprogram, memiliki jumlah pin I/O yang memadai, serta memiliki *adapter WiFi internal* untuk mengakses jaringan Internet (Wagya et al., 2019).

ESP32 memiliki banyak pin GPIO yang dapat dikonfigurasi sebagai input atau output. Ini memungkinkan interaksi dengan berbagai sensor, aktuator, dan perangkat eksternal lainnya. ESP32 dilengkapi dengan berbagai periferal, seperti ADC (*Analog-to-Digital Converter*), DAC (*Digital-to-Analog Converter*), SPI (*Serial Peripheral Interface*), I2C (*Inter-Integrated Circuit*), UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*), dan lainnya. Periferal ini mempermudah integrasi dengan komponen eksternal. ESP32 umumnya diprogram menggunakan bahasa C/C++ melalui Arduino IDE atau ESP-IDF (*Espressif IoT Development Framework*). Ada juga dukungan untuk bahasa lain seperti MicroPython. ESP32 memiliki komunitas pengguna yang besar dan aktif. Ini berarti ada banyak sumber daya, contoh kode, dan dukungan yang tersedia secara online. ESP32 relatif murah dibandingkan dengan mikrokontroler lain dengan fitur serupa. Ini menjadikannya pilihan yang menarik untuk proyek-proyek dengan anggaran terbatas.

2.3. MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*)

Penggunaan IoT semakin berkembang dalam waktu singkat, hal ini dikarenakan oleh semakin berkembangnya teknologi informasi. Hal ini menyebabkan keterlibatan banyak *device* yang saling terkoneksi dengan sensor yang terpasang pada lingkungan. Sehingga dengan adanya banyak *device* maka menyebabkan permasalahan interoperabilitas dari masing-masing alat. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan sebuah *gateway* atau *protocol* yang mampu menjembatani interoperabilitas tersebut. Salah satu tugas *Gateway* atau *protocol* tersebut adalah harus mampu menangani permasalahan interoperabilitas serta mampu menangani permintaan maupun *device profile* dari masing-masing sensor maupun *device* yang terkoneksi. MQTT sendiri adalah sebuah *protocol* konektivitas *machine to machine* (M2M) yang didesain mampu mengirimkan data dengan sangat ringan menggunakan arsitektur TCP/IP (Susanto et al., 2018).

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) merupakan jenis protokol jaringan pada IoT (*Internet of Things*) yang dimana berfungsi sebagai komunikasi yang bersifat *machine to machine* atau M2M dapat bekerja pada bandwidth yang rendah sangat cocok untuk digunakan dalam *Internet of things* (IoT) yang dapat bekerja dalam energi dan media penyimpanan yang minimum serta sifatnya yang ringan dalam pengiriman pesan (*lightweight message*) pada *header* berukuran kecil yaitu 2 *bytes*. MQTT pertama kali dikembangkan oleh Andy Stanford-Clark dari IBM dan Arlen Nipper dari Arcom pada tahun 1999 dan dengan tujuan untuk meminimalisir daya dari proses serta meminimalkan penggunaan *bandwidth* (Kurnianto et al., 2022).



Gambar 1. MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*)

Dalam model *publish/subscribe*, perangkat yang ingin mengirim pesan (*publisher*) akan mengirim pesan ke *broker*. *Broker* kemudian akan meneruskan pesan tersebut ke perangkat lain yang telah berlangganan (*subscriber*) ke topik yang sesuai. Keuntungan menggunakan MQTT :

1. Ringan: MQTT dirancang untuk memiliki *overhead* yang kecil, sehingga ideal untuk digunakan pada perangkat dengan sumber daya terbatas, seperti mikrokontroler.
2. Efisien: MQTT menggunakan *bandwidth* yang minimal, sehingga cocok untuk digunakan pada jaringan dengan koneksi yang tidak stabil atau bandwidth terbatas.
3. Fleksibel: MQTT dapat digunakan untuk berbagai macam aplikasi IoT, mulai dari aplikasi sederhana seperti kontrol lampu hingga aplikasi yang lebih kompleks seperti monitoring industri.
4. Mudah diimplementasikan: MQTT memiliki implementasi yang sederhana dan mudah dipelajari.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

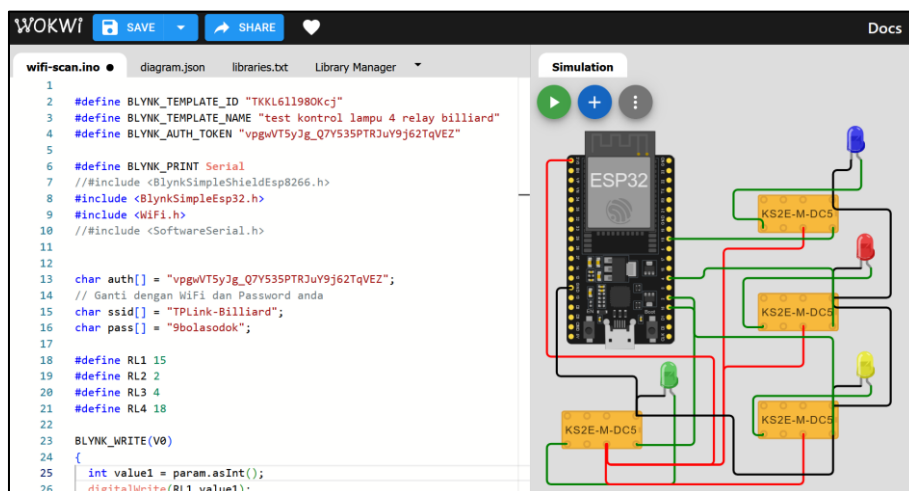
3.1 Skema Perancangan

Saat ini kita berencana untuk membangun sistem yang handal dan efisien untuk manajemen *billing* dan lampu *billiard* otomatis. Dalam konteks prototipe manajemen *billing* dan lampu *billiard* otomatis ini, ESP32 akan bertugas untuk mengendalikan lampu *billiard* secara otomatis berdasarkan status *billing* (lama Waktu booking) sebagai *publisher* yang mengirimkan data status lampu dan informasi *billing* ke *broker*. ESP32 akan berkomunikasi dengan *broker* MQTT untuk mengirim data status lampu dan *billing*. ESP32 akan bertindak sebagai *publisher* yang mengirimkan data status lampu dan informasi *billing* ke *broker*. *Server* akan bertindak sebagai *subscriber* yang menerima data dari ESP32 dan melakukan tindakan yang sesuai, seperti memperbarui informasi *billing* dan mengontrol lampu. Terakhir ESP32 akan menerima perintah dari *broker* MQTT untuk mengontrol lampu hidup dan mati melalui *relay*. Berikut ini gambar 2 skema perancangan yang menggambarkan rangkaian perangkat yang digunakan.



Gambar 2. Skema Perancangan

Sebelum membuat prototipe sistem lampu otomatis dengan MQTT sebagai *broker*, dilakukan tes percobaan *coding* dasar untuk menguji fungsionalitas alat yang akan di gunakan sebelum diterapkan ke dalam prototipe yang lebih solid. *Simulator* Wokwi yang diakses melalui *website* dan dengan bantuan platform Blynk sebagai sistem kontrol via *website* untuk mengontrol lampu hidup dan mati melalui *relay* lampu. Berikut ini gambar 3 tes perancangan *coding* dasar.



Gambar 3. Tes Perancangan *Coding* Dasar

Setelah pecobaan pada coding dasar di simulasi tadi berhasil, maka dilanjutkan untuk diadaptasi sesuai kebutuhan prototipe awal yang akan di buat. Adapun kebutuhan perangkat

keras dan komponen yang digunakan dalam sistem manajemen *billing* dan lampu *billiard* otomatis berbasis IoT ini:

Tabel 1. Kebutuhan Perangkat Keras Dan Komponen Pendukung

No	Perangkat Keras Utama	
1	ESP32	<p>Mikrokontroler ini menjadi otak dari sistem. Penggunaan WiFi memungkinkan jangkauan fisik yang besar dan langsung terhubung ke internet melalui router WiFi. ESP32 akan bertanggung jawab untuk:</p> <ol style="list-style-type: none"> Mengendalikan lampu <i>billiard</i> berdasarkan status meja (sedang digunakan atau tidak). Berkomunikasi dengan <i>server</i> atau perangkat lain melalui protokol MQTT. Mengumpulkan data penggunaan listrik dan waktu bermain.
2	Relay Modul 2 Channel 12V	<p>Komponen ini berfungsi sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan lampu <i>billiard</i>. Relay akan diaktifkan atau dinonaktifkan oleh ESP32 untuk menghidupkan atau mematikan lampu. Modul <i>relay</i> ini memiliki dua channel, yang berarti dapat digunakan untuk mengendalikan dua perangkat secara terpisah. Dalam konteks ini, setiap channel dapat digunakan untuk mengendalikan satu lampu <i>billiard</i>. Spesifikasi 12V menunjukkan bahwa <i>relay</i> ini membutuhkan tegangan 12 Volt untuk beroperasi. Penggunaan <i>relay</i> 2 channel memungkinkan kontrol independen atas dua lampu, misalnya untuk dua meja biliar yang berbeda, dari satu modul.</p>
	Komponen Pendukung	
3	Kabel Jumper dan Breadboard	<p>Kabel-kabel kecil ini digunakan untuk menghubungkan ESP32 dengan <i>relay</i> dan komponen lainnya pada <i>breadboard</i> atau PCB.</p>
4	Kabel Listrik, Stop Kontak dan Colokan	<p>Kabel ini digunakan untuk menghubungkan sistem dengan sumber daya listrik. Komponen stop kontak dan colokan ini digunakan untuk menghubungkan sistem dengan sumber daya listrik dan lampu <i>billiard</i>.</p>
5	Lampu LED Module 3 Watt 12V	<p>Lampu yang akan dikendalikan oleh sistem. Lampu LED ini dipilih karena hemat energi, memiliki umur panjang, dan menghasilkan cahaya yang cukup terang untuk menerangi meja <i>billiard</i>. Spesifikasi 3 Watt dan 12V menunjukkan bahwa lampu ini membutuhkan daya 3 Watt dan tegangan 12 Volt untuk beroperasi. Penggunaan lampu LED penting untuk efisiensi energi sistem secara keseluruhan.</p>

Langkah selanjutnya adalah pembuatan miniatur meja *billiard* yang bertujuan sebagai tempat penempatan lampu (prototipe). Semua perangkat keras dan komponen yang telah di sebutkan tadi kemudian dirangkai untuk membuat prototipe yang digunakan dalam sistem manajemen *billing* dan lampu *billiard* otomatis berbasis IoT ini. Adapun prototipenya dapat dilihat dari gambar di bawah ini.



Gambar 4. Prototipe Lampu *Billiard* Otomatis Berbasis IoT

Sistem kendali lampu meja biliar ini diimplementasikan menggunakan modul *relay* yang terhubung dengan modul Wi-Fi ESP32. Modul ESP32, yang berfungsi sebagai mikrokontroler, dikonfigurasi untuk mengendalikan *relay* dan terhubung ke jaringan Wi-Fi lokal di tempat usaha biliar. Modul ESP32 ini juga difungsikan sebagai *server web* yang dapat diakses melalui jaringan lokal. Dengan demikian, pengguna dapat mengendalikan *relay* dan lampu biliar melalui antarmuka *web* yang diakses melalui peramban *web* pada perangkat seperti smartphone atau laptop. Pengguna dapat mengakses antarmuka *web* ini dengan memasukkan alamat IP modul ESP32 pada peramban *web*.

Selain itu, untuk memungkinkan akses dan kontrol dari jarak jauh, sistem ini diintegrasikan dengan *broker* MQTT shiftr.io. shiftr.io adalah layanan *broker* MQTT berbasis cloud yang memfasilitasi komunikasi antara perangkat ESP32 dan perangkat pengguna (seperti smartphone atau laptop) melalui internet. Dengan memanfaatkan layanan *cloud* ini, sistem kendali lampu biliar dapat diakses dan dikendalikan dari mana saja dengan koneksi internet. Penggunaan *broker* MQTT shiftr.io memberikan fleksibilitas dan skalabilitas pada sistem. Pengguna tidak terbatas pada jaringan lokal dan dapat mengontrol lampu dari jarak jauh, selama perangkat pengguna dan modul ESP32 terhubung ke internet.

Integrasi dengan shiftr.io juga memungkinkan pengembangan sistem yang lebih lanjut, seperti menambahkan fitur otomasi berdasarkan jadwal, pemantauan penggunaan energi secara real-time, dan integrasi dengan sistem manajemen biliar lainnya. Sistem kontrol lampu meja biliar ini memanfaatkan teknologi IoT untuk memungkinkan pengendalian lampu dari jarak jauh melalui internet. Berikut adalah cara kerjanya:

1. Modul *Relay* sebagai Saklar: Modul *relay* berfungsi sebagai saklar elektronik yang dikendalikan oleh ESP32. Ketika ESP32 memberikan sinyal, *relay* akan menutup atau membuka rangkaian listrik, sehingga lampu meja biliar dapat dinyalakan atau dimatikan.
2. ESP32 sebagai Otak Sistem: ESP32 adalah mikrokontroler yang berperan sebagai otak dari sistem ini. ESP32 akan menerima perintah dari pengguna melalui internet dan menerjemahkannya menjadi sinyal yang akan mengaktifkan atau menonaktifkan *relay*.
3. Koneksi Wi-Fi: ESP32 terhubung ke jaringan Wi-Fi di tempat usaha biliar. Koneksi ini memungkinkan ESP32 untuk berkomunikasi dengan perangkat lain melalui internet.
4. *Web Server* Lokal: ESP32 juga dapat berfungsi sebagai *web server* lokal. Ini berarti ESP32 dapat menyediakan halaman *web* sederhana yang dapat diakses melalui browser di

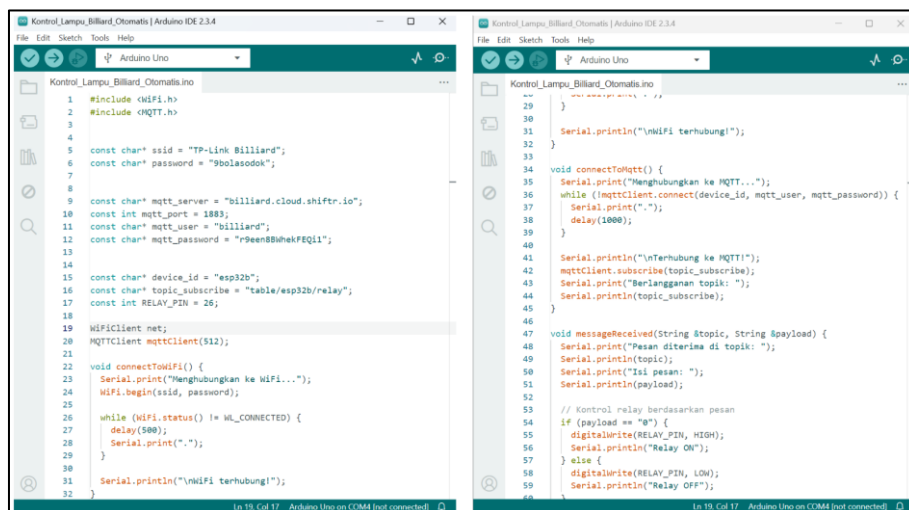
smartphone atau laptop yang terhubung ke jaringan Wi-Fi yang sama. Halaman *web* ini berisi tombol atau kontrol lain yang dapat digunakan untuk mengendalikan lampu meja biliar. Untuk mengakses halaman *web* ini, pengguna perlu mengetahui alamat IP lokal dari ESP32.

5. *shiftr.io* sebagai *Broker* MQTT: Untuk memungkinkan akses dari mana saja, sistem ini menggunakan *shiftr.io* sebagai *broker* MQTT. *Broker* ini bertindak sebagai perantara antara ESP32 dan perangkat pengguna. ESP32 akan "berlangganan" (subscribe) ke topik tertentu di *broker*, dan perangkat pengguna juga akan berlangganan ke topik yang sama. Ketika pengguna mengirim perintah melalui aplikasi atau halaman *web*, perintah tersebut akan dikirim ke *broker* dan kemudian diteruskan ke ESP32.
6. Pengendalian dari Jarak Jauh: Dengan menggunakan aplikasi yang terhubung ke *broker* *shiftr.io*, pengguna dapat mengendalikan lampu meja biliar dari mana saja asalkan terhubung ke internet. Aplikasi ini akan mengirim pesan ke *broker*, yang kemudian akan diteruskan ke ESP32 untuk mengendalikan *relay* dan lampu.

Setelah *broker* MQTT siap di *shiftr.io*, langkah selanjutnya adalah implementasi perangkat lunak pada mikrokontroler ESP32 dan pengembangan sistem *billing*. Kode program pada ESP32 akan bertugas untuk:

1. Koneksi ke *broker* MQTT: ESP32 akan terhubung ke *broker* MQTT *shiftr.io* menggunakan kredensial yang telah ditentukan.
2. Kontrol *Relay*: ESP32 akan menerima pesan dari *broker* MQTT dan mengubah status *relay*. *Relay* ini akan mengendalikan lampu (LED) yang terhubung.
3. Publikasi Status: ESP32 dapat mempublikasikan status lampu (menyala/mati) ke *broker* MQTT, sehingga dapat dipantau oleh sistem *billing* atau perangkat lain.

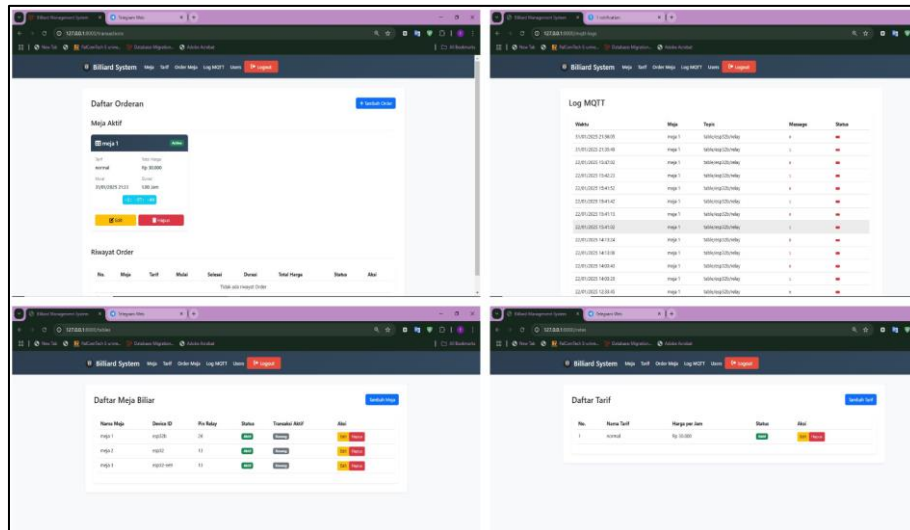
Berikut adalah *screenshot* hasil kode dasar (*pseudo-code*) untuk menghubungkan ESP32 ke *broker* MQTT dan mengontrol lampu (LED):



Gambar 5. Kode Dasar Pada ESP32 Lampu *Billiard* Otomatis Berbasis IoT

Sistem *billing* akan terhubung ke *broker* MQTT untuk menerima informasi status lampu yang dipublikasikan oleh ESP32. Dengan informasi ini, sistem akan mencatat waktu mulai dan selesai permainan berdasarkan perubahan status lampu (menyala/mati). Selanjutnya, sistem akan menghitung biaya sewa meja biliar berdasarkan waktu bermain yang tercatat. Kemudian, sistem akan menampilkan informasi biaya sewa dan status meja biliar pada antarmuka yang mudah digunakan, baik melalui *web browser* pada laptop/PC Dekstop maupun aplikasi *web browser* pada *smartphone*. Antarmuka ini akan memberikan informasi yang jelas dan ringkas

kepada pengguna, seperti daftar meja, status, waktu bermain, dan total biaya sewa. Berikut adalah contoh antarmuka sistem *billing* yang telah terhubung:



Gambar 6. Kode Dasar Pada ESP32 Lampu *Billiard* Otomatis Berbasis IoT

Antarmuka sistem *billing* ini dapat diakses melalui *web browser* pada laptop/PC Dekstop maupun aplikasi *web browser* pada *smartphone*. Antarmuka ini akan menampilkan informasi seperti:

1. Daftar meja biliar
2. Status lampu (menyala/mati)
3. Waktu mulai dan selesai
4. Total biaya sewa

Pengembangan sistem *billing* ini akan bergantung pada kebutuhan dan fitur yang diinginkan. Sistem ini dapat diintegrasikan dengan sistem pembayaran dan laporan keuangan. Dengan kombinasi kode pada ESP32 dan sistem *billing* yang terintegrasi dengan *broker* MQTT, sistem kontrol lampu meja biliar otomatis dan terpusat dapat diimplementasikan dengan efisien.

4. KESIMPULAN

Prototipe sistem manajemen *billing* dan lampu biliar otomatis berbasis IoT dengan ESP32 dan MQTT telah menunjukkan potensi yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional tempat persewaan biliar. Sistem ini menjawab tantangan yang dihadapi oleh banyak tempat persewaan biliar, seperti pemborosan energi akibat penggunaan lampu yang tidak terkontrol, inefisiensi dalam pencatatan waktu bermain dan biaya sewa, serta kesulitan dalam menghasilkan laporan keuangan yang akurat. Pemanfaatan teknologi IoT, khususnya mikrokontroler ESP32 dengan kemampuan Wi-Fi dan protokol MQTT yang ringan, memungkinkan otomatisasi dan kontrol lampu biliar secara *real-time* dan terpusat. Integrasi dengan sistem *billing* berbasis cloud melalui *broker* MQTT seperti shiftr.io semakin meningkatkan efisiensi operasional dan fleksibilitas sistem.

Sistem ini tidak hanya memberikan manfaat bagi pemilik usaha dalam hal penghematan energi dan peningkatan efisiensi, tetapi juga meningkatkan pengalaman bermain bagi pelanggan. Dengan kontrol lampu yang optimal, pelanggan dapat menikmati permainan biliar dengan kenyamanan yang lebih baik. Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan untuk menyempurnakan sistem ini, seperti menambahkan fitur-fitur canggih seperti pengaturan intensitas cahaya otomatis berdasarkan kondisi lingkungan, prediksi penggunaan lampu

berbasis machine learning, dan integrasi dengan sistem pembayaran digital. Secara keseluruhan, prototipe sistem manajemen *billing* dan lampu biliar otomatis berbasis IoT ini merupakan solusi inovatif yang dapat diimplementasikan untuk memodernisasi tempat persewaan biliar dan meningkatkan daya saing di era digital.

REFERENCES

- Ilmawan, L. B., & Hasanuddin, T. (2017). MODEL HIBRID UNTUK PENGONTROLAN LAMPU GEDUNG MENGGUNAKAN RASPBERRY Pi. *JTRISTE*, 4(2), 1–6.
- Indah Purnama, S., & Sonatha, Y. (2021). Fitting (Tempat Lampu) Berbasis *Internet of things* (IoT) Menggunakan Arduino. *JITSI: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 2(1), 27–31. <https://doi.org/10.62527/jitsi>
- Kurnianto, A., Dedy Irawan, J., & Ariwibisono, F. X. (2022). PENERAPAN IOT (INTERNET OF THINGS) UNTUK CONTROLLING LAMPU MENGGUNAKAN PROTOKOL MQTT BERBASIS WEB. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 6, Issue 2).
- Muhammad Fathor Azhar, & Lela Nurpulaela. (2024). IMPLEMENTASI PENGGUNAAN ESP32 SEBAGAI IOT PADA PROJECT SMART CHARGER DI PT. PASIFIK SATELIT NUSANTARA BEKASI. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(4), 7248–7253.
- Muliadi, Imran, A., & Rasul, M. (2020). PENGEMBANGAN TEMPAT SAMPAH PINTAR MENGGUNAKAN ESP32. *Jurnal MEDIA ELEKTRIK*, 17(2), 73–79.
- Nizam, M., Yuana, H., & Wulansari, Z. (2022). MIKROKONTROLER ESP 32 SEBAGAI ALAT MONITORING PINTU BERBASIS WEB. In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 6, Issue 2).
- Prafanto, A., Budiman, E., Widagdo, P. P., Mahendra Putra, G., Wardhana, R., & Mulawarman, U. (2021). PENDETEKSI KEHADIRAN MENGGUNAKAN ESP32 UNTUK SISTEM PENGUNCI PINTU OTOMATIS. *Jurnal Teknologi Terapan* |, 7(1).
- Raden Mumtaz Rafly Akbar, Teuku Yuliar Arif, & Muhammad Irhamsyah. (2023). Analisis Performansi Protokol MQTT Pada Sistem Pemantauan Kualitas Udara Ruang Berbasis IoT. *KITEKTRO: Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro*, 8(3), 2023.
- Rahmawati, A. O., Nurjanah, U., Sabilla, C. M., & Komputer, F. I. (2024). Perancangan Sistem Kendali Otomatis Lampu Menggunakan Sensor Suara Berbasis Arduino. *LOGIC: Jurnal Ilmu Komputer Dan Pendidikan*, 2(3), 573–577. <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic>
- Setyawan, B. E., Indrastanti,), & Wideasari, R. (2023). IOT UNTUK PENGENDALI LAMPU MENGGUNAKAN ARDUINO. In *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi (JUKANTI)* (Issue 6).
- Suangga, M. O., Suppa, R., & Mukramin, M. (2025). SISTEM PEMUTUS ALIRAN LISTRIK MENGGUNAKAN *INTERNET OF THINGS* PADA LABORATORIUM SOFTWARE. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i1.5984>
- Suhardi, Hidayati, R., & Nirmala, I. (2022). Smart Lamp: Kendali dan Monitor Lampu Berbasis *Internet of things* (IoT). *JUPITER: Jurnal Penelitian Ilmu Dan Teknologi Komputer*, 14(2), 507–515. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/jupiter/article/view/5591>
- Susanto, B. M., Setyawan, E., Atmadji, J., Brenkman, W. L., Studi, P., Komputer, T., Informasi, J. T., & Jember, P. N. (2018). *IMPLEMENTASI MQTT PROTOCOL PADA SMART HOME SECURITY BERBASIS WEB* (Vol. 4).
- Wagyana, A., Teknik Elektro, J., Negeri Jakarta, P., Siwabessy, J. G., & Depok, K. U. (2019). Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi *Internet of things* (IoT). *Jurnal Ilmiah Setrum Article In Press*, 8(2), 238–247.
- Yudha Saputra, G., Denhas Afrizal, A., Khusnu Reza Mahfud, F., Angga Pribadi, F., & Jati Pamungkas, F. (2017). PENERAPAN PROTOKOL MQTT PADA TEKNOLOGI WAN (STUDI KASUS SISTEM PARKIR UNIVERISTAS BRAWIJAYA). In *Jurnal Informatika Mulawarman* (Vol. 12, Issue 2).