



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 4 Tahun 2025 Page 10672-10687

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Rancang Bangun Purwarupa Wi-Fi Koin dengan Suplai Daya dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Off-Grid*

I Made Padma Widiyatmika^{1✉}, I Gd. Bayu Ananta Aradea², Kadek Arie Anggara Putra³, I Gusti
Agung Komang Diafari Djuni Hartawan⁴, Dewa Ayu Sri Santiari⁵, Nyoman Pramaita⁶

Universitas Udayana

Email: made.padma093@student.unud.ac.id[✉]

Abstrak

Desa Songan menghadapi kesulitan akses internet akibat kondisi geografis berbukit yang menghambat sinyal telekomunikasi. Untuk mengatasi hal tersebut sekaligus mendukung bauran energi terbarukan sesuai PP No. 79 Tahun 2014, dirancanglah purwarupa Wi-Fi Koin dengan suplai daya dari PLTS off-grid sebagai solusi internet murah dan ramah lingkungan. Sistem ini mencakup pengelolaan bandwidth berbasis MikroTik dan Raspberry Pi, catu daya dari panel surya dan baterai LiFePO4. Berdasarkan hasil observasi dan pengujian, sistem mampu beroperasi 12 jam per hari dengan tegangan stabil, sinyal kuat hingga 20 meter, dan performa koneksi tetap baik meski digunakan banyak pengguna, menjadikannya solusi potensial untuk daerah terpencil.

Kata Kunci: *Wi-Fi Koin, Bandwidth, Energi Terbarukan, Internet, PLTS Off-grid, Raspberry Pi*

Abstract

Songan Village faces challenges in accessing affordable and stable internet due to its hilly terrain, which hinders telecommunication signals. To address this issue while supporting the renewable energy mix target in accordance with Government Regulation No. 79 of 2014, a prototype of Coin Wi-Fi powered by an off-grid Solar Power Plant (PLTS) was developed as a solution for low-cost and eco-friendly internet access. The system includes bandwidth and usage time management using MikroTik and Raspberry Pi, an off-grid power supply from solar panels and LiFePO4 batteries. Based on observations and testing, the system can operate for 12 hours per day with stable voltage, strong signal up to 20 meters, and consistent internet performance even with multiple users, making it a promising solution for internet access in remote areas.

Keywords: *Wi-Fi Coins, Bandwidth, Renewable Energy, Internet, Off-grid Solar Power Plant (PLTS), Raspberry Pi*

PENDAHULUAN

Internet mulai dikenal di Indonesia pada 1990-an dan sejak itu menjadi kebutuhan primer dalam berbagai aspek kehidupan. Pengguna internet di Indonesia mencapai 221.563.479 jiwa atau 79,9% dari total populasi, didominasi oleh generasi muda seperti Gen Z (34,40%) dan milenial (30,62%) [1]. Data ini menunjukkan bahwa teknologi digital sangat lekat dengan kelompok usia produktif, yang mendorong tingginya permintaan terhadap akses internet yang stabil dan terjangkau.

Namun, kesenjangan akses teknologi masih menjadi tantangan, terutama di wilayah pedesaan dan terpencil. Kesenjangan ini dapat menghambat pembangunan di sektor ekonomi, pendidikan, dan komunikasi [2]. Di Provinsi Bali, akses internet belum merata karena kondisi geografis yang kompleks, seperti perbukitan dan pegunungan, yang menyulitkan pembangunan infrastruktur jaringan. Contohnya, Desa Mangge di NTB mengalami blank spot akibat medan sulit [3], kondisi serupa juga terjadi pada beberapa desa di Bali.

Sebagai solusi, Pemerintah Provinsi Bali meluncurkan Program Inovasi Bali Smart Island pada 2018, yang menyediakan Wi-Fi gratis di 2307 titik, termasuk 218 titik di Kabupaten Bangli [4]. Titik-titik ini ditempatkan di lokasi strategis seperti wantilan desa adat, puskesmas, dan sekolah. Namun, wilayah seperti Desa Songan di Kecamatan Kintamani masih belum terjangkau, meskipun memiliki fasilitas seperti balai pertemuan yang berpotensi dimanfaatkan secara maksimal jika tersedia akses internet. Topografi yang menantang dan keterbatasan jaringan listrik membuat PLTS menjadi solusi alternatif yang menjanjikan.

Untuk mengatasi masalah tersebut sekaligus mendukung kebijakan bauran energi sesuai PP No. 79 Tahun 2014, dikembangkan alat Wi-Fi Koin berbasis PLTS. Alat ini dilengkapi sistem manajemen waktu dan *bandwidth* serta dirancang untuk memberikan akses internet terjangkau di area *blank spot*. Wi-Fi Koin menggunakan Mikrotik sebagai *access point* untuk mengatur *bandwidth* dan Raspberry Pi sebagai pengendali durasi akses berdasarkan jumlah koin yang dimasukkan. Raspberry Pi dipilih karena hemat daya, ringkas, dan kompatibel dengan berbagai sistem operasi [5].

Pengguna mendapatkan *bandwidth* 2 Mbps untuk *download* dan 1 Mbps untuk *upload* selama 30 menit per koin, sehingga akses tetap stabil dan adil untuk semua pengguna. Sistem ini juga dilengkapi web monitoring yang menampilkan jumlah pengguna, data penggunaan, serta informasi koin dan waktu akses yang tersedia. Dengan desain ini, Wi-Fi Koin berbasis PLTS dapat menjadi solusi efisien dan berkelanjutan untuk menghadirkan internet murah dan stabil di daerah terpencil seperti Desa Songan.

Wi-Fi (Wireless Fidelity) merupakan standar jaringan lokal nirkabel (WLAN) berbasis IEEE 802.11 yang memungkinkan perangkat saling terhubung tanpa kabel melalui gelombang radio. Awalnya digunakan untuk LAN, kini Wi-Fi lebih umum dimanfaatkan untuk akses internet di berbagai hotspot publik, karena menawarkan kecepatan tinggi dan fleksibilitas [6]. Parameter utama Wi-Fi mencakup frekuensi, *bandwidth*, dan jangkauan transmisi.

Perhitungan link budget penting dalam sistem komunikasi nirkabel untuk memastikan daya sinyal yang diterima mencukupi. Ini mempertimbangkan semua elemen gain dan loss dari antena pemancar (Tx) ke penerima (Rx) [7]. Salah satu aspek penting adalah *Rx Signal Level*, yaitu kekuatan sinyal yang diterima dalam satuan -dBm. Semakin besar nilainya, kualitas sinyal makin baik. Berdasarkan klasifikasinya, sinyal antara -75 hingga 0 dBm tergolong sangat bagus, sementara di bawah -105 dBm dikategorikan sangat buruk [8].

Untuk menilai kualitas jaringan, digunakan *Quality of Service (QoS)*, yaitu metode evaluasi berdasarkan parameter kinerja, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. QoS berfungsi mengelola prioritas lalu lintas data agar layanan tertentu mendapat kualitas optimal, dan mengacu pada standar seperti TIPHON TR.101329.V2.1.1.1999-06 dari ETSI [9]. QoS dikategorikan berdasarkan indeks dan persentase nilai, misalnya indeks 3,8–4 setara dengan kualitas sangat bagus.

Pada sisi suplai daya, sistem ini menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-Grid, yaitu sistem mandiri yang tidak terhubung ke jaringan PLN dan memanfaatkan panel surya untuk menghasilkan listrik melalui efek photovoltaic [10]. PLTS Off-Grid ideal

untuk daerah terpencil [11]. Perencanaan sistem ini mencakup berbagai perhitungan seperti total beban harian dengan rumus $Wh = \sum (P \times t)$ (1), rugi-rugi sistem dengan $L = E(Wh) \times RL = E(Wh) \times R$ (2), jam matahari ekuivalen melalui $PSH = GHI C_s \times 365$ (3), jumlah panel surya $N = \frac{E_t}{P_p \times H \times \eta}$ (4), dan kapasitas baterai $C = \frac{E_d}{V_s \times DOD}$ (5) [12][13].

Untuk distribusi koneksi, digunakan Mikrotik, produk jaringan asal Latvia yang dikenal stabil, fleksibel, dan unggul dalam manajemen bandwidth, firewall, hotspot, VPN, dan fungsi lainnya [14]. Mikrotik RouterBoard merupakan perangkat mandiri berisi prosesor, RAM, ROM, dan OS RouterOS, yang mendukung DHCP, DNS, proxy, dan Wi-Fi Access Point [15]. Konfigurasinya dipermudah dengan Winbox, sebuah aplikasi GUI yang memungkinkan pengaturan router secara jarak jauh dan user-friendly [16].

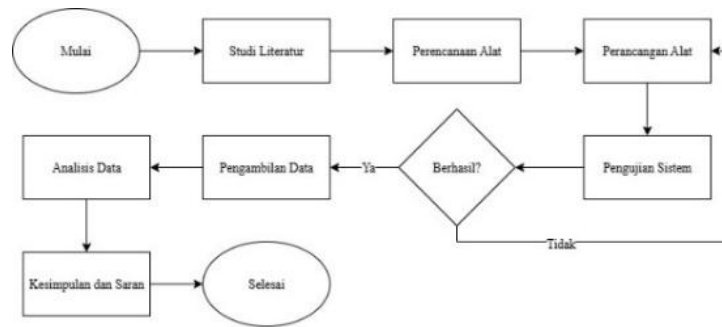
Sebagai pusat kendali sistem, Raspberry Pi 3 Model B digunakan karena kemampuannya sebagai komputer mini dengan prosesor Quad-Core, RAM 1 GB, serta konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth. Raspberry Pi mampu menjalankan sistem otomatisasi, termasuk mengatur bandwidth dan durasi internet dengan bantuan Python dan modul seperti coin acceptor dan relay [17].

Komponen penting lain adalah *coin acceptor*, alat yang mendeteksi dan memvalidasi koin. Dalam penelitian ini digunakan coin acceptor tunggal yang mengenali satu jenis koin. Koin dimasukkan melalui *coin introduction chute*, melewati sensor, lalu diverifikasi oleh mikrokontroler. Jika valid, koin diterima; jika tidak, ditolak [18].

Untuk menguji performa koneksi internet, digunakan *Speedtest.net*, sebuah tool yang menampilkan kecepatan koneksi hanya dalam waktu kurang dari 30 detik [19]. Selain itu, untuk memantau kualitas sinyal RF, digunakan aplikasi *RF Signal Detector & Tracker*, yang dapat merekam data RSSI, teknologi jaringan, dan Cell ID di lokasi tertentu menggunakan perangkat Android [20].

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ini meliputi identifikasi masalah, perencanaan, perancangan, serta pengujian sistem, yang akan dilakukan di salah satu lahan perkebunan di Desa Songan, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli, Provinsi Bali. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan mulai bulan September tahun 2024 dan berakhir di bulan April tahun 2025. Diagram penelitian dapat dilihat pada gambar 4.

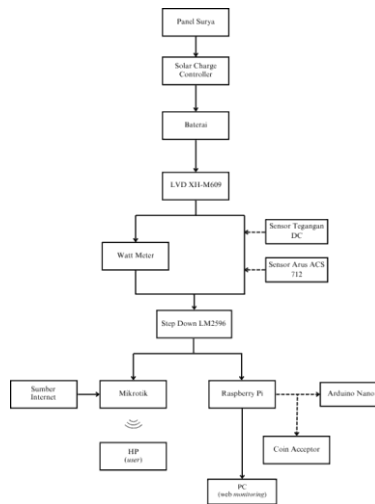


Gambar 1. Tahapan penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi literatur yang mendalam terhadap berbagai penelitian sebelumnya, yang kemudian dirangkum untuk merancang perencanaan penelitian yang lebih relevan dan inovatif. Selanjutnya dilakukan perencanaan alat, di mana desain dan pembuatan purwarupa Wi-Fi Koin dirancang dengan memperhitungkan integrasi komponen seperti sensor koin, mikrokontroler, sistem pengatur bandwidth, serta sumber daya dari panel surya. Setelah tahap perencanaan, alat mulai dirancang dan dirakit secara fisik dengan memperhatikan pemilihan material serta integrasi sistem monitoring melalui website. Setelah alat selesai, dilakukan pengujian sistem kerja untuk memastikan tiap komponen, terutama sensor koin dan pengatur Wi-Fi, berfungsi sesuai yang dirancang. Hasil dari pengujian tersebut dikumpulkan secara rinci, mencakup akurasi pendeteksian koin, kestabilan koneksi, efisiensi daya, dan durasi operasional. Data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja alat serta mengidentifikasi kekurangan sistem. Berdasarkan hasil analisis tersebut, disusun kesimpulan mengenai keberhasilan alat dalam memenuhi tujuan penelitian, disertai saran untuk pengembangan dan penyempurnaan di masa mendatang.

Gambaran Umum Sistem Wi-Fi Koin dengan Suplai Daya dari PLTS

Gambaran umum sistem Wi-Fi koin dengan suplai daya dari PLTS pada Gambar 5 terdiri dari beberapa komponen seperti: Panel Surya, SCC, Baterai, LVD, Watt Meter, Sensor Tegangan DC, Sesor Arus ACS 712, LM2596, Mikrotik RB941-2nD-TC, Raspberry Pi 3, Arduino Nano, *Coin Acceptor*.



Gambar 2. Gambaran Umum Sistem Wi-Fi Koin dengan Suplai Daya dari PLTS

Sistem ini bekerja dengan mengandalkan panel surya sebagai sumber utama daya, yang mengubah energi matahari menjadi listrik arus searah (DC). Listrik tersebut dialirkan ke Solar Charge Controller (SCC) untuk mengatur arus dan tegangan agar pengisian baterai tetap aman. Energi yang sudah diatur kemudian disimpan di baterai sebagai cadangan ketika panel surya tidak menghasilkan daya. Baterai ini menyuplai listrik ke Mikrotik dan Raspberry Pi. Untuk memantau konsumsi daya dari panel surya, digunakan sensor arus ACS712 dan sensor tegangan DC. Raspberry Pi berperan sebagai pengendali utama yang menerima daya dari baterai dan terhubung dengan Arduino Nano serta coin acceptor. Ketika koin dimasukkan, coin acceptor mendeteksi dan memvalidasi koin, lalu Raspberry Pi mengirim sinyal ke Mikrotik untuk mengaktifkan koneksi internet sesuai durasi yang ditentukan. Mikrotik, sebagai access point, mendistribusikan Wi-Fi ke pengguna dengan pengaturan bandwidth melalui fitur IP Hotspot.

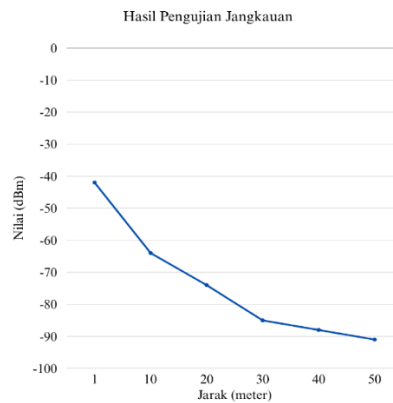
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Pengujian Jangkauan

Pada pengujian jangkauan sinyal dilakukan melalui uji coba lapangan dengan aplikasi *RF Signal Detector & Tracker* pada jarak 1 m, 10 m, 20 m, 30 m, 40 m, 50 m. Berikut merupakan hasil pengujian jangkauan sinyal menggunakan aplikasi *RF Signal Detector & Tracker*. Hasil pengujian jangkauan sinyal menggunakan aplikasi *RF Signal Detector & Tracker* menunjukkan bahwa kualitas sinyal pada jarak 1 meter, 10 meter, dan 20 meter tergolong "sangat bagus". Pada jarak 30 meter, kualitas sinyal menurun menjadi "bagus", sedangkan pada jarak 40 meter dan 50 meter, kualitas sinyal tergolong dalam kategori "sedang". Hasil Pengujian jangkauan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 6.

Tabel 1. Hasil Pengujian Jangkauan

Jarak (m)	Nilai (dBm)	Golongan
1 m	-42	Sangat Bagus
10 m	-64	Sangat Bagus
20 m	-74	Sangat Bagus
30 m	-85	Bagus
40 m	-88	Sedang
50 m	-91	Sedang



Gambar 3. Hasil Pengujian Jangkauan

Analisis Pengujian Kestabilan Bandwidth

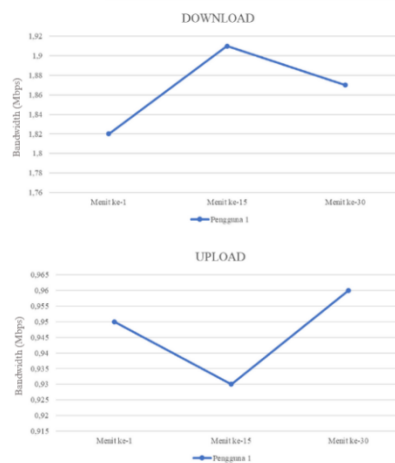
Pengujian kestabilan *bandwidth* yang dilakukan menggunakan [Speedtest.net](https://www.speedtest.net) dengan sejumlah pengguna, beberapa rentang waktu serta jumlah koin yang ditentukan. Pengujian ini dilakukan untuk menguji tingkat kestabilan *bandwidth* dari purwarupa Wi-Fi koin. Berikut merupakan hasil pengujian kestabilan *bandwidth*.

(a) Pengujian menggunakan 1 koin

Pada pengujian kestabilan *bandwidth* menggunakan 1 koin, dilakukan beberapa variasi skenario. Mulai dengan 1 pengguna hingga 5 pengguna secara bertahap. Pengujian ini dilakukan dengan setiap pengguna melakukan *streaming* youtube dengan kualitas 720p. Tabel dan grafik hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 7.

Tabel 2. Pengujian Menggunakan 1 Koin Dengan 1 Pengguna

Waktu	Download	Upload
Menit ke-1	1,82 Mbps	0,95 Mbps
Menit ke-15	1,91 Mbps	0,93 Mbps
Menit ke-30	1,87 Mbps	0,96 Mbps



Gambar 4. Grafik Pengujian Menggunakan 1 Koin dengan 1 Pengguna

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan 1 koin dengan 1 pengguna, jika dibandingkan dengan batas kecepatan maksimal yaitu 2 Mbps untuk *download* dan 1 Mbps untuk *upload*, maka diperoleh persentase sebagai berikut:

Download:

- Menit ke-1:

$$\frac{1,82}{2} \times 100\% = 91\% \text{ (Bagus)}$$
- Menit ke-15:

$$\frac{1,91}{2} \times 100\% = 95,5\% \text{ (Sangat Bagus)}$$
- Menit ke-30:

$$\frac{1,87}{2} \times 100\% = 93,5\% \text{ (Bagus)}$$

Rata-rata *download:*

$$91\% + 95\% + 93,5\% \div 3 = 93,33\% \text{ (Bagus)}$$

Upload:

- Menit ke-1:

$$\frac{0,95}{1} \times 100\% = 95\% \text{ (Sangat Bagus)}$$
- Menit ke-15:

$$\frac{0,93}{1} \times 100\% = 93\% \text{ (Bagus)}$$
- Menit ke-30:

$$\frac{0,96}{1} \times 100\% = 96\% \text{ (Sangat Bagus)}$$

Rata-rata *upload:*

$$95\% + 93\% + 96\% \div 3 = 94,67\% \text{ (Bagus)}$$

Berdasarkan hasil analisis, pengujian kecepatan internet untuk satu pengguna menunjukkan bahwa kecepatan unduh (*download*) dan unggah (*upload*) secara

keseluruhan termasuk dalam kategori "Bagus", karena mendekati batas maksimal yaitu 2 Mbps untuk download dan 1 Mbps untuk upload.

Saat pengujian dilanjutkan menggunakan 1 koin dengan 2 pengguna, hasil kecepatan pada menit ke-1 menunjukkan download sekitar 1,79 hingga 1,91 Mbps dan upload berkisar antara 0,86 hingga 0,88 Mbps. Pada menit ke-15, kecepatan download sedikit meningkat ke kisaran 1,85 hingga 1,96 Mbps, dan upload stabil antara 0,89 hingga 0,91 Mbps. Di menit ke-30, kecepatan download berada pada kisaran 1,83 hingga 1,97 Mbps dengan upload antara 0,90 hingga 0,93 Mbps. Hasil ini menunjukkan performa jaringan tetap stabil meskipun digunakan oleh dua perangkat, dengan kualitas kecepatan yang tetap dikategorikan "Bagus".

Pengujian dengan 3 pengguna menunjukkan hasil serupa. Pada menit ke-1, kecepatan download bervariasi antara 1,86 hingga 1,92 Mbps dan upload antara 0,88 hingga 0,92 Mbps. Di menit ke-15, kecepatan download turun sedikit ke kisaran 1,79 hingga 1,91 Mbps dengan upload antara 0,80 hingga 0,92 Mbps. Pada menit ke-30, kecepatan download tetap stabil di kisaran 1,76 hingga 1,93 Mbps, sedangkan upload berada pada 0,91 hingga 0,96 Mbps. Dengan tiga pengguna aktif, jaringan masih mampu mempertahankan performa yang baik dan kecepatan tetap dalam kategori "Bagus".

Saat diuji dengan 4 pengguna, kecepatan pada menit ke-1 menunjukkan download antara 1,70 hingga 1,91 Mbps dan upload berkisar 0,79 hingga 0,97 Mbps. Di menit ke-15, download tetap stabil pada kisaran 1,89 hingga 1,93 Mbps dan upload antara 0,82 hingga 0,94 Mbps. Pada menit ke-30, kecepatan download berada di kisaran 1,81 hingga 1,94 Mbps dengan upload antara 0,84 hingga 0,93 Mbps. Meski beban pengguna bertambah, kinerja jaringan tetap konsisten dan masuk dalam kategori "Bagus".

Terakhir, pengujian dengan 5 pengguna menunjukkan bahwa kecepatan download pada menit ke-1 berada antara 1,72 hingga 1,91 Mbps dan upload antara 0,78 hingga 0,95 Mbps. Di menit ke-15, kecepatan download berada di kisaran 1,81 hingga 1,92 Mbps, dan upload antara 0,83 hingga 0,96 Mbps. Pada menit ke-30, kecepatan download tetap stabil pada kisaran 1,74 hingga 1,83 Mbps, sedangkan upload antara 0,90 hingga 0,94 Mbps. Dengan lima pengguna, jaringan masih mampu memberikan kecepatan mendekati batas maksimal dan tetap berada dalam kategori "Bagus".

Secara keseluruhan, dari pengujian mulai dari satu hingga lima pengguna dengan satu koin, kinerja jaringan Wi-Fi tetap stabil dan mampu mempertahankan kecepatan tinggi untuk download dan upload, yang menunjukkan bahwa sistem ini cukup andal untuk digunakan secara bersama-sama dengan performa yang tetap baik.

b) Pengujian dengan 2 koin

Pengujian kestabilan bandwidth menggunakan 2 koin dilakukan dengan lima skenario berbeda, yaitu mulai dari satu hingga lima pengguna yang secara bersamaan melakukan streaming video YouTube pada kualitas 720p. Setiap pengujian berlangsung selama 60 menit, dengan pengambilan data pada interval 15 menit sekali.

Pada skenario pertama dengan satu pengguna, hasil menunjukkan bahwa kecepatan download berada di kisaran 1,85 hingga 1,95 Mbps, sementara kecepatan upload berkisar antara 0,91 hingga 0,94 Mbps. Hasil ini menunjukkan bahwa koneksi berada dalam kategori "Bagus", karena mendekati batas maksimum rancangan, yaitu 2 Mbps untuk download dan 1 Mbps untuk upload.

Saat jumlah pengguna ditambah menjadi dua, kecepatan download tetap stabil di kisaran 1,80 hingga 1,92 Mbps, dan upload antara 0,76 hingga 0,94 Mbps. Selama 60 menit pengujian, masing-masing pengguna tetap mendapatkan kecepatan yang proporsional, sehingga pengalaman streaming berjalan lancar tanpa gangguan yang berarti.

Pengujian berlanjut dengan tiga pengguna, di mana kecepatan download berada dalam rentang 1,66 hingga 1,92 Mbps, sementara kecepatan upload bervariasi antara 0,76 hingga 0,96 Mbps. Meskipun terjadi fluktuasi kecil di beberapa titik waktu, terutama pada upload, keseluruhan performa jaringan tetap berada dalam kategori "Bagus". Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu membagi bandwidth secara efisien meski jumlah pengguna bertambah.

Pada pengujian dengan empat pengguna, hasil menunjukkan kecepatan download berkisar antara 1,67 hingga 1,95 Mbps dan upload antara 0,76 hingga 0,95 Mbps. Sekali lagi, meskipun ada penurunan sesekali, jaringan tetap stabil. Bahkan saat mencapai menit ke-60, tidak terlihat degradasi performa yang signifikan, membuktikan ketahanan sistem dalam mempertahankan koneksi.

Pengujian terakhir dengan lima pengguna menunjukkan hasil kecepatan download yang masih kompetitif, berkisar antara 1,61 hingga 1,92 Mbps, dan upload antara 0,83 hingga 0,95 Mbps. Meskipun jumlah pengguna lebih banyak, kecepatan tetap dalam batas "Bagus", dan semua pengguna tetap bisa menikmati koneksi yang lancar untuk streaming.

Secara umum, pengujian kestabilan bandwidth dengan 2 koin memperlihatkan bahwa meskipun terdapat sedikit penurunan kecepatan pada beberapa waktu, semuanya masih berada dalam batas toleransi sebesar 25% dari kecepatan rancangan. Penurunan ini tidak berdampak signifikan terhadap pengalaman pengguna. Perbedaan nilai aktual dengan nilai rancangan terutama disebabkan oleh overhead protokol jaringan yang menggunakan

sebagian bandwidth untuk proses manajemen. Selain itu, hasil juga menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan kecepatan yang signifikan antara penggunaan 1 koin dan 2 koin, namun 2 koin terbukti memberikan durasi akses dua kali lebih lama, yaitu 60 menit, sesuai dengan desain sistem.

Analisis Pengujian Panel Surya

Hasil pengujian menunjukkan, panel surya 50 WP dapat mengisi baterai LiFePO₄ 12V dari tegangan awal 11,5V hingga mencapai 13,6V dalam waktu sekitar 7 jam hingga 7 jam 30 menit. Pengujian dilakukan pada pukul 8 pagi sesuai dengan waktu operasional sistem, Pengujian ini dipengaruhi oleh kondisi cuaca seperti saat kondisi cerah ataupun berawan, kondisi cuaca mempengaruhi intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel surya selama proses pengisian. Perbedaan waktu pengisian 30 menit menunjukkan bahwa performa panel surya cukup konsisten dalam mengisi daya baterai bersamaan dengan sistem yang bekerja. Hal ini juga menunjukkan bahwa sistem pengisian yang menggunakan Solar Charge Controller berjalan dengan baik. Secara keseluruhan, pengujian ini membuktikan bahwa panel surya 50 WP dapat diandalkan untuk mengisi baterai, dan cocok digunakan untuk mendukung sistem Wi-Fi Koin. Hasil pengujian panel surya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Panel Surya

Waktu Mulai Pengujian	Tegangan Awal Baterai	Tegangan Akhir Baterai	Durasu Pengisian	Kondisi Cuaca
08.00	11.5 V	13.6 V	7 Jam	Cerah
08.00	11.5 V	13.6 V	7 Jam 30 Menit	Mendung

Analisis Pengujian Tegangan Baterai

Pengujian dilakukan dengan membiarkan sistem menyala sepenuhnya menggunakan daya dari baterai LiFePO₄ 12V 22Ah, tanpa adanya suplai daya dari panel surya. Baterai LiFePO₄ dibiarkan bekerja selama 12 jam mengikuti waktu operasional sistem. Parameter yang diamati adalah apakah baterai LiFePO₄ mampu menghidupkan sistem secara mandiri tanpa bantuan suplai dari PLTS selama 12 jam sesuai waktu operasional dari sistem tersebut dan juga penurunan tegangan baterai tiap jamnya. Tabel 4 merupakan hasil pengujian baterai LiFePO₄. Hasil pengujian tegangan baterai dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Tegangan Baterai

	Jam	Volt
Hari ke-1	08:00	13.6
	09:00	13.11
	10:00	12.97
	11:00	12.96
	12:00	12.88
	13:00	12.86
	14:00	12.84
	15:00	12.81
	16:00	12.78
	17:00	12.76
	18:00	12.72
	19:00	12.69
	20:00	12.65
Hari ke-2	08:00	12.65
	09:00	12.64
	10:00	12.63
	11:00	12.61
	12:00	12.60
	13:00	12.58
	14:00	12.56
	15:00	12.53
	16:00	12.49
	17:00	12.45
	18:00	12.42
	19:00	12.39
	20:00	12.36
Hari ke-3	08:00	12.36
	09:00	12.35
	10:00	12.33
	11:00	12.32
	12:00	12.30
	13:00	12.27
	14:00	12.25
	15:00	12.22

	16:00	12.18
	17:00	12.15
	18:00	12.11
	19:00	12.07
	20:00	12.04
	08:00	12.04
	09:00	12.03
	10:00	12.01
	11:00	11.99
	12:00	11.97
	13:00	11.95
Hari ke-4	14:00	11.92
	15:00	11.88
	16:00	11.85
	17:00	11.82
	18:00	11.79
	19:00	11.75
	20:00	11.72
	08.00	11.72
	09:00	11.71
	10:00	11.70
	11:00	11.68
	12:00	11.67
Hari ke-5	13:00	11.65
	14:00	11.63
	15:00	11.60
	16:00	11.56
	17:00	11.53
	18:00	11.5

Baterai yang telah terisi penuh dapat mempertahankan sistem tetap menyala tanpa bantuan panel surya sesuai waktu operasional sistem dengan durasi 12 jam sampai hari ke-5, dari tegangan awal 13,6 V hingga tegangan terakhir tercatat sebesar 11.5 V. Penurunan tegangan baterai disebabkan oleh konsumsi beban dari masing-masing komponen yang digunakan pada sistem Wi-Fi koin. Jumlah pengguna (user) secara tidak langsung juga dapat mempengaruhi penurunan tegangan pada baterai karena semakin meningkatnya

jumlah pengguna (user) konsumsi arus (beban) pada komponen juga ikut meningkat. Namun, baterai LiFePO₄ 12V 22Ah yang digunakan disini mampu menangani beban dari komponen, bahkan dengan banyak user sekalipun. Penurunan tegangan baterai tiap jam tidak menunjukkan penurunan yang drastis dan cenderung stabil. Hasil ini menunjukkan bahwa baterai mampu menyuplai daya secara mandiri sesuai waktu operasional untuk mendukung sistem ketika tidak ada sinar matahari, seperti saat malam hari atau cuaca mendung. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini membuktikan bahwa kombinasi panel surya dan baterai dalam sistem ini sudah layak dan andal untuk digunakan sebagai sumber daya utama pada sistem ini

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem Wi-Fi Koin berhasil dirancang dengan pengelolaan waktu dan bandwidth menggunakan kombinasi Mikrotik, Raspberry Pi, Arduino, dan koin akseptor. Setiap koin memberikan akses internet selama 30 menit dengan kecepatan 2 Mbps untuk *download* dan 1 Mbps untuk *upload*.
2. Kestabilan sinyal dan kualitas bandwidth sangat optimal pada jarak 20 hingga 30 meter
3. Sistem PLTS off-grid menggunakan panel surya 50 Wp dan baterai LiFePO₄ 12V 22Ah mampu memenuhi kebutuhan daya alat selama 12 jam operasional per hari. Sistem berjalan stabil, termasuk saat kondisi cuaca mendung.

DAFTAR PUSTAKA

- Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia, A. (2024). *APJII: Jumlah Pengguna Internet Indonesia Tembus 221 Juta Orang*.
- Tuhana, A. S. M., Daerobi, A., & Mulyanto. (2022). Evaluasi Pengelolaan Alokasi Dana Desa dalam Upaya Meningkatkan Pembangunan dan Pemberdayaan Masyarakat. *Studi Ekonomi Dan Kebijakan Publik*, 1(1), 25–43.
- Mursidan, A., Siregar, M. R., & Taryo, T. (2021). *Humanis2021*. 1(2), 80–90.
- Mercury, M. F. (2019). *218 Titik Ruang Publik di Bangli Akan Dipasangi Wifi Gratis*. Tribun Bali. https://bali.tribunnews.com/2019/01/17/218-titik-ruang-publik-di-bangli-akan-dipasangi-wifi-gratis#google_vignette.
- Ardiansah, I., & Putri, S. H. (2016). Perbandingan Analisis SWOT Antara Platform Arduino UNO dan Raspberry Pi. *Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016*, 27–28.

- Sandi, M. (2013). Lebih Dekat Mengenal Wi-Fi. *Dipetik Februari*.
- Roesdy Saad, Kun Fayakun, H. R. (2011). Perhitungan Link Budget Satelit Telkom-1. *Rekayasa Teknologi*, 2(2), 20.
- Hidayat, M. R., Fauzian, T. I. M., Alimudin, E., & Yuliana, H. (2022). Analisis Power Link Budget Pada Rancangan Jaringan Wireless Outdoor Menggunakan ISP Design Center Studi Kasus Desa Kutanaegara Garut. *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 10(2), 98–105. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v10i2.7978>.
- Apriyanto, H., Laksono, R. A., & Ramadhani, A. K. (2022). Quality Of Service (QoS) Analysis on The Internet Network (Case Study: Purwodadi Botanical Garden – BRIN). *SMARTICS Journal*, 8(1), 8–13. <https://doi.org/10.21067/smartics.v8i1.6503>
- Nurjaman, H. B., & Purnama, T. (2022). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga. *Jurnal Edukasi Elektro*, 6(2), 136–142. <https://doi.org/10.21831/jee.v6i2.51617>.
- Hasanah, A. W. (2021). Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid 6,4 KWp Untuk 1 Unit Rumah Tinggal. *Energi & Kelistrikan*, 13(1), 20–25. <https://doi.org/10.33322/energi.v13i1.965>.
- Putra, A. M. N., & Ramadhan, A. (2023). 51 / *Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim*. 9(2), 51–54.
- Devia, R., Nugraha, B., Pranita, S., Raka Agung, I. G., & Setiawan, I. N. (2024). Rancang Bangun Purwarupa Toilet Portable Berdinding Pdlc Dengan Sistem Solar Tracking Berbasis Esp32. *Jurnal SPEKTRUM*, 11(1), 48. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2024.v11.i01.p6>.
- Kuspandi Putra, Y., Sadali, M., & Mahpuz, M. (2020). Penerapan Mikrotik Dalam Mengembangkan Infrastruktur Jaringan Pada Kantor Desa Rumbuk Kecamatan Sakra. *Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 3(2), 182–193. <https://doi.org/10.29408/jit.v3i2.2350>.
- Bahtiar, D., Febrianto, W. J., Maulana, A., Saputra, S., Darmawan, W., Tafonao, R. P., Julianto, R., Zai, R., & Djutalov, R. (2021). Pengenalan Dasar Instalasi Jaringan Komputer Menggunakan Mikrotik. *Kreativitas Mahasiswa Informatika*, 2, 507–518. <https://core.ac.uk/download/pdf/524980292.pdf>.
- Susianto, D. (2016). Implementasi Queue Tree Untuk Manajemen Bandwidth Menggunakan Router Board Mikrotik. *Jurnal Cendikia*, 12(1), 1–7.

- Kalpana, M. B. (2016). Online Monitoring Of Water Quality Using Raspberry Pi3 Model B. *Ijitr) International Journal of Innovative Technology and Research*, 4(6), 4790–4795. <http://www.ijitr.com>
- Chris Ho Chee Leong, R., Zulkipli, M., & Farid Shaari, M. (2021). Design of a Low Cost Coin Acceptor for Vending Machine. *Progress in Engineering Application and Technology*, 2(1), 743–752. <https://doi.org/10.30880/peat.2021.02.01.071>.
- Lukman, L., Saputro, A. M., Wicaksono, A. S., Hartomo, F. H. T., & Jatun, M. N. (2019). Manajemen Bandwidth Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB) di Farid.net. *Creative Information Technology Journal*, 5(3), 209. <https://doi.org/10.24076/citec.2018v5i3.237>
- Gafar, M., & Bahari, A. (2019). Simulasi Dan Analisis Receive Signal Level (RSL) Pada Jaringan Openbts Menggunakan Universal Software Radio Peripheral (USRP). *Incomtech*, 8(1), 23–30.