

# Prototipe Monitoring Daya Listrik dan Pengendalian Perangkat Elektronik Skala Industri Berbasis IoT di CV. Wellracom Nusantara Surabaya

Samsul Huda<sup>1</sup>, Trio Bektii Imansah<sup>2</sup>, Elvianto Dwi Hartono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

<sup>1</sup> samsul@untag-sby.ac.id, <sup>2</sup> elvianto.ev@gmail.com, <sup>3</sup> triobektiimansah@gmail.com

Received : 11-10-2021; Accepted: 23-12-2021; Published: 25-12-2021

**Abstrak**— Biaya pengeluaran listrik menyumbang porsi yang signifikan dari total biaya operasional industri. CV. Wellracom Nusantara mempunyai inventaris berupa alat-alat elektronik dan mesin-mesin industri untuk proses produksi. Sementara ini perusahaan tidak tahu secara spesifik besaran penggunaan listrik pada setiap bulan. Saat informasi tagihan biaya listrik datang, jumlah biaya tagihan pembayaran listrik melonjak naik. Oleh sebab itu, sangat penting bagi perusahaan secara akurat memperkirakan biaya listrik waktu mendatang sebagai strategi untuk menekan biaya yang over budget dan tidak terkontrol. Untuk mengatasi permasalahan di perusahaan Wellracom, kami mengajukan prototipe sistem monitoring untuk mempermudah pemantauan penggunaan daya listrik di perusahaan Wellracom. Hal ini ditujukan agar konsumsi dari setiap perangkat dapat terpantau dan terkontrol. Prototipe sistem melakukan monitoring penggunaan daya listrik dari setiap perangkat dan pengendalian terhadap perangkat elektronik tersebut. Solusi yang diajukan mengadopsi teknologi IoT menggunakan perangkat skala industri. Sistem ini memiliki kemampuan untuk dapat memantau data konsumsi daya listrik dari setiap perangkat secara realtime, riwayat data dalam kurun harian hingga bulanan, mengirimkan pemberitahuan ke pengguna serta mengontrol on/off perangkat elektronik. Melalui eksperimen sederhana menggunakan beban daya listrik berupa 2 buah lampu bohlam serta 2 buah charger laptop selama 24 jam, kami mengkonfirmasi bahwa pembacaan hasil pengukuran dari sistem memiliki keakuratan sebesar 98% dibanding dengan AVometer digital dan fitur-fitur prototipe yang diimplementasikan beroperasi dengan benar.

**Kata kunci**— manajemen penggunaan listrik, tagihan listrik, IIoT, IoT

**Abstract**— The electricity bill accounts for a considerable amount of the full operating costs of industries. CV. Wellracom Nusantara has a lot of electronic equipment and industrial machines for production. Here, the company does not really know the electricity usage each month. They only know the significant amount of bill payments and over-budget when the electricity bill comes. Therefore, it is crucial for companies to accurately estimate future electricity costs as a strategy to reduce over-budget and uncontrolled costs. To overcome the problems, we propose a prototype monitoring system to make it more comfortable to monitor the use of electrical power in the company. This solution allows the electricity consumption from all devices to be monitored and controlled. The prototype monitors the use of electrical energy from each device and

controls the electronic devices. The proposed solution adopts IIoT technology using industrial-scale devices. This can monitor electricity consumption data from each device in real-time, record historical data from daily to monthly, send notifications, and control on/off devices. This prototype has an accuracy of 98% of the reading measurement results compared to the digital AVometer. Through a simple experiment using electric power loads of two light bulbs and two laptop chargers for 24 hours, we confirmed that the implemented prototype runs correctly..

**Keywords**— electricity usage management, electricity bill, IIoT, IoT

## I. PENDAHULUAN

Biaya pengeluaran listrik menyumbang porsi yang signifikan dari total biaya operasional industri. Oleh karenanya, penting bagi perusahaan untuk secara akurat memperkirakan biaya listrik waktu mendatang sebagai strategi untuk menekan biaya yang over budget dan tidak terkontrol.

Perusahaan Wellracom Nusantara adalah perusahaan yang memiliki fokus pekerjaan pada bidang komunikasi, otomasi dan distributor perangkat-perangkat standar industri yang berlokasi di Jl. Bratang Binangun no.85 Surabaya. Wellracom mempunyai banyak alat-alat elektronik perkantoran dan mesin-mesin industri untuk proses produksi. Sementara ini kantor tidak mengetahui secara spesifik besaran penggunaan listrik pada setiap bulan. Saat informasi tagihan biaya listrik datang, jumlah biaya tagihan pembayaran listrik melonjak naik.

Lonjakan biaya listrik yang tidak normal ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor, seperti jumlah staf dan pegawai, jumlah perangkat dengan sumber tenaga listrik dan durasi jam kerja perusahaan. Perusahaan sebagai pelanggan layanan listrik PLN tidak mengetahui jumlah besaran konsumsi listrik pada waktu pagi, siang atau malam hari, atau dari mesin perkakas serta peralatan mana dengan penggunaan tenaga listrik berlebih [1-2].

Ada beberapa pendekatan dan usulan dari peneliti lain untuk mengatasi penggunaan energi listrik yang hemat dan efisien. Omole,dkk. [3] mengusulkan skema pemantauan dan manajemen energi dengan mengadopsi teknologi socket. Usulan solusi ini memberikan informasi kepada

pengguna terhadap besaran jumlah energi yang dipakai setiap periode untuk setiap alat. Karya ini memungkinkan pengguna untuk mengatur batas kapasitas penggunaan daya dengan menyalakan dan mematikan alat dari jarak jauh. Database peralatan rumah tangga didaftarkan untuk mengaktifkan profil energi untuk perangkat dan peralatan yang berbeda. Sistem ini menawarkan alternatif hemat energi untuk perangkat tersebut berdasarkan periode penggunaan dan lokasi.

Dalam penelitian lain, Kalezhi, dkk. [4] mengusulkan sistem manajemen konsumsi listrik berbasis IoT. Sensor, gateway dan power meter menjalankan sebuah algoritma untuk menjadwalkan peralatan listrik di rumah dengan menentukan peralatan mana yang dapat digunakan tergantung pada kehadiran dan preferensi pengguna. Dengan demikian akan dapat membantu pengguna mengatur berapa banyak energi yang dikonsumsi sehingga menghemat biaya.

Dalam penelitian serupa, Shamshiri, dkk. [5] menerapkan Internet of Things (IoT) yang dapat berkomunikasi dengan beberapa alat ukur daya listrik digital yang berbeda, yakni schneider, siemens dan mikro melalui protokol modbus. Prototipe telah berhasil dipasang di tiga lokasi di kampus utama Universiti Teknikal Malaysia Melaka (UTeM). Solusi yang diusulkan dengan mengintegrasikan alat ukur energi listrik yang ada, memungkinkan penggunaan energi di seluruh kampus untuk dipantau dan dilakukan penghematan secara efisien dan ekonomis dibandingkan dengan sistem SCADA yang perlu modal besar.

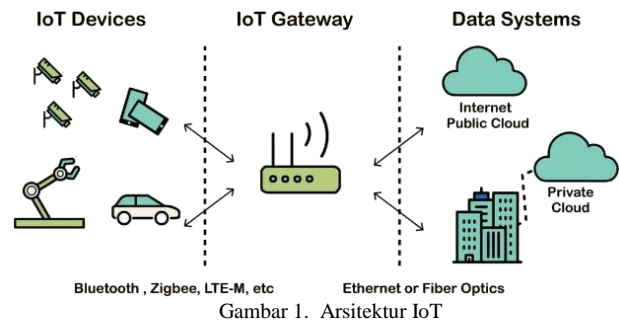
Dalam karya sejenis, Pangestu, dkk. [6] melakukan monitoring listrik pada rumah tangga. Mereka menggunakan arduino NodeMCU ESP8266 untuk dapat melakukan pemantauan secara real-time. Dalam uji coba, mereka menggunakan beban induktif serta beban resistif: 2 buah lampu LED 15 Watt dengan setrika listrik yang diatur pada level panas tertinggi.

Dari literatur-literatur tersebut, dapat disimpulkan dengan jelas bagaimana infrastruktur IoT telah digunakan dalam pemantauan dan pengendalian peralatan listrik skala rumah tangga dan universitas dari jarak jauh. Hal ini ditujukan agar konsumsi dari setiap perangkat dapat terpantau dan terkontrol. Dibandingkan dengan literatur yang telah dibahas, sistem yang diusulkan didesain dengan standar skala industri yang mengadopsi teknologi Industrial Internet of Things (IIoT) dari segi peralatan/perangkat serta protokol untuk memantau dan mengontrol penggunaan daya listrik. Usulan ini memiliki kemampuan untuk dapat memantau data konsumsi daya listrik dari setiap perangkat secara realtime, riwayat data dalam kurun harian hingga bulanan, mengirimkan pemberitahuan ke pengguna serta mengontrol on/off perangkat elektronik.

## II. KAJIAN PUSTAKA

### A. TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IoT) DAN INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS (IIoT)

IoT telah berkembang dan menjadi populer yang menggambarkan fenomena konektivitas antar mesin dan perangkat [7-8]. Sensor-sensor dengan ukuran kecil ditempatkan pada berbagai perangkat atau benda, yang memungkinkan mereka dapat saling berkomunikasi melalui internet atau jaringan lain ke sistem komputer. IoT dapat digunakan untuk aplikasi dalam bidang pertanian, medis serta smart home[7-11].



Gambar 1. Arsitektur IoT

Gambar 1 menggambarkan arsitektur IoT. Sistem IoT yang lengkap mengintegrasikan empat komponen berbeda: sensor/perangkat, konektivitas, pemrosesan data, dan antarmuka pengguna. Berikut penjelasan singkat setiap komponen dan fungsinya.

#### 1) Sensor/Perangkat

Pertama, sensor atau perangkat melakukan sensing serta mengumpulkan data dari lingkungan sekitar. Tabel 1 menunjukkan klasifikasi pengelompokan sensor.

TABEL I. KLASIFIKASI SENSOR

Klasifikasi sensor	
Penyedia data sensor	Bagian bisnis yang men-deploy dan mengelola sensor
Organisasi	Publik atau swasta. Perusahaan publik: Infrastruktur publik, organisasi komersial. Perusahaan swasta: Penyedia teknologi dan layanan.
Pribadi dan rumah tangga	<i>Smart watches, gyroscopes, mobile phones, cameras, laptops, GPS, accelerometers, microphones, food items and household items, such as cameras, televisions, freezers, washing machines, microwave furnaces, smart appliances, dll.</i>

#### 2) Konektivitas

Selanjutnya, data itu dikirim ke cloud. Sensor/perangkat dapat dihubungkan ke cloud melalui berbagai media komunikasi, termasuk: seluler, WiFi, Bluetooth, satelit, low-power wide-area network (LPWAN), atau terhubung langsung ke internet melalui ethernet.

Setiap opsi memiliki tradeoff antara konsumsi daya, jangkauan, dan bandwidth. Pilihan opsi konektivitas mana yang terbaik menyesuaikan pada lingkungan aplikasi IoT

Untuk mendapatkan data dari objek IoT ke cloud atau server perantara, perlu ada cara untuk berkomunikasi. Biasanya, objek IoT menggunakan protokol internet untuk terhubung ke internet. Dengan menggunakan protokol internet, objek IoT perlu menyisihkan banyak daya dan memori. Karena banyak objek IoT tidak terhubung melalui

kabel ethernet, komunikasi nirkabel dilakukan dan itu membutuhkan lebih banyak energi dari objek IoT [8].

Tetapi objek IoT juga dapat terhubung ke jaringan non-IP dan jaringan ini nantinya akan mengirimkan data ke cloud. Jaringan non-IP dapat menjadi gateway IoT seperti yang dijelaskan pada bagian preprocess di atas. Komunikasi antara jaringan non-IP dan perangkat IoT dapat dilakukan melalui teknologi yang berbeda. Kemudian, kami bahas beberapa teknologi komunikasi yang digunakan oleh objek IoT.

Bluetooth adalah teknologi jarak pendek yang penting untuk komunikasi. Bluetooth bukanlah hal baru tetapi ketika menggunakan Bluetooth di objek IoT, konsumsi dayanya terlalu tinggi. Itu sebabnya kelompok minat khusus bluetooth merilis bluetooth low energy (BLE), untuk mengurangi konsumsi energi perangkat yang menggunakan Bluetooth. Dengan BLE, objek IoT dapat berjalan untuk waktu yang lebih lama dengan daya baterainya dengan biaya yang lebih murah. Ini karena BLE tetap dalam mode tidur hingga koneksi dimulai ke objek IoT menggunakan BLE. Tetapi BLE tidak dirancang untuk aplikasi yang perlu mentransfer file besar atau mentransfer data lebih dari 100 meter.

ZigBee seperti Bluetooth, dirancang untuk mengirim potongan data kecil jarak pendek dengan maksud untuk tidak mengkonsumsi terlalu banyak energi. ZigBee berjalan pada jaringan topologi mesh yang berarti bahwa data dikirim melalui jaringan node yang bertindak seperti sumber data dan repeater hingga data mencapai tujuan. Seperti yang dikatakan dalam artikel "The ZigBee Vs Wifi Battle For M2M Communication" yang ditulis oleh Brian Ray, "Ini menggunakan versi standar Institute of Electronics and Electronics Engineering (IEEE) 802.15.4, dan dengan demikian, adalah banyak digunakan di jaringan data sensor area lokal." Tujuan dari ZigBee adalah untuk menjadikan proses lebih sederhana dan lebih murah dibandingkan komunikasi nirkabel lainnya (misalnya Bluetooth atau Wifi) dan untuk diintegrasikan ke dalam aplikasi yang membutuhkan konsumsi energi yang rendah dan menerima transfer data yang rendah. Contoh penggunaan ZigBee dalam objek IoT adalah dalam otomatisasi rumah, mis. di lampu, kontrol suhu atau keamanan.

Wifi bukanlah sesuatu yang baru bagi dunia, tetapi baru-baru ini aliansi Wifi telah merilis Wifi halow yang didasarkan pada standar IEEE 802.11ah. Wifi halow mengkonsumsi lebih sedikit energi dan mendapatkan jangkauan yang lebih panjang. Standar 802.11ah menggunakan 900 MHz yang relatif rendah dibandingkan dengan Wifi biasa dan dengan frekuensi yang lebih rendah jangkauannya meningkat dan kemampuan untuk menembus rintangan seperti pohon dan dinding lebih tinggi. Dengan menggunakan Wifi objek IoT memiliki koneksi langsung ke internet dibandingkan dengan objek IoT yang menggunakan ZigBee atau Bluetooth. Contoh penggunaan objek IoT bisa di rumah pintar dan kota di mana pengiriman data melalui rintangan diperlukan.

### 3) Pemrosesan Data

Setelah data sampai ke cloud, perangkat lunak melakukan beberapa jenis pemrosesan, seperti memeriksa apakah pembacaan suhu berada dalam kisaran yang dapat diterima. Pemrosesan data ini bisa juga sangat kompleks, seperti menggunakan computer vision pada video untuk mengidentifikasi objek (seperti pada kamera pengaman rumah).

### 4) Antarmuka Pengguna

Selanjutnya, informasi tersebut dibuat berguna bagi pengguna akhir dalam beberapa cara. Hasil pemrosesan data berupa informasi dapat dikirim berupa notifikasi kepada pengguna (email, teks, pemberitahuan, dll). Misalnya, notifikasi teks saat suhu terlalu tinggi di cold storage perusahaan.

Selain itu, pengguna mungkin memiliki antarmuka yang memungkinkan mereka untuk secara proaktif berinteraksi dengan sistem. Misalnya, pengguna mungkin ingin memeriksa umpan video di rumahnya melalui aplikasi telepon atau browser web.

Namun, itu tidak selalu jalan satu arah. Bergantung pada aplikasi IoT, pengguna mungkin juga dapat melakukan suatu tindakan dan memengaruhi sistem. Misalnya, pengguna dapat menyesuaikan suhu di cold storage dari jarak jauh melalui aplikasi di ponsel mereka.

Tindakan umpan balik dapat dilakukan secara otomatis. Selain itu penyesuaian suhu, sistem dapat melakukannya secara otomatis melalui aturan yang telah ditentukan. Dalam industri, IoT dapat melakukan otomatisasi dalam proses industri [7]. Industrial internet of things (IIoT) merupakan perluasan dari penggunaan IoT pada sektor industri.

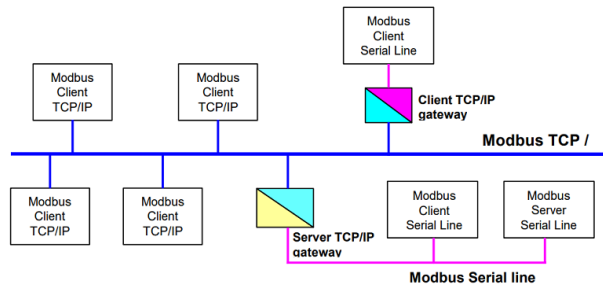
Setelah pengolahan data dan sesuai dengan kebutuhan pengguna, IoT dapat memberi tahu pengguna menggunakan email, teks, notifikasi, dan sebagainya. Misalnya, termostat dapat mengirim peringatan teks saat suhu terlalu tinggi di kotak penyimpanan dingin. Pengguna mungkin juga memiliki antarmuka untuk objek IoT mereka yang memungkinkan mereka memeriksa data terbaru dalam sistem.

Namun, GUI dari lapisan aplikasi tidak selalu jalan satu arah, tergantung pada aplikasinya, pengguna juga dapat melakukan konfigurasi pengaturan dan melakukan tindakan yang akan memengaruhi sistem. Beberapa tindakan yang dimaksud ini dapat dilakukan secara otomatis. Sistem dapat melakukannya sendiri melalui aturan yang telah ditentukan sebelumnya ke dalam sistem. Sebagai contoh, sistem keamanan yang dapat memperingatkan penggunanya ketika ada penyusup, sistem dapat memberi tahu pihak berwenang secara otomatis, bukan hanya memberi tahu pengguna sistem.

## B. KOMUNIKASI MODBUS

Sistem komunikasi modbus pertama kali dikenalkan pada tahun 1979 sebagai protokol komunikasi serial oleh Modicon. Protokol ini awalnya diaplikasikan pada sebuah programmable logic controller (PLC). Selanjutnya, modbus menjadi standar protokol komunikasi perangkat pada industri [12].

Dalam perkembangannya, modbus menjadi protokol komunikasi *two ways* standar sebagai penghubung PC dengan mesin industri atau alat-alat elektronik lain. Modbus bersifat *open protocol*, yang berarti bebas digunakan dalam pengembangan produk, tanpa harus membayar royalti. Sebagai contoh, sistem untuk mendeteksi suhu serta kelembaban, juga perlu menginformasikan nilainya ke PC. Protokol modbus sudah menjadi protokol komunikasi standar untuk perangkat-perangkat dalam industri. Gambar 2 menunjukkan arsitektur komunikasi modbus secara client-server.



Gambar 2. Komunikasi modbus client-server

Selain itu, protokol modbus juga dapat digunakan untuk menghubungkan RTU (remote terminal unit) terhadap SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Penggunaan modbus bisa untuk komunikasi serial (modbus ASCII dan modbus RTU) dan untuk ethernet (menggunakan modbus TCP). Faktor-faktor yang berpengaruh dalam fungsi kerja modbus sebagai protokol komunikasi secara ekstensif adalah:

- Modbus yang bersifat *open protocol*.
- Modbus yang relatif mudah untuk disambungkan dengan perangkat lain.
- Proses transfer data *raw bits* atau *words* bersifat independent, tidak tergantung pada jenis vendor.

### C. INDUSTRIAL PERSONAL COMPUTER (IPC)

IPC pada dasarnya memiliki karakteristik dan fitur teknis sama: jenis mikroprosesor & RAM, media penyimpanan, port antarmuka, kinerja, dll. Namun, IPC bersifat sistem yang kokoh, cocok untuk digunakan di lingkungan industri. komputer industri dirancang khusus untuk tahan terhadap lingkungan industry yang keras (suhu ekstrem, debu, kelembapan, getaran, lonjakan daya) yang tidak dirancang untuk PC komersial [13]. Perangkat ini dapat dipakai untuk pengontrolan proses, seperti pada:

- Proses di industri:
  - Produksi,
  - Generator tenaga listrik,
  - Manufaktur/Pabrik.
- Proses Infrastruktur:
  - Pengolahan limbah,
  - Penjernihan air minum serta distribusinya,
  - Distribusi tenaga listrik,
  - Pipa gas serta minyak,
  - Sistem peringatan dini juga sirine,
  - Sistem komunikasi.

- Proses Fasilitas:
  - Bandara,
  - Pelabuhan,
  - Rumah Sakit,
  - Gedung,
  - Retail.

Dengan didesain standar industri, IPC dapat memberikan peningkatan efisiensi dan produktifitas. Keunggulan menggunakan Industrial PC:

- Tahan dalam kondisi yang rough(kasar). Apakah itu debu, kotoran, minyak, lemak dan air (cipratan/tersiram). Industrial PC biasanya sudah dilengkapi dengan standard IP Rating.
- Industrial PC dirancang secara khusus dengan chasis/enclosure, komponen, board dan motherboard yang tahan terhadap guncangan serta getaran yang kuat.
- Dalam suhu ekstrim, penggunaan chasis/casing yang khusus sehingga industrial PC tetap dapat bekerja dengan standar yang lebih baik. Fasilitas extra pendingin yang sudah dilengkapi di dalamnya.
- Penghematan biaya energi tentunya menjadi fokus besar bagi banyak perusahaan. Dengan beralih ke industrial PC akan memberikan kontribusi untuk tujuan kearah itu. Untuk kelas yang lebih tinggi industrial PC sudah dilengkapi power supply DC UPS. Umumnya Industrial PC hanya membutuhkan daya yang kecil untuk operasi rutin.
- Sudah dilengkapi dengan berbagai konektor khusus sehingga dapat secara langsung terkoneksi ke mesin tertentu, untuk proses industri besar.
- Memiliki fasilitas touch screen (layar sentuh) sehingga dapat mempermudah proses kerja di lapangan.
- Mudah dalam pemasangan di dinding atau di punggung mesin tanpa adanya periferal dan kabel yang terpisah
- Tidak menggunakan kipas untuk processor dan power supply.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Desain solusi monitoring terhadap penggunaan daya listrik dan kontrol perangkat elektronik dengan mengadopsi teknologi IoT ini didesain dengan mempertimbangkan kebutuhan kondisi perusahaan yang mencakup beberapa fitur dan layanan sebagai berikut:

- Sistem mampu membaca dan menampilkan daya listrik secara real-time.
- Sistem mampu menyimpan log dan menampilkan riwayat data.
- Sistem mampu mengirimkan notifikasi saat memenuhi kondisi tertentu ke pengguna.
- Sistem mampu mengontrol on/off perangkat elektronik.

#### A. ALAT DAN BAHAN

Tabel 2 menunjukkan detail kebutuhan perangkat dan software yang digunakan. Pada penelitian ini menggunakan beberapa perangkat standar industri untuk kebutuhan

kondisi perusahaan, termasuk PMC-5231, PM-3114, serta IPC ebox 625-841.

TABEL III. SPESIFIKASI HARDWARE DAN SOFTWARE PROTOTIPE SISTEM

Hardware	
Industrial Internet of Thing (IIoT) Power Meter Concentrator	PMC-5231
Power meter	PM-3114
Sensor	CT
Industrial Personal Computer (IPC) server	IPC ebox 625-841
Kabel serial	RS-485
Slot Beban listrik	Stop kontak
Software	
Windows 10, Node red, Node -JS	

- 1) PMC-5231 merupakan IIoT power meter concentrator yang bertugas memproses data input maupun output [14]. Ini juga difungsikan sebagai concentrator data terpusat dari semua nodes.
  - Menyediakan laporan statistik data daya melalui browser.
  - Mendukung protokol komunikasi Modbus TCP/RTU, SNMP, FTP dan MQTT.
  - Memiliki fitur untuk: mengukur konsumsi daya dari perangkat, analisis penggunaan energi, manajemen kebutuhan daya dan fungsi untuk notifikasi alarm.
  - Mendukung koneksi dengan ICP DAS IoTstar Cloud software dan IoT Cloud Platform (IBM Bluemix dan Microsoft Azure).
- 2) PM-3114 merupakan single-phase smart Power meter untuk memproses data masukan yang di baca oleh sensor CT (Current transformer) kemudian dikirimkan ke PMC-5231 [15].
  - Mendukung protokol komunikasi Modbus RTU, Modbus TCP atau CANopen untuk kemudahan integrasi.
  - Memberikan akses data secara real-time.
- 3) Sensor CT merupakan sensor yang berfungsi berfungsi untuk mengubah besaran arus pada sistem yang berasal dari sumber PLN menjadi turun sehingga memungkinkan terbaca oleh alat ukur.
- 4) Industrial personal computer (IPC) ebox 625-841 bertugas sebagai PC server yang menjalankan node-red dan control backup semua data dari PMC-5231 dan PM-3114 yang kemudian akan di simpan di local storage. ebox 625-841 merupakan platform embedded sistem skala industri yang telah memiliki full power protection dengan OVP, OCP, SCP dan memiliki sertifikat CE [16].
- 5) Node-RED merupakan programming tool untuk menghubungkan perangkat keras, API serta layanan online dengan cara baru. Editor yang disediakan berbasis browser untuk memudahkan pembuatan flow dan menghubungkan dengan node. [17].

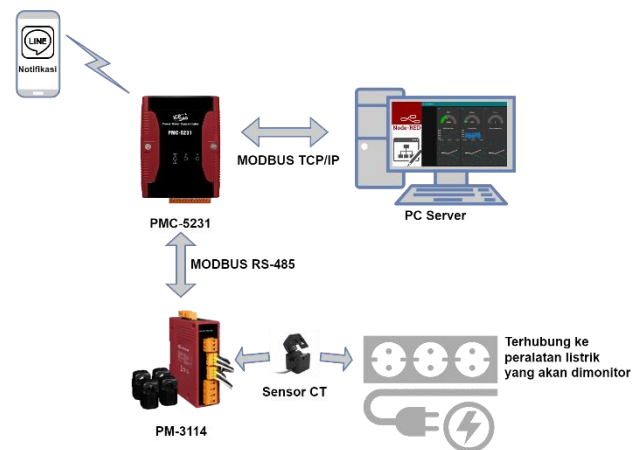
## B. DESAIN PROTOTIPE

Pada bagian ini diuraikan secara rinci desain prototipe monitoring penggunaan daya listrik dan kontrol perangkat

elektronik. Sistem ini terdiri dari beberapa bagian yang terintegrasi dengan mengadopsi teknologi IoT. Gambar 3 menunjukkan arsitektur sistem dari prototipe monitoring penggunaan daya listrik dan kontrol perangkat elektronik.

Dalam prototipe ini, perangkat yang menjadi beban daya terhubung pada slot stop kontak yang tersedia, kemudian sensor CT dipasang agar pembacaan daya dapat terbaca di power meter PM-3114. Data power yang terbaca dikirimkan ke pusat data konsentrator PMC-5231 melalui komunikasi serial. Seluruh hasil pembacaan data sensor tersimpan pada konsentrator. Pada sisi PC server telah dibuat flow untuk menarik data yang tersimpan dari konsentrator agar dapat dibaca secara real-time menggunakan komunikasi Modbus TCP/IP. Dari hasil flow, data dapat dipantau pengguna.

Aplikasi berbasis website dikembangkan agar pengguna dapat memantau data real time, data log serta riwayat data harian, mingguan dan bulanan. Aplikasi juga dilengkapi dengan akses kontrol on/off terhadap perangkat yang difungsikan sebagai beban daya listrik yang akan dimonitoring. Melalui PC server, juga dimungkinkan untuk menyimpan data pada local storage. Selain itu, pada sisi konsentrator dibuat pengaturan kondisi jika pembacaan daya setiap perangkat telah mencapai batas, sistem akan mengirimkan notifikasi pada pengguna melalui aplikasi LINE.



Gambar 3. Arsitektur sistem

Notifikasi melalui LINE akan dikirimkan ke pengguna berdasarkan aturan yang dibuat. Ada 3 aturan notifikasi yang akan diterima pengguna:

- a. Notifikasi saat awal perangkat ON.
- b. Notifikasi saat daya melewati batas.
- c. Notifikasi saat mengirimkan riwayat data pemakaian daya harian.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

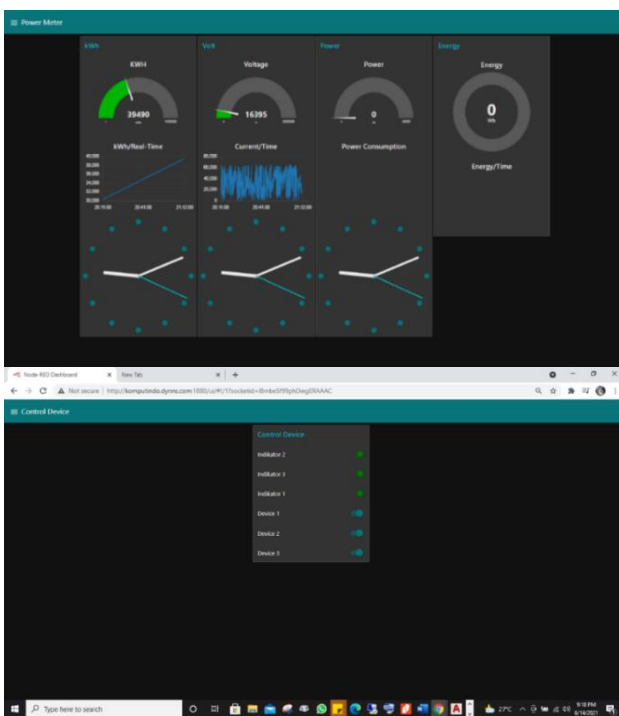
Realisasi dari perancangan desain prototipe monitoring penggunaan daya listrik dan kontrol perangkat elektronik ditunjukkan pada Gambar 4. Sebagai beban daya listrik, digunakan 2 buah lampu bohlam serta 2 buah charger laptop.



Keterangan	
1.	PMC-5231
2.	PM-3114
3.	Relay tambahan
4.	Switch
5.	IPC Ebox 625-842
6.	Charger laptop
7.	Lampu bohlam

Gambar 4. Prototipe sistem

Kemudian pengguna dapat memonitor hasil dengan mengakses website melalui PC atau smartphone seperti yang tampil pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan website monitoring penggunaan daya listrik dan pengendalian perangkat elektronik

#### A. PEMBACAAN TEGANGAN

Pengujian pertama adalah dengan melakukan verifikasi pembacaan tegangan. Hal ini dilakukan dengan membandingkan data hasil pembacaan sistem dengan alat ukur AVOMeter digital. Gambar 6 menunjukkan hasil pembacaan tegangan dari sistem dan AVOMeter digital. Keduanya menunjukkan hasil yang sama, yakni 223 Volt.



Gambar 6. Hasil pembacaan tegangan dari sistem dan AVOMeter

#### B. PEMBACAAN ARUS

Pengujian kedua adalah dengan melakukan verifikasi pembacaan arus. Hal ini dilakukan dengan membandingkan data hasil pembacaan sistem dengan alat ukur AVOMeter digital. Gambar 7 menunjukkan hasil pembacaan tegangan dari sistem dan AVOMeter digital. Hasil pembacaan arus dari sistem 1.16 Ampere, sedangkan pembacaan pada alat ukur 1.14 Ampere. Dengan demikian, hasil pembacaan sistem memiliki prosentase keakuratan sebesar 98 %.



Gambar 7. Hasil pembacaan pengukuran arus dengan sistem dan AVOMeter

#### C. MEKANISME BACKUP OTOMATIS

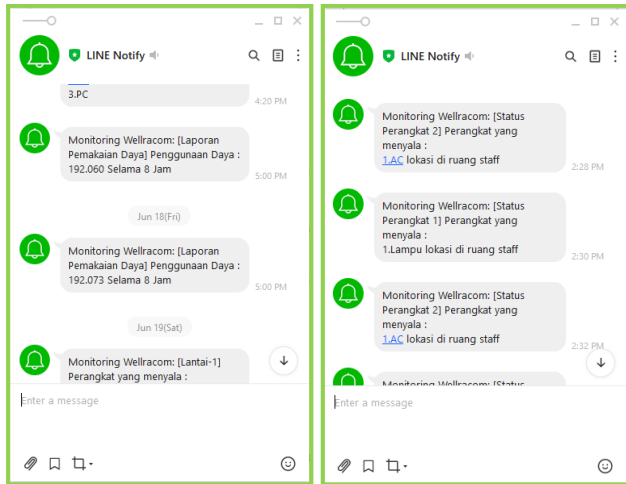
Pengujian ketiga adalah dengan memastikan fitur backup data secara otomatis. Backup data dilakukan setiap hari sekali saat pukul 23:59 WIB. Informasi yang didapat adalah besaran daya listrik perjamnya dan nilai arus listrik. Gambar 8 menunjukkan format hasil backup data dalam satu hari. File backup data ini memiliki ukuran sekitar 33KB dengan format ekstensi CSV.

Date	Time	V	kWh
------	------	---	-----

Gambar 8. Format data backup

#### D. NOTIFIKASI DARI LINE

Pengujian keempat adalah penerimaan notifikasi berupa pesan LINE. Gambar 9 menunjukkan contoh notifikasi yang diterima pengguna berupa pesan saat perangkat ON serta laporan riwayat data penggunaan daya harian.



Gambar 9. Contoh notifikasi pesan LINE yang diterima pengguna

#### V. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, kami mempresentasikan studi kami tentang prototipe monitoring penggunaan daya listrik dan pengendalian perangkat elektronik skala industri berbasis IoT dengan mengambil studi kasus di CV. Wellracom Nusantara Surabaya. Prototipe yang dibuat memiliki fitur diantaranya, mampu membaca dan menampilkan daya listrik secara real-time, mampu menyimpan log dan menampilkan riwayat data, mampu menampilkan notifikasi saat memenuhi kondisi tertentu ke pengguna, dan mampu mengontrol on/off perangkat elektronik. Sistem memiliki keakuratan pembacaan hasil ukur sebesar 98%. Kami mengkonfirmasi bahwa fitur-fitur prototipe yang diimplementasikan berjalan dengan benar. Pada penelitian selanjutnya, akan ditingkatkan dalam pengembangan UI, penambahan fitur prediksi biaya pengeluaran listrik serta akses pengguna, dan pembuatan panel untuk kemas prototipe.

#### REFERENSI

- [1] M. D. Mudaliar, and N. Sivakumar. "IoT based real time energy monitoring system using Raspberry Pi." *Internet of Things*, Vol.12, 2020, pp. 1-20, <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100292>.
- [2] S. Mustafa and U. Muhammad. "Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Smartphone." *Jurnal Media Elektrik*, Vol. 17, No. 3, 2020, pp. 55-62, <https://doi.org/10.26858/metrik.v17i3.14968>.
- [3] O. S. Omole, D. Akpobasah, and A. A. Atayero. "Development of a Smart, Low-cost and IoT-enabled System for Energy Management." in *3rd International Conference on African Development Issues (CU-ICADI 2016)*, 2016, pp. 401-406, <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3234.2643>.

- [4] J. Kalezhi, and D. Ntalasha. "Using Internet of Things to Regulate Energy Consumption In a Home Environment." *IEEE Power Engineering Society Conference and Exposition in Africa, PowerAfrica*, 2018, pp. 551-555, <https://doi.org/10.1109/PowerAfrica.2018.8521060>.
- [5] M. Shamshiri, C. K. Gan, K. A. Baharin, and M. A. M. Azman. "IoT-based electricity energy monitoring system at Universiti Teknikal Malaysia Melaka." *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, Vol. 8, No. 2, 2019, pp. 683-689, <https://doi.org/10.11591/eei.v8i2.1281>.
- [6] A. D. Pangestu, F. Ardianto, and B. Alfaresi. "Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino Nodemcu ESP8266." *Jurnal Ampere*, Vol.4, No.1, 2019, pp. 187-197, <http://dx.doi.org/10.31851/ampere.v4i1.2745>.
- [7] D. Serpanos and M. Wolf. "Internet-of-Things (IoT) Systems." *Springer*, 2018, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-69715-4>.
- [8] W. A. Jabbar, T. K. Kian, R. M. Ramli, S. N. Zubir, N. S. M. Zamrizaman, M. Balfaqih, V. Shepelev, and S. Alharbi. "Design and Fabrication of Smart Home With Internet of Things Enabled Automation System." *IEEE Access*, vol. 7, 2019, pp. 144059-144074, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2942846>.
- [9] B.K. Deepthi, V. R. Kolluru, G. T. Varghese, R. Name, and N. Srimannarayana. "IoT based smart environment using node-red and MQTT." *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, Vol.12, No.5, 2020, pp. 21-26, <https://doi.org/10.5373/JARDCS/V12i5/20201684>.
- [10] S. Huda, N. Funabiki, M. Kuribayashi, R.W. Sudibyo, N. Ishihara, and WC. Kao. "A Proposal of Air-Conditioning Guidance System Using Discomfort Index." *Advances on Broad-Band Wireless Computing, Communication and Applications (BWCCA 2020) Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 159, 2021, pp. 154-165, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-61108-8\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-61108-8_15).
- [11] S. Huda, N. Fahmi, A. Sudarsono, and M. U. H. Al Rasyid. "Secure Data Sensor Sharing On Ubiquitous Environmental Health Monitoring Application." *Jurnal Teknologi*, vol. 78, no. 6-3, 2016, Pages 53-58, <https://doi.org/10.11113/jt.v78.8928>.
- [12] M. C. Zakaria, E. Kurniawan, and J. S. Hamza. "Sistem Monitoring Instrument Air Compressor (IAC) Berbasis SCADA dengan Komunikasi Modbus RTU RS-485." *Jurnal Elektronika Listrik Telekomunikasi Komputer Informatika Sistem Kontrol*, Vol.2, No.2, 2020, pp. 79-85, <http://dx.doi.org/10.30649/j-eltrik.v2i2.117>.
- [13] Marposs. "Industrial Computers". Internet: [https://www.marposs.com/ftp/files/faq\\_indpc\\_115\\_en.pdf](https://www.marposs.com/ftp/files/faq_indpc_115_en.pdf) [Jul. 29, 2021].
- [14] ICPDAS. "Power meter concentrator PMC-5231." Internet: <http://www.icpdas.com/en/product/PMC-5231> [Jul. 29, 2021].
- [15] ICPDAS. "Power meter PM-3114." Internet: [https://www.icpdas.com/root/product/solutions/intelligence\\_power\\_meter/pm\\_series/pm-3114.html](https://www.icpdas.com/root/product/solutions/intelligence_power_meter/pm_series/pm-3114.html) [Jul. 29, 2021].
- [16] IPC Station. "IPC ebox625-841." Internet: <https://www.ipcstation.net/axiomtek/ebbox625-841-fl-e3826-us> [Jul. 29, 2021].
- [17] The OpenJS Foundation. "Node-RED." Internet: <https://nodered.org/> [Jul. 29, 2021].

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

