

# IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM MONITORING TEMPERATUR DAN KELEMBABAN RUANG TRANSFORMATOR 20KV

**Hadi Purnomo<sup>1</sup>, Amri Yusron<sup>2</sup>, dan Ilham Putra Perdana<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Program Profesi Insinyur, Institut Teknologi Indonesia  
Jl. Raya Puspitek, Setu, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan, Banten 15314  
e-mail: hadi.purnomo@outlook.co.id

**Abstrak**— Pentingnya menjaga kondisi ruang transformator distribusi, terutama suhu dan kelembaban, sangat krusial karena ruangan ini menjadi titik sentral dari semua sistem listrik dalam gedung apartemen. Gangguan pada sistem distribusi listrik dapat menyebabkan gangguan serius seperti matinya peralatan listrik, masalah konektivitas internet, dan bahkan risiko kebakaran. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan rancangan sistem monitoring yang canggih dan berkelanjutan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Penelitian ini mengembangkan sebuah alat yang mampu memonitor suhu dan kelembaban ruang transformator distribusi dengan presisi tinggi. Uji coba alat menggunakan IoT menunjukkan tingkat kesalahan pengukuran suhu rata-rata sebesar 0,18°C dan kelembaban sebesar 2,03%, membuatnya sangat dapat diandalkan. Meskipun terdapat faktor-faktor seperti fluktuasi beban daya transformator dan variasi suhu lingkungan yang tak terduga yang mempengaruhi pengukuran, toleransi kesalahan ini tetap dalam batas yang dapat diterima.

**Kata kunci :** distribusi transformator, temperatur dan kelembaban, Internet of Things (IoT), pemantauan sistem listrik, ruang transformator

***Abstract**—The importance of maintaining the conditions of the distribution transformer room, especially temperature and humidity, is crucial as this room serves as the central point of all electrical systems in an apartment building. Any disruption in the electrical distribution system can lead to serious issues such as power outages, internet connectivity problems, and even the risk of fire. To address these challenges, a sophisticated and sustainable monitoring system design using Internet of Things (IoT) technology is required. This research developed a device capable of accurately monitoring the temperature and humidity of the distribution transformer room. Testing of the device using IoT showed an average temperature measurement error of 0.18°C and a humidity measurement error of 2.03%, making it highly reliable. Although factors such as fluctuating transformer load and unpredictable environmental temperature variations can affect measurements, these error tolerances remain within acceptable limits.*

**Keywords :** distribution transformer, temperature and humidity, Internet of Things (IoT), electrical system monitoring, transformer room.

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan sistem pemantauan yang efisien dan akurat saat ini semakin mendesak, terutama pada infrastruktur kritis seperti transformator distribusi 20kV. Transformator ini memiliki peran vital dalam menyalurkan daya dari jaringan transmisi ke konsumen akhir. Kinerja dan umur pakai transformator sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti temperatur dan kelembaban. Oleh karena itu, pemantauan kontinu dan real-time terhadap parameter ini sangat penting untuk mencegah kerusakan dan memastikan operasi yang andal.

Menjaga keamanan dan kinerja ruangan transformator distribusi menjadi hal yang sangat penting. Ruangan tersebut harus dipelihara dengan baik agar tetap berfungsi dengan aman, andal, dan ramah

lingkungan. Selain itu, perawatan dan pemeliharaan berkala harus dilakukan untuk memastikan bahwa semua sistem listrik berjalan dengan lancar dan terhindar dari potensi bahaya. Hal ini penting agar penghuni gedung apartemen dapat merasa tenang dan nyaman dalam menggunakan semua fasilitas yang ada di gedung apartemen [1].

Di dalam ruangan transformator distribusi juga terdapat panel medium voltage main distribution panel (MVMDP) atau panel kubikel yang berfungsi sebagai penghubung, pengendali, pembagi, pemutus arus dan tegangan. Panel MVMDP umumnya dilengkapi dengan peralatan switching otomatis, pengukuran tegangan dan arus, kontrol kendali, dan sistem proteksi.

Dengan perkembangan teknologi Internet of Things (IoT), implementasi sistem pemantauan yang lebih canggih dan terintegrasi menjadi mungkin. Sistem

berbasis IoT menawarkan kemampuan memantau dan mengumpulkan data dari jarak jauh secara real-time, serta menyediakan analisis dan laporan yang dapat diakses kapan saja. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan sistem monitoring temperatur dan kelembaban pada ruang transformator distribusi 20kV berbasis IoT.

Sistem yang diusulkan diharapkan dapat memberikan solusi efektif dalam memantau kondisi lingkungan di sekitar transformator, mengurangi risiko kegagalan, serta meningkatkan keandalan sistem distribusi listrik. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat tercapai peningkatan efisiensi dan keamanan operasional pada infrastruktur distribusi listrik, memberikan manfaat jangka panjang bagi pengelolaan energi dan kesejahteraan pengguna.

## II. STUDI PUSTAKA

Internet of Things, yang biasa disingkat IoT, adalah sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat konektivitas internet berkelanjutan. Ini menghubungkan mesin, perangkat, dan objek fisik lainnya dengan sensor dan aktuator jaringan untuk menghubungkan data dan mengelola kinerjanya sendiri, memungkinkan mesin untuk bekerja sama dan bahkan merespons informasi baru secara independen [2]. Kemajuan teknologi nirkabel, sistem micro-electromechanical systems (MEMS), dan internet telah mendorong perkembangan IoT. "Things" dalam IoT dapat berupa objek seperti ruang laboratorium obat-obatan dengan pemantauan suhu dan kelembaban, atau kendaraan yang dilengkapi dengan sensor terintegrasi untuk memberi peringatan kepada pengemudi saat melampaui batas kecepatan yang aman. Saat ini, IoT banyak digunakan dalam industri untuk komunikasi mesin ke mesin (machine-to-machine/M2M) di sektor manufaktur, energi, minyak, dan gas. Produk yang menggunakan kemampuan M2M sering disebut sebagai sistem cerdas (smart systems), seperti rumah pintar, perangkat pintar, perawatan kesehatan pintar, meteran pintar, sensor grid pintar, dan lain-lain.

Meskipun konsep IoT belum begitu populer hingga tahun 1999, perkembangannya telah signifikan selama beberapa dekade. Salah satu contoh awal penggunaan IoT adalah mesin Coca-Cola di Carnegie Mellon University pada awal 1980-an, di mana para programmer dapat terhubung ke mesin tersebut melalui internet untuk memantau status dan ketersediaan minuman dingin tanpa harus berada di dekat mesin tersebut. Istilah "Internet of Things" pertama kali diperkenalkan dalam presentasi oleh Kevin Ashton pada tahun 1999, seorang direktur eksekutif di Auto ID Centre di MIT. Pada tahun yang sama, pengembangan peralatan berbasis RFID (Radio Frequency Identification) global yang berfungsi sebagai sistem identifikasi adalah langkah besar dalam komersialisasi IoT.

Penerapan konsep IoT memberikan banyak manfaat. Pertama, IoT memungkinkan konektivitas yang luas antara perangkat elektronik dan jaringan, memungkinkan pengumpulan dan analisis data secara real-time. Hal ini meningkatkan efisiensi penggunaan data di berbagai sektor seperti industri, pertanian, transportasi, kesehatan, dan lain-lain. Salah satu manfaat utama IoT adalah efisiensi yang lebih tinggi dalam pengelolaan sumber daya seperti energi, air, dan bahan bakar, dengan mengumpulkan informasi tentang konsumsi untuk optimisasi penggunaan dan pengurangan pemborosan.

Selain itu, IoT juga meningkatkan kenyamanan dan keamanan dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, rumah pintar yang terhubung dengan IoT memungkinkan pengguna untuk mengontrol sistem suhu, pencahayaan, keamanan, dan perangkat lainnya dari jarak jauh melalui perangkat terhubung seperti smartphone. Di sektor transportasi, IoT memungkinkan pengawasan yang lebih baik terhadap kendaraan dan infrastruktur jalan dengan sensor-sensor yang memberikan informasi tentang lalu lintas, kondisi jalan, dan cuaca secara real-time. Hal ini membantu pengelola jalan dalam mengatasi kemacetan dan memperbaiki infrastruktur yang rusak.

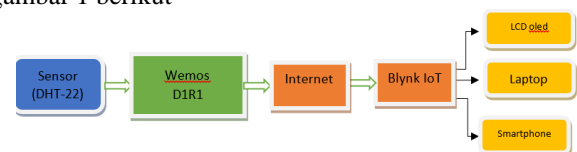
Secara keseluruhan, penerapan IoT memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, kenyamanan, dan keamanan dalam berbagai aspek kehidupan. Namun, tantangan terkait privasi dan keamanan data juga harus diatasi untuk memastikan keberhasilan implementasi IoT secara menyeluruh [3].

## III. METODE

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode deskriptif yaitu dengan cara mencari sebuah permasalahan dan menganalisisnya, sekaligus mengumpulkan berbagai informasi yang relevan sehingga didapatkan pemecahan masalah sekaligus mempermudah dalam proses penulisan.

Pada penelitian pembuatan alat monitoring temperatur dan kelembaban pada ruangan transformator distribusi ini dilakukan di ruang transformator gedung apartement Treepark City Cikokol Kota Tangerang.

Diagram blok sistem dapat digambarkan melalui gambar 1 berikut



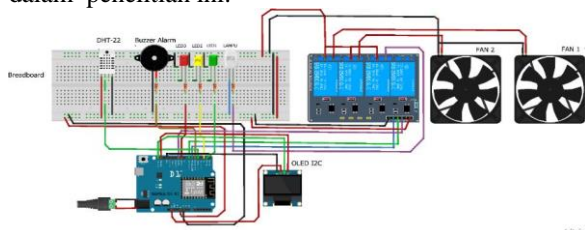
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Pada blok diagram alur sistem ini, sensor suhu DHT-22 bekerja dengan Wemos D1R1 dan terhubung dengan jaringan WiFi untuk mengirim data ke server Blynk IoT. Sistem ini mengukur suhu dan kelembaban dengan sensor DHT-22, mengirim sinyal ke Board Wemos D1R1, dan menampilkan hasilnya pada layar

LCD OLED I2C serta aplikasi Blynk IoT secara real-time Flowchart tersebut akan memastikan bahwa tidak ada langkah yang terlewatkan dan semua elemen yang penting tercakup dalam perancangan sistem yang dilakukan [4].

Board Wemos D1R1 mengolah data dari sensor dan membandingkannya dengan nilai yang ditentukan. Jika suhu dan kelembaban memenuhi kriteria, Wemos D1R1 mengeluarkan sinyal perintah untuk mengaktifkan LED, buzzer alarm, atau relay untuk mengontrol kipas sesuai dengan nilai yang telah ditentukan. Sistem ini memungkinkan pemantauan dan kontrol suhu dan kelembaban secara akurat dan real-time melalui smartphone dan web Blynk IoT.

Berikut skema perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2. Skema Perangkat Keras Penelitian

Pembuatan Perangkat Hardware merupakan proses yang harus ditempuh dalam pembuatan perangkat keras (hardware) mulai dari tahap perencanaan hingga produksi supaya hasil produk bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Yaitu bagaimana memperlihatkan gambaran peralatan hardware tersebut beroperasi mulai dari tahap input hingga menghasilkan output yang diinginkan [5].

Dalam merancang perangkat keras yang efektif, diperlukan komponen-komponen andal seperti sensor suhu dan kelembaban DHT-22 dan modul Board Wemos D1R1. Sensor DHT-22 mendeteksi suhu lingkungan dan mengirim data ke Board Wemos D1R1 melalui pin khusus, yang kemudian memproses dan mengirimkan data tersebut. Koneksi yang efektif antara sensor dan board memastikan data suhu dikirim dan diterima dengan lancar, membuat perangkat keras ini andal dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi pengukuran suhu yang memerlukan akurasi dan keandalan.

Software untuk pembuatan alat monitoring temperatur dan kelembaban pada ruangan transformator distribusi maka diperlukan sebuah program Arduino IDE (Integrated Development Environment) yang digunakan sebagai sketch pemrograman atau berfungsi sebagai media pemrograman pada board Wemos D1R1 yang akan diprogram. Arduino IDE digunakan untuk menulis, mengedit, membuat, dan meng-upload program ke board Arduino uno yang diinginkan, sekaligus dapat digunakan untuk meng-coding program yang didukung oleh Arduino IDE

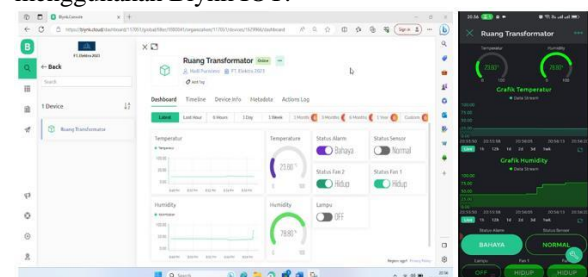


Gambar 3. Rangkaian Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban Ruang

Pengujian dilakukan secara manual dalam beberapa variasi kondisi temperatur dan kelembaban yang rendah maupun tinggi, maka dapat memastikan bahwa alat pada sistem monitoring temperatur dan kelembaban dapat beroperasi secara efektif dan dapat diandalkan. Pengujian ini mencakup pengamatan langsung dan pengambilan data berulang untuk mengevaluasi kinerja alat dalam kondisi yang ekstrem, memastikan bahwa alat tersebut memberikan pembacaan yang akurat dan konsisten serta dapat berfungsi dengan baik di berbagai lingkungan yang mungkin ditemui di lapangan. Selain itu, alat ini diuji terhadap perubahan mendadak dalam kondisi lingkungan untuk menilai respons dan kecepatan penyesuaian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mempertahankan keandalannya meskipun terjadi fluktuasi yang signifikan dalam parameter lingkungan. Dengan demikian, alat ini terbukti efektif dalam menyediakan data yang dibutuhkan untuk aplikasi monitoring yang kritis

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut tampilan dashboard web Implementasi IoT menggunakan Blynk IOT.



Gambar 4. Tampilan Dashboard Blynk IOT

Pada gambar diatas menunjukkan tampilan parameter temperatur dalam °C dan kelembaban dalam %. Parameter didapatkan dari hasil pengukuran sensor DHT-22. Kemudian terdapat indikator 3 buah LED yang berwarna Hijau, Kuning, dan Merah. Serta Indikator dua buah Fan yang terhubung dengan relay untuk mengontrol Fan tersebut.

Berikut ini merupakan tabel hasil pengujian alat monitoring pada ruangan dengan suhu dan kelembaban yang diatur secara manual,

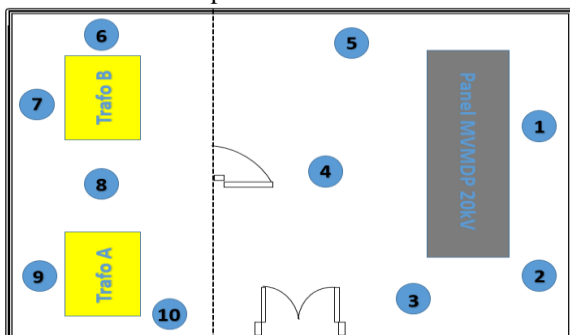
Tabel 1. Data Pengujian Alat pada Ruangan dengan Suhu dan Kelembaban yang diatur secara Manual

Suhu (°C)	Kelembaban (%)	LED & FAN ON Status	Alarm	Tampilan LCD
23.6	78.80	H,K,F1,F2	Ya	Udara! Lembab
24.7	39.60	H,K,F2	Ya	Periksa! TempRendah
26.6	37.80	H,K,F2	Ya	Periksa! TempRendah
28.5	53.50	H,F1	Tidak	Temp& Kelembaban OK
29.1	68.60	H,K,F1,F2	Ya	Udara! Lembab
30.2	73.10	H,K,F1,F2	Ya	Udara! Lembab
31.8	40.50	H,F1	Tidak	Temp& Kelembaban OK
33.8	53.40	H,K,M, F1,F2	Ya	Periksa! TempTinggi
36.7	38.10	H,K,M, F1,F2	Ya	Periksa! TempTinggi
-	-	K	Ya	Periksa! Sensor

Ket. : H – Hijau, K – Kuning, M – Merah, F1 – Fan 1, F2- Fan 2

Setelah melakukan pengujian pada perancangan alat monitoring temperature dan kelembaban secara manual, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian rangkaian alat monitoring temperatur dan kelembaban pada ruangan transformator distribusi dengan beberapa sample titik lokasi yang telah ditentukan.

Berdasarkan pengukuran lapangan, luas ruang transformator adalah 8m x 6m. Untuk mendapatkan data rata-rata suhu dan kelembaban, percobaan dilakukan di beberapa titik lokasi.



Gambar 5. Ilustrasi Ruang Transformator

Warna kuning menunjukkan posisi dua transformator, dengan unit B aktif selama penelitian dan unit A sebagai cadangan. Warna abu-abu menandakan Panel Medium Voltage Main Distribution Panel (MVMDP) dan warna biru menunjukkan lokasi pengujian suhu dan kelembaban.

Pada proses pengambilan data nilai sampling temperatur dan kelembaban ruangan transformator distribusi ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai tersebut yaitu temperatur sekitar ruangan dan beban daya yang ditanggung oleh transformator distribusi sendiri.

Berikut ini merupakan hasil dari pengujian rangkaian alat monitoring temperatur dan kelembaban pada ruangan transformator.

Tabel 2. Data Pengujian Alat pada Ruangan Transformator

Suhu (°C)	Kelembaban (%)	LED & FAN ON Status	Alarm	Tampilan LCD
32.6	58.40	H, F1	Tidak	Temp& Kelembaban OK
32.4	57.20	H, F1	Tidak	Temp& Kelembaban OK
32.2	57.60	H, F1	Tidak	Temp& Kelembaban OK
32.3	57.00	H, F1	Tidak	Temp& Kelembaban OK
32.2	56.00	H, F1	Tidak	Temp& Kelembaban OK
33.0	54.90	H,K,M, F1,F2	Ya	Periksa! TempTinggi
33.0	54.20	H,K,M, F1,F2	Ya	Periksa! TempTinggi
33.0	54.60	H,K,M, F1,F2	Ya	Periksa! TempTinggi
32.7	55.60	H, F1	Tidak	Temp& Kelembaban OK
32.2	56.60	H, F1	Tidak	Temp& Kelembaban OK

Ket. : H – Hijau, K – Kuning, M – Merah, F1 – Fan 1, F2- Fan 2

Dalam melakukan pengujian pengukuran penelitian pada ruangan transformator distribusi agar mendapatkan hasil akurasi yang baik maka dilakukan kalibrasi perbandingan nilai alat ukur dengan menggunakan alat pengukur temperatur dan kelembaban (hygrometer) ruangan yaitu merk HTC-2.

Tabel 3. Perbandingan Temperatur Kalibrasi Alat dan Hygrometer HTC-2

No	Temperatur (°C)		Error Kalibrasi
	Alat	HTC-2	
1	32.60	32.80	0,2
2	32.40	32.30	-0,1
3	32.20	32.10	-0,1
4	32.30	31.90	1,5
5	32.20	33.70	0,8
6	33.00	33.10	0,1
7	33.00	33.30	0,3
8	33.00	33.30	0,3
9	32.70	32.60	-0,1
10	32.20	32.30	0,1
Rata-rata Error			0.18

Tabel 4. Perbandingan Kelembaban Kalibrasi Alat dan Hygrometer HTC-2

No	Kelembaban (%)		Error Kalibrasi
	Alat	HTC-2	
1	58.40	58.00	0,40
2	57.20	57.00	1,20
3	57.60	55.00	1,00
4	57.00	56.00	1,00
5	57.20	56.00	1,30
6	54.90	54.00	0,90
7	54.20	51.00	3,20
8	54.60	51.00	3,60
9	55.60	52.00	3,60
10	56.60	54.00	2,60
Rata-rata Error			2,03

Hasil nilai kalibrasi perbandingan pengujian pada ruangan transformator diketahui bahwa pengukuran temperatur memiliki tingkat error rata-rata yang relatif kecil yaitu  $0,18^{\circ}\text{C}$  sedangkan pada pengukuran kelembaban memiliki tingkat error rata-rata sebesar 2,03%. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut dapat disimpulkan bahwa alat perancangan memiliki keakuratan yang baik dan dapat diandalkan. Selain itu, pengujian dilakukan dalam berbagai kondisi lingkungan untuk memastikan keandalan alat dalam situasi yang bervariasi, menegaskan bahwa sistem monitoring ini mampu memberikan data yang konsisten dan akurat.

## V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, terbukti bahwa apa yang diharapkan dapat terwujud yaitu berupa alat monitoring temperatur dan kelembaban pada ruang transformator distribusi 20kV berbasis Internet of Things (IoT) menunjukkan tingkat keakuratan yang tinggi dengan rata-rata tingkat kesalahan pengukuran temperatur sebesar  $0,18^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban sebesar 2,03%. Alat ini mampu beroperasi secara efektif dan dapat diandalkan dalam berbagai kondisi lingkungan.

Prospek pengembangan hasil penelitian ini sangat luas, termasuk peningkatan sistem dengan integrasi

algoritma prediktif untuk pemeliharaan preventif, pengembangan antarmuka pengguna yang lebih canggih, serta penambahan sensor untuk parameter lingkungan lainnya. Selain itu, penelitian lebih lanjut dapat mengaplikasikan studi ini pada berbagai jenis infrastruktur kritis lainnya untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem distribusi listrik serta keselamatan pengguna.

Aspek keselamatan juga menjadi salah satu fokus penting dari penelitian ini. Dengan pemantauan yang lebih akurat dan real-time, potensi risiko terhadap kerusakan peralatan dan bahaya kebakaran dapat diminimalkan. Sistem ini memungkinkan identifikasi dini terhadap kondisi abnormal yang berpotensi membahayakan, sehingga tindakan pencegahan dapat segera diambil untuk menjaga keselamatan operasional dan personel. Implementasi teknologi IoT dalam monitoring ini tidak hanya meningkatkan kinerja sistem tetapi juga memperkuat keselamatan lingkungan kerja di sekitar transformator.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sodilesmana, A. E., Nasrulloh, & Prasetyono, R. N. (2021). Analisis Pembebanan dan Ketidakseimbangan Beban pada Penentuan Susut Umur Transformator Distribusi. *Journal of Electronic and Electrical Power Application*, 1-7.
- [2] Arafat, M. K. (2016). Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis Internet Of Things ( IoT ) Dengan ESP8266. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik "Technologia,"* 7(4), 262–268.
- [3] Baharudin, A. M., K. S., & Yudiana. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Trafo Online Menggunakan Aplikasi Whatsapp Berbasis Iot Studi Kasus Pada Gardu Induk PLN 150kV Mekarsari. *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 17 Nomor 03, 135-145.
- [4] Winardi, B. (2017). Perancangan Monitoring Suhu Transformator Tenaga 150/20kV Berbasis Arduino Mega 2560. *TRANSMISI*, 19, (3)
- [5] Rafli, M. (2021). Perancangan Monitoring Suhu Transformator Berbasis Internet Of Things (IoT). Skripsi. Tidak diterbitkan, Politeknik Negeri Jakarta. Rysgi Kurniawan Sinulingga (2020). Rancang Bangun Prototipe Over Current Relay Sebagai Sistem Proteksi dan Monitoring Arus Berbasis Internet of Things