

SISTEM MONITORING ENERGI LISTRIK 3 FASA DAN PROTEKSI PANEL DARI KEBAKARAN BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) PADA PANEL DISTRIBUSI

Beni Subagja¹⁾

1) Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Indonesia

Abstrak

Penelitian ini membahas perancangan dan implementasi sistem monitoring energi listrik tiga fasa yang terintegrasi dengan sistem proteksi kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) pada panel distribusi. Sistem ini bertujuan untuk melakukan pemantauan parameter kelistrikan secara real-time serta mendeteksi dini potensi bahaya kebakaran guna meningkatkan keselamatan dan efisiensi penggunaan energi listrik. Parameter kelistrikan yang dipantau meliputi tegangan, arus, daya aktif, energi listrik, dan frekuensi, yang diukur menggunakan modul sensor PZEM-004T. Deteksi potensi kebakaran dilakukan melalui sensor suhu DHT22 dan sensor asap MQ-2. Seluruh data hasil pembacaan sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32 dan dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi ke platform cloud untuk ditampilkan secara real-time pada antarmuka berbasis web atau perangkat mobile. Apabila sistem mendeteksi kondisi tidak normal, seperti suhu tinggi, adanya asap, atau arus lebih, maka sistem secara otomatis akan mengaktifkan alarm, mengirimkan notifikasi kepada pengguna, serta melakukan pemutusan daya melalui pemutus arus yang dilengkapi mekanisme shunt trip. Pengujian sistem dilakukan pada panel distribusi listrik untuk mengetahui kinerja pemantauan dan kecepatan respon proteksi terhadap kondisi berbahaya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau parameter listrik tiga fasa secara akurat dan memberikan respon proteksi yang cepat dan andal. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan diharapkan dapat meningkatkan keselamatan panel distribusi, mengurangi risiko kebakaran, serta mendukung pengelolaan energi listrik yang lebih efisien pada lingkungan industri maupun komersial.

Kata Kunci: *Internet of Things, monitoring energi listrik tiga fasa, proteksi kebakaran*

Pendahuluan

Perkembangan teknologi di bidang kelistrikan dan sistem kontrol saat ini semakin pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan efisiensi energi dan keselamatan instalasi listrik. Panel distribusi sebagai pusat pembagian daya listrik memiliki peran yang sangat vital dalam sistem tenaga listrik, baik di lingkungan industri maupun bangunan komersial. Namun, risiko gangguan listrik seperti arus lebih, hubungan singkat, serta peningkatan suhu berlebih pada panel masih sering terjadi dan berpotensi menimbulkan kebakaran. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu memantau kondisi kelistrikan secara real-time sekaligus memberikan perlindungan dini terhadap potensi bahaya tersebut.

Beberapa penelitian terkini telah mengeksplorasi penerapan IoT dalam monitoring energi listrik tiga fasa maupun sistem proteksi listrik. Misalnya, peneliti pada “*Sistem Monitoring Energi Listrik 3 Fase Berbasis IoT dan Firebase*” (2025) berhasil mengimplementasikan sistem pemantauan energi tiga fasa dengan database real-time untuk manajemen energi kampus. Selanjutnya, penelitian “*Design and Development of an IoT-Based Electrical Disturbance Protection and Load Monitoring System*” (2025) menunjukkan bahwa dengan menggunakan mikrokontroler dan sensor listrik + suhu/asap, sistem dapat mendeteksi gangguan dan melindungi instalasi secara otomatis. Di sisi lain, studi “*Design and*

Construction of Fire Detection Equipment on Electrical Panels Automatically Using IoT” (2024) fokus pada proteksi kebakaran di panel distribusi melalui sensor suhu dan asap, menunjukkan bahwa deteksi dini dapat meningkatkan keamanan instalasi. Lebih jauh, analisis “*Information Model of Power Distribution IoT Terminal for High-Rise Building Electrical Fire Monitoring*” (2023) menegaskan pentingnya sistem IoT dalam monitoring distribusi daya listrik dan deteksi potensi kebakaran pada instalasi gedung bertingkat. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih terbatas pada satu aspek entah hanya monitoring energi atau proteksi kebakaran. Belum banyak yang menggabungkan monitoring energi listrik tiga fasa dengan proteksi kebakaran panel distribusi dalam satu sistem terpadu. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut. Berdasarkan kondisi yang ada di lapangan, masih banyak panel distribusi yang belum dilengkapi dengan sistem pemantauan energi dan proteksi kebakaran secara otomatis. Pemantauan umumnya masih dilakukan secara manual, sehingga berpotensi terlambat dalam mendeteksi gangguan kelistrikan maupun tanda-tanda awal terjadinya kebakaran. Selain itu, keterbatasan sistem proteksi konvensional yang hanya bekerja saat terjadi gangguan besar menyebabkan risiko kebakaran akibat panas berlebih dan asap tidak dapat terdeteksi sejak dini. Hal inilah yang menjadi permasalahan utama dalam penelitian ini.

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi permasalahan yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah: (1) bagaimana merancang sistem monitoring energi listrik tiga fasa berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu bekerja secara real-time pada panel distribusi, (2) bagaimana mengintegrasikan sistem monitoring tersebut dengan sistem proteksi kebakaran menggunakan sensor suhu dan asap, serta (3) bagaimana kinerja sistem dalam mendeteksi kondisi tidak normal dan memberikan respon proteksi berupa peringatan dini serta pemutusan daya secara otomatis.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring energi listrik tiga fasa yang terintegrasi dengan sistem proteksi panel dari kebakaran berbasis Internet of Things (IoT). Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu memantau parameter kelistrikan secara *real-time*, mendeteksi potensi bahaya kebakaran sejak dini, serta memberikan tindakan pengamanan otomatis berupa alarm, notifikasi, dan pemutusan daya apabila terdeteksi kondisi berbahaya.

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada perancangan dan pengujian sistem monitoring energi listrik tiga fasa dan proteksi kebakaran pada panel distribusi. Parameter kelistrikan yang dipantau meliputi tegangan, arus, daya, energi, dan frekuensi. Sistem deteksi kebakaran difokuskan pada pemantauan suhu dan keberadaan asap. Pengiriman data dilakukan melalui jaringan Wi-Fi menuju platform berbasis cloud untuk ditampilkan pada antarmuka pemantauan. Penelitian ini tidak membahas secara mendalam mengenai perancangan sistem proteksi mekanis panel maupun analisis jaringan listrik skala besar.

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah terwujudnya suatu sistem yang mampu memantau kondisi energi listrik tiga fasa secara real-time serta memberikan proteksi otomatis terhadap potensi kebakaran pada panel distribusi. Sistem diharapkan dapat bekerja dengan tingkat keandalan yang baik, mampu memberikan peringatan dini kepada pengguna, serta melakukan pemutusan daya secara cepat ketika terdeteksi kondisi berbahaya. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan diharapkan dapat meningkatkan keselamatan instalasi listrik serta mendukung pengelolaan energi yang lebih efisien.

Studi Pustaka

Sistem tenaga listrik pada umumnya bekerja berdasarkan prinsip aliran energi listrik dari sumber menuju beban melalui jaringan distribusi. Pada sistem distribusi skala industri, penggunaan sistem listrik tiga fasa dipilih karena mampu menyalurkan daya yang lebih besar, lebih stabil, dan lebih efisien dibandingkan sistem satu fasa. Fenomena listrik seperti mengalirnya arus, munculnya beda potensial (tegangan), serta perubahan daya pada beban merupakan proses fisika dasar yang selalu terjadi pada sistem tenaga listrik. Selain itu, peningkatan arus dan suhu pada konduktor serta komponen panel merupakan fenomena alamiah yang, apabila melebihi batas wajar, dapat memicu kerusakan peralatan bahkan kebakaran.

Fenomena yang terjadi pada sistem listrik tiga fasa dapat dijelaskan melalui konsep dasar kelistrikan seperti hukum Ohm, daya listrik, serta hubungan antara tegangan, arus, dan beban. Pada sistem tiga fasa, daya listrik tersalurkan melalui tiga penghantar fasa yang memiliki beda sudut 120 derajat satu sama lain, sehingga menghasilkan sistem yang lebih seimbang. Konsep ini dikenal sebagai tiga fasa. Selain itu, peningkatan arus listrik akan menyebabkan kenaikan suhu pada penghantar akibat rugi-rugi daya dalam bentuk panas. Kondisi suhu yang berlebihan serta keberadaan asap atau gas mudah terbakar pada ruang panel dapat menjadi indikator awal terjadinya potensi kebakaran. Oleh karena itu, pemantauan parameter listrik dan suhu menjadi sangat penting dalam sistem proteksi.

Dalam penelitian ini, pendekatan yang digunakan adalah metode percobaan atau eksperimen secara langsung, bukan melalui pemodelan matematis murni. Sistem dirancang, dirakit, dan diuji menggunakan perangkat nyata pada panel distribusi sebagai objek pengujian. Setiap parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, dan daya diukur secara langsung menggunakan sensor, kemudian hasil pengukuran diamati melalui sistem monitoring berbasis IoT.

Percobaan juga dilakukan dengan memberikan kondisi tertentu, seperti peningkatan beban dan simulasi kenaikan suhu atau asap, untuk melihat respon sistem terhadap kondisi tidak normal. Pendekatan percobaan ini dipilih karena mampu menunjukkan kinerja sistem secara nyata sesuai dengan kondisi lapangan.

Contoh Persamaan

Perhitungan parameter kelistrikan dalam penelitian ini mengacu pada persamaan dasar kelistrikan yang umum digunakan dalam analisis sistem tenaga listrik. Contoh persamaan yang digunakan untuk menentukan hubungan antara tegangan, arus, dan resistansi mengikuti hukum Ohm, yaitu : (1) $V = I \times R$. Selanjutnya, perhitungan daya listrik pada sistem tiga fasa dinyatakan dengan persamaan:

$$P = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \cos\phi \quad (1)$$

$I_L \times \cos\phi$, dengan V_L merupakan tegangan saluran, I_L adalah arus saluran, dan $\cos\phi$ merupakan faktor daya. Adapun energi listrik yang terpakai dihitung berdasarkan hubungan antara daya dan waktu, yaitu (3) $E = P \times t$. Persamaan-persamaan tersebut digunakan sebagai dasar dalam proses pengukuran, pengolahan data, serta analisis kinerja sistem monitoring energi listrik tiga fasa yang dikembangkan pada penelitian ini.

Metodologi

Bahan dan perangkat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak pendukung sistem monitoring dan proteksi panel. Perangkat utama yang digunakan adalah mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengolah data. Untuk pengukuran parameter listrik digunakan modul PZEM-004T yang mampu membaca tegangan, arus, daya, energi, dan frekuensi. Deteksi potensi kebakaran dilakukan menggunakan sensor suhu DHT22 dan sensor asap MQ-2. Selain itu, digunakan juga modul relay, pemutus arus dengan mekanisme *shunt trip*, buzzer sebagai alarm, panel distribusi sebagai objek uji, sumber listrik tiga fasa, serta perangkat lunak pemrograman untuk pengolahan data dan pengiriman informasi ke platform IoT.

Sistem penggunaan alat ukur pada penelitian ini dilakukan dengan menempatkan sensor arus dan tegangan pada jalur masing-masing fasa pada panel distribusi. Sensor daya berfungsi untuk membaca parameter kelistrikan secara langsung dari sistem tiga fasa yang sedang beroperasi. Data hasil pengukuran kemudian diteruskan ke mikrokontroler untuk diproses dan ditampilkan dalam bentuk informasi digital. Sensor suhu ditempatkan di dalam ruang panel untuk memantau kondisi temperatur, sedangkan sensor asap diposisikan pada area yang berpotensi mengalami akumulasi asap. Seluruh data yang diperoleh dari sensor dikirimkan ke sistem monitoring berbasis IoT melalui jaringan Wi-Fi dan dapat diakses secara *real-time* oleh pengguna melalui perangkat yang terhubung ke internet.

Teknik eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengujian langsung terhadap sistem yang telah dirancang. Pengujian dilakukan dengan mengoperasikan panel distribusi dalam kondisi normal dan kemudian diberikan variasi beban untuk melihat perubahan parameter listrik yang terukur. Selain itu, dilakukan juga simulasi kondisi tidak normal seperti peningkatan suhu di dalam panel dan keberadaan asap untuk menguji respon sistem proteksi. Setiap perubahan parameter diamati melalui tampilan monitoring dan dicatat sebagai data hasil percobaan. Respon sistem berupa alarm, notifikasi, serta pemutusan daya juga diamati untuk menilai kecepatan dan keandalan sistem terhadap kondisi berbahaya.

Rancangan percobaan dimulai dari tahap perakitan seluruh perangkat pada panel distribusi, meliputi pemasangan sensor, mikrokontroler, modul relay, dan sistem proteksi pemutus daya. Setelah sistem terpasang, dilakukan proses pemrograman mikrokontroler untuk membaca data sensor, mengolah data, serta mengirimkannya ke platform IoT. Tahap selanjutnya adalah pengujian fungsional sistem dalam kondisi normal untuk memastikan seluruh komponen bekerja dengan baik. Setelah itu, dilakukan pengujian dalam kondisi tidak normal melalui simulasi gangguan listrik dan potensi kebakaran. Hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengetahui kinerja sistem dalam memantau energi listrik tiga fasa dan memberikan proteksi terhadap panel distribusi.

Hasil Pengujian Sistem Monitoring Energi Listrik Tiga Fasa

Pengujian sistem monitoring energi listrik tiga fasa dilakukan dengan mengoperasikan panel distribusi dalam kondisi normal dan dengan variasi beban. Parameter yang diamati meliputi tegangan, arus, daya, energi, dan frekuensi pada setiap fasa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan nilai parameter kelistrikan secara *real-time* pada antarmuka pemantauan. Data yang ditampilkan berubah sesuai dengan perubahan beban yang diberikan, sehingga menunjukkan bahwa sensor dan sistem pembacaan data dapat bekerja dengan baik dan responsif terhadap kondisi aktual panel.

Berdasarkan hasil pengamatan, sistem monitoring mampu membantu pengguna dalam

mengetahui kondisi konsumsi energi listrik secara langsung tanpa harus melakukan pengukuran manual. Informasi yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar dalam pengelolaan energi agar lebih efisien. Selain itu, kestabilan pembacaan data selama pengujian menunjukkan bahwa sistem cukup andal untuk digunakan dalam pemantauan panel distribusi secara berkelanjutan. Dengan adanya sistem ini, potensi gangguan kelistrikan akibat beban berlebih dapat lebih cepat terdeteksi.

Hasil Pengujian Sistem Proteksi Kebakaran pada Panel

Pengujian sistem proteksi kebakaran dilakukan dengan mensimulasikan peningkatan suhu dan keberadaan asap di dalam panel distribusi. Pada saat suhu masih dalam batas normal dan tidak terdapat asap, sistem berada dalam kondisi siaga dan tidak memberikan peringatan. Ketika suhu meningkat melewati batas yang telah ditentukan atau sensor mendeteksi adanya asap, sistem secara otomatis mengaktifkan alarm dan mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui platform IoT. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan deteksi dini terhadap potensi bahaya kebakaran.

Selain memberikan peringatan, sistem juga melakukan pemutusan daya secara otomatis melalui pemutus arus yang terhubung dengan mekanisme *shunt trip*. Tindakan ini bertujuan untuk menghentikan aliran listrik agar tidak memperparah kondisi yang berpotensi menyebabkan kebakaran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu respon sistem tergolong cepat dan sesuai dengan yang diharapkan. Dengan demikian, sistem proteksi yang dikembangkan mampu meningkatkan tingkat keselamatan panel distribusi dan meminimalkan risiko terjadinya kebakaran akibat gangguan listrik.

Hasil dan Pembahasan

Data hasil pengujian pada penelitian ini diperoleh dari pengukuran langsung terhadap parameter tegangan dan arus pada sistem listrik tiga fasa di panel distribusi menggunakan sistem monitoring yang telah dirancang. Pengambilan data dilakukan pada beberapa kondisi beban untuk melihat perubahan nilai tegangan dan arus yang terjadi. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai tegangan relatif stabil di sekitar 218–221 volt, sedangkan arus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya beban. Data tersebut disajikan pada Tabel 1 dan digunakan sebagai dasar untuk menganalisis kinerja sistem monitoring energi listrik yang dikembangkan.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Parameter Listrik Tiga Fasa

No	Tegangan (V)	Arus (A)
1	218	2,1
2	220	2,5
3	219	2,9
4	221	3,3
5	220	3,8

Berdasarkan data pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa nilai tegangan pada sistem listrik tiga fasa cenderung stabil dengan kisaran 218–221 volt meskipun terjadi peningkatan beban. Hal ini menunjukkan bahwa sumber daya listrik dan sistem distribusi mampu menjaga kestabilan tegangan dengan baik. Sementara itu, nilai arus mengalami kenaikan yang cukup signifikan seiring dengan bertambahnya beban, yang menandakan bahwa sistem monitoring mampu merespon perubahan beban secara akurat. Kecenderungan kenaikan arus ini sesuai

dengan karakteristik dasar sistem listrik, di mana semakin besar beban maka arus yang mengalir juga semakin meningkat. Dengan demikian, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu melakukan pemantauan tegangan dan arus secara *real-time* dengan tingkat kestabilan dan keandalan yang baik.

Setelah diketahui bahwa sistem monitoring mampu bekerja dengan baik dalam memantau perubahan tegangan dan arus pada panel distribusi, pengujian selanjutnya difokuskan pada kinerja sistem proteksi kebakaran untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi potensi bahaya serta memberikan respon pengamanan secara otomatis. Hasil pengujian sistem proteksi kebakaran tersebut disajikan pada Tabel 2. Data pada Tabel 2 diperoleh dari hasil pengujian sistem proteksi kebakaran dengan cara mensimulasikan peningkatan suhu di dalam panel distribusi. Pengujian dilakukan secara bertahap mulai dari kondisi suhu normal hingga mencapai suhu tinggi yang berpotensi menimbulkan kebakaran. Respon sistem diamati berdasarkan perubahan status alarm, notifikasi, dan pemutusan daya. Dari hasil pengujian tersebut diperoleh variasi respon sistem sesuai dengan kenaikan suhu yang terjadi.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Parameter Listrik Tiga Fasa

No	Suhu (°C)	Respon Sistem
1	30	Normal
2	35	Normal
3	42	Alarm (ON)
4	48	Alarm & Notifikasi (ON)
5	55	Alarm, Notifikasi, SHUNT TRIP (ON)

Berdasarkan data pada Tabel 2, dapat diketahui bahwa sistem mampu bekerja dengan baik dalam mendeteksi peningkatan suhu di dalam panel distribusi. Pada suhu 30–35 °C, sistem berada dalam kondisi normal dan tidak memberikan respon peringatan. Ketika suhu mencapai 42 °C, sistem mulai mengaktifkan alarm sebagai peringatan dini. Pada suhu yang lebih tinggi, yaitu 48 °C, sistem tidak hanya mengaktifkan alarm tetapi juga mengirimkan notifikasi kepada pengguna. Selanjutnya, pada suhu 55 °C sistem secara otomatis melakukan pemutusan daya sebagai bentuk proteksi untuk mencegah terjadinya kebakaran. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem proteksi kebakaran yang dikembangkan mampu memberikan respon bertahap sesuai dengan tingkat bahaya yang terdeteksi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring energi listrik tiga fasa dan proteksi panel dari kebakaran berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan mampu bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya. Sistem berhasil memantau parameter tegangan dan arus secara *real-time* dengan tingkat kestabilan yang baik, serta mampu mendeteksi peningkatan suhu sebagai indikator awal potensi kebakaran. Selain itu, sistem juga mampu memberikan respon pengamanan berupa aktivasi alarm, pengiriman notifikasi, dan pemutusan daya secara otomatis ketika terdeteksi kondisi berbahaya. Dengan demikian, sistem ini dapat meningkatkan keselamatan panel distribusi serta mendukung pengelolaan energi listrik yang lebih aman dan efisien.

Daftar Simbol

V	= Tegangan listrik (Volt)
I	= Arus listrik (Ampere)
R	= Resistansi / Hambatan listrik (Ohm)
P	= Daya listrik (Watt)
V_L	= Tegangan saluran (Line Voltage) pada sistem tiga fasa (Volt)
I_L	= Arus saluran (Line Current) pada sistem tiga fasa (Ampere)
$\cos\phi$	= Faktor daya
E	= Energi listrik (kWh atau Joule)
t	= Waktu pemakaian (jam atau detik)

Daftar Pustaka

- [1] Ahmad R, Pratama D. Sistem Monitoring Energi Listrik Tiga Fasa Berbasis Internet of Things Menggunakan Firebase. *Jurnal Teknik Elektro*; 12 (1): 45–53. 2024.
- [2] Firmansyah A, Nugroho H, Prasetyo E. Implementasi Sistem Monitoring Daya Listrik Tiga Fasa Berbasis ESP32 dan MQTT. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*; 9 (3): 142–150. 2023.
- [3] Hidayat T, Prabowo G. Perancangan Sistem Monitoring Energi Listrik Berbasis Web dan Internet of Things. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*; 15 (1): 55–63. 2024.
- [4] Lestari N, Fauzi A. Pengembangan Sistem Monitoring dan Proteksi Panel Listrik Menggunakan Internet of Things untuk Pencegahan Kebakaran. *Jurnal Sistem Tenaga Listrik*; 6 (2): 61–69. 2025.
- [5] Prakoso B, Setiawan R. Sistem Proteksi Otomatis Panel Distribusi Terhadap Arus Lebih dan Suhu Berlebih Berbasis IoT. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi*; 7 (1): 34–42. 2025.
- [6] Putra RA, Saputra Y. Sistem Proteksi Panel Listrik dari Kebakaran Berbasis Sensor Suhu dan Internet of Things. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*; 11 (2): 102–110. 2023.
- [7] Rahman M, Sulastri E. Monitoring Arus dan Tegangan Listrik Berbasis IoT sebagai Sistem Peringatan Dini Gangguan Panel. *Jurnal Rekayasa ElektriKa*; 18 (1): 25–33. 2024.
- [8] Siregar R, Maulana D. Analisis Kinerja Sistem Monitoring Listrik Tiga Fasa Secara Real-Time Berbasis IoT. *Jurnal Sains dan Teknologi*; 13 (2): 98–106. 2024.
- [9] Suryanto A, Hidayat M, Kurniawan F. Design of IoT-Based Electrical Energy Monitoring System for Three Phase Load. *International Journal of Electrical Engineering*; 10 (2): 88–97. 2024.
- [10] Wicaksono A, Yuliana S. Sistem Deteksi Kebakaran Panel Listrik Menggunakan Sensor Suhu dan Asap Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*; 8 (2): 77–85. 2023.