



Jurnal Politeknik Caltex Riau

<https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer>
| ISSN : 2460 – 5263 (online) | ISSN : 2443 – 4167 (print)

IoT TROHEMS (*Transformator Online Health Monitoring System*)

Tianur¹, Mahdi Lestari^{1*} dan Endri Widodo³

¹ Politeknik Caltex Riau, Jl. Umbansari No.1, Pekanbaru 28265, Indonesia

² PT. Pertamina Patra Niaga Jl. Arifin Ahmad No.89 B, Pekanbaru 28289, Indonesia

*Corresponding Author: mahdi22trm@mahasiswa.pcr.ac.id

Abstrak

*Transformator merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam penyaluran tenaga listrik dari gardu distribusi ke konsumen. Kerusakan pada transformator menyebabkan kelangsungan pelayanan terhadap konsumen akan terganggu, tidak terjualnya energi listrik kepada konsumen dan mahalnnya harga transformator menjadikan komponen ini sangat perlu perhatian khusus. Pada dunia industri transformer menjadi bagian peralatan yang vital karena merupakan sumber energi listrik utama meskipun punya sumber energi lain dari genset sebagai cadangan akan tetapi genset yang menggunakan mesin diesel mempunyai batas waktu tertentu penggunaannya tergantung dari masing – masing kapasitas tangki bahan bakar yang dimiliki. Jika terjadi kegagalan pada kedua system tersebut maka operasional industri berhenti dan bisa menyebabkan citra perusahaan menjadi kurang baik. Untuk mengatasi potensi kerugian yang terjadi akibat kegagalan transformer dan untuk meningkatkan reliability transformer maka dibutuhkan sistem monitoring secara realtime berbasis IoT (Internet of Things). Untuk melakukan penelitian ini, penulis menggunakan metode fishbone issue untuk menentukan faktor penyebab dominan terjadinya transformator terbakar dan menggunakan Arduino Uno Wifi Rev2 untuk monitoring pada sisi Transformator dan menggunakan Raspberry PI CM4 untuk monitoring power measurement pada MCC. System Monitoring dirancang menggunakan IoT **Node-RED** sebagai pengolah data, menggunakan **Influxdb** sebagai database, menggunakan **MQTT** sebagai hosting server, dan **Grafana** sebagai platform Dashboard. Dengan dibuatnya sistem monitoring transformer secara realtime diharapkan sistem perawatan transformer menjadi lebih baik sehingga bisa mengantisipasi transformator tanpa terjadi kebakaran terlebih dahulu. Hasil dari pembuatan sistem monitoring menghasilkan penurunan peta risiko dari skor 16 (high) menjadi 4 (low to moderate). Pada referensi – referensi penelitian sejenis ditemukan masih belum ada yang memonitor parameter kritis transformator lebih lengkap seperti pada penelitian ini memonitor dari sisi transformator: temperature, oil sudden pressure, oil level dan pada panel mcc: tegangan, arus, daya, frekuensi, dan cosphi, dengan dilengkapi sistem trip.*

Kata kunci: *internet of things, nodered, influxdb, MQTT, grafana, transformator health monitoring*

Abstract

The transformer is a very important component in the distribution of electricity from distribution substations to consumers. Damage to the transformer causes the continuity of service to consumers to be disrupted, electricity energy is not sold to consumers and the high

price of transformers makes this component really need special attention. In the world of industry, transformers are a vital part of the equipment because they are the main source of electrical energy. Even though they have other energy sources from generators as a backup, generators that use diesel engines have a certain time limit for their use depending on the capacity of each fuel tank they have. If there is a failure in the two systems, industrial operations will stop and this can cause the company's image to become unfavorable. To overcome the potential losses that occur due to transformer failure and to increase the reliability of transformers, a real-time monitoring system based on IoT (Internet of Things) is needed. To conduct this research, the authors used the fishbone issue method to determine the factors causing the dominant occurrence of burnt transformers and used the Arduino Uno Wifi Rev2 for monitoring on the transformer side and used the Raspberry PI CM4 to monitor power measurements on the MCC. System Monitoring is designed using **Node-RED** IoT as a data processor, using **Influxdb** as a database, using **MQTT** as a hosting server, and **Grafana** as a Dashboard platform. With the creation of a realtime monitoring system for transformers, it is hoped that the maintenance system for transformers will be better so that they can anticipate transformers without starting a burn out first. The results of the monitoring system development resulted in a decrease in the risk map from a score of 16 (high) to 4 (low to moderate). In references to similar studies, it was found that no one monitors the critical parameters of the transformer more fully, as in this study monitoring from the transformer side: temperature, oil sudden pressure, oil level and on the mcc panel: voltage, current, power, frequency, and cosphi, equipped with a trip system.

Keywords: internet of things, nodered, influxdb, MQTT, grafana, transformer health monitoring

1. Pendahuluan

Dalam kehidupan yang telah maju (modern) kehadiran tenaga listrik dirasakan sangat penting, karena listrik sangat berguna sebagai sumber tenaga. Kita memerlukan listrik untuk melakukan segala macam kegiatan [3]. Berdasarkan penelitian berjudul Prototype Monitoring Arus, dsn Suhu Pada Transformator Distribusi Berbasis *Internet of Things (IoT)*, sistem monitoring sudah melakukan suhu dan arus secara baik namun masih belum memonitor parameter kritis lainnya seperti Oil level, Oil Sudden pressure seperti yang dikembangkan oleh peneletian penulis ini [4].

Pada umumnya pemeliharaan dan inspeksi pada trafo dilakukan 6 bulan atau 1 tahun sekali. Pada periode pemeriksaan trafo ini hanya bisa mengatasi parameter kritis isolasi minyak trafo yang sifatnya umur pakai. Meskipun sudah dilakukan pemeliharaan rutin tahunan masih saja terdapat kejadian trafo terbakar karena belum memperhitungkan faktor dominan lain penyebab kerusakan pada trafo. Trafo tidak termasuk pada core business sehingga perusahaan kurang mendalami aspek parameter kritis yang terdapat pada trafo, padahal jika terjadi permasalahan di trafo bisa menyebabkan efek yang bisa menghasilkan kerugian pada perusahaan bisa berupa revenue dan citra perusahaan. Pada Gambar 1 merupakan kejadian terbakarnya bus duct Terminal 3 DPPU SHAFTHI (Soekarno Hatta Fuel Terminal Hydrant Instalation) yang menjadi dasar penelitian ini dibuat.



Gambar 1. *Bus Duct* Trafo T.3 Terbakar

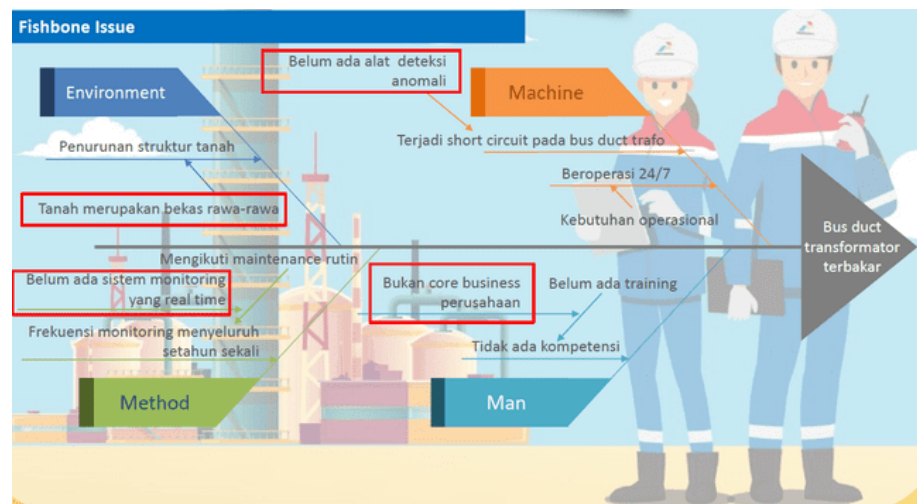
Tabel 1. Hasil Risk Matrix

Kejadian	Penyebab	Dampak	Rencana Mitigasi	Analisis Dampak			Risk Level
				P	D	S	
<i>Bus duct</i> Trafo Substation T.3 Terbakar	1. Pada bus-duct low voltage trafo #3 terdapat bekas terbakar/hangus; 2. Pada support trafo ditemukan rembesan minyak trafo; 3. Pada panel LV ditemukan relay protection/pengaman Schneider Sepam dalam kondisi rusak; 4. Ditemukan adanya celah antara atap rumah trafo dan	Kerugian Properti: 1-unit <i>bus duct</i> Low Voltage transformator merk Trafindo kapasitas Produk 1600kVA Gangguan Operasi: Penyaluran BBMP ke Terminal 3 terganggu	1. Memindahkan supply penyaluran BBMP Terminal 3 langsung dari sistem hydrant Terminal 1,2 2. Memastikan genset standby dan dapat dioperasikan untuk mensuplai sistem kelistrikan substation T3 apabila pompa hydrant T1-2 tidak cukup untuk mensuplai avtur ke hydrant apron T1,2, dan 3 3. Memasang garis pembatas di area trafo Substation T.3 4. Dari trend summary DCS, drop pressure T.3 terjadi pukul 15:24 s/d 15:46 WIB dengan durasi penormalan ± 22 menit	4	4	16	H

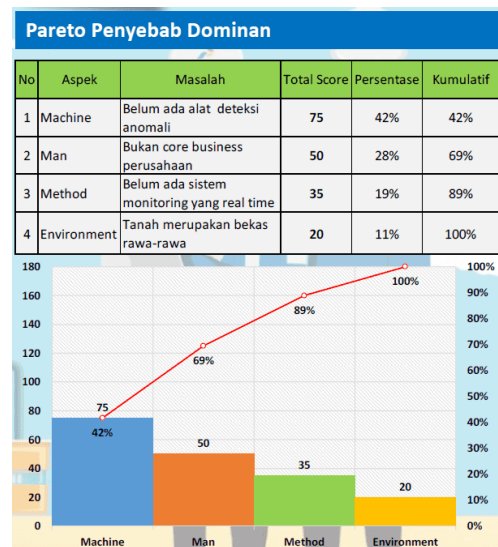


Gambar 2. Peta dan Peringkat Risiko

Tabel 1 merupakan metode yang digunakan untuk menghitung tingkat risiko berdasarkan dampak dan tingkat kemungkinan kejadian, sedangkan pada gambar 2 merupakan matrik nilai risiko antara tingkat kemungkinan dan dampak kejadian. Pada penelitian ini penulis menggunakan fishbone issue dalam menentukan faktor penyebab dominan terjadinya kebakaran pada *bus duct* trafo Terminal 3. Dari pemetaan akar penyebab dominan terjadinya kebakaran *bus duct* substation terminal 3 yang menggunakan fishbone issue akan dibuat pareto penyebab dominan yang terlihat pada gambar 4.



Gambar 3 Pemetaan Akar Penyebab Dominan Menggunakan Metode Fishbone



Gambar 4 Stratifikasi & Pareto Penyebab Dominan

Berdasarkan diagram pareto diatas, permasalahan dominan yang menyebabkan *bus duct* transformator terbakar terdapat pada aspek machine yaitu tidak ada sistem monitoring pada transformator. Oleh sebab itu, pada penelitian ini membuat sistem monitoring sensor pada transformator dan power measurement pada *MCC* secara realtime.

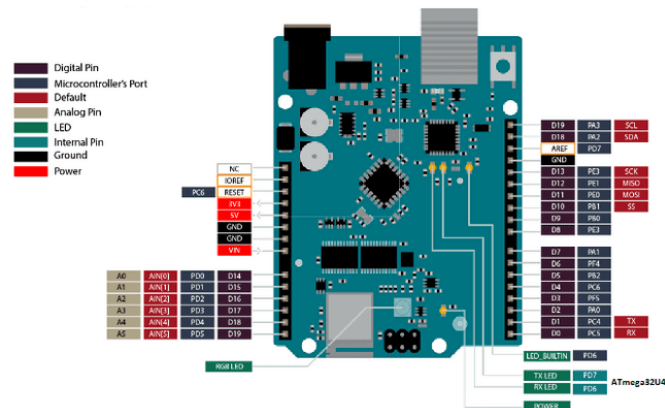
2. Perancangan

2.1 Transformator

Transformator merupakan sumber energi listrik utama di DPPU SHAFTHI termasuk dalam menggerakkan pompa yang mengalir Avtur dari Depot hingga pesawat dimana proses ini yang menjadi core business. Kondisi sebelumnya belum ada sistem monitoring kondisi anomaly pada transformator.

2.2 Arduino Uno Wifi Rev2

Arduino Uno Wifi Rev2 digunakan sebagai controller yang sudah memiliki wifi modul yang terintegrasi dengan TCP/IP protocol yang menyediakan akses pada jaringan wifi. Semua sensor yang terpasang pada transformator akan diproses oleh modul pada Gambar 5.



Gambar 5. Arduino Uno Wifi Rev2 Datasheet [5]

2.3 Raspberry PI CM4

Raspberry PI CM4 berfungsi sebagai concentrator didalamnya dipasang *Node-RED* sebagai pengolah data, *influxdb* sebagai database, *MQTT* sebagai server, dan *Grafana* sebagai Dashboard. Data sensor trafo masuk ke *Arduino Uno Wifi Rev2* terus dikirim ke *Raspberry PI CM4*. Data pengukuran *power logic 5500* dikirim ke *Raspberry PI CM4* melalui port *modbus RS 485*.



Gambar 6. Raspberry Pi CM4 [6]

2.4 Sensor Thermocouple PT 1000 K M6

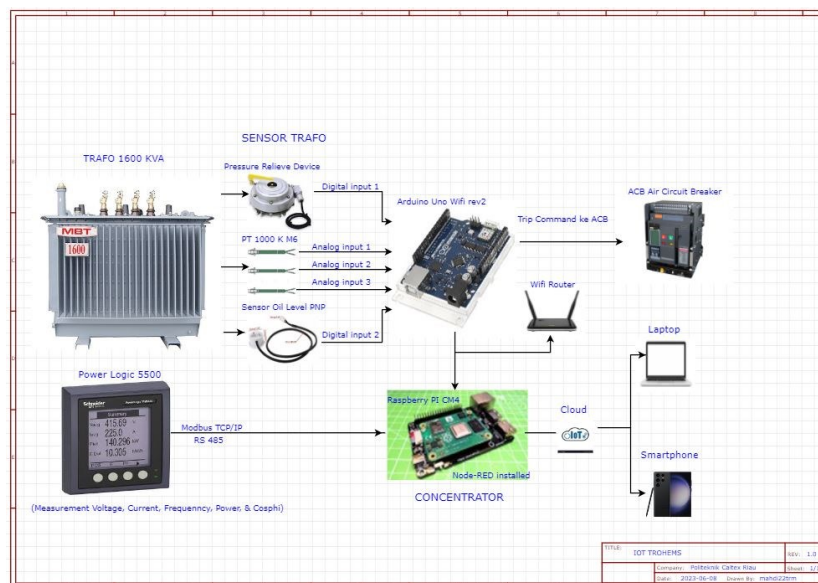
Sensor Thermocouple PT 1000 K M6 ini digunakan untuk mendeteksi nilai *temperature* pada transformator. Range pembacaan sensor ini $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ s/d $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ Sensor ini akan dipasang di 3 titik berbeda pada transformator.

2.5 Power Logic PM5500 Schneider

Power Logic PM5500 ini terpasang pada panel MCC yang berfungsi untuk mengukur tegangan, arus, daya yang merupakan keluaran dari transformator. Besaran ini juga akan di ambil datanya untuk di kumpulkan pada data concentrator yang akan ditampilkan pada dashboard monitoring.

2.6 Perancangan Iot TROHEMS

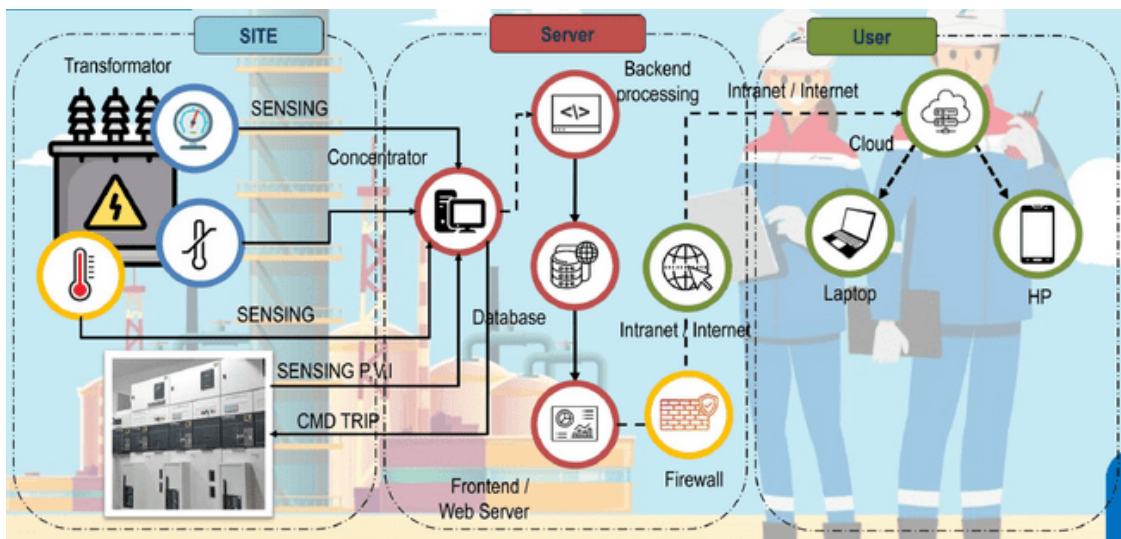
Pada gambar 7 pada trafo terdapat beberapa sensor yaitu 1. *Pressure Relieve Device* berfungsi sebagai merilis jika ada tekanan berlebih pada oli trafo. 2. 3 Sensor temperatur *PT 1000* berfungsi mengukur nilai temperatur yang dipasang pada 3 titik berbeda di trafo. 3. Sensor *PNP* yang berfungsi untuk mendeteksi level oli trafo. Arduino berfungsi membaca sensor yang terpasang pada trafo dan memberikan perintah trip ke *ACB*. Hasil pembacaan dari Arduino dihubungkan ke *Raspberry PI CM4 (Concentrator)* lewat *WiFi*. *Power Logic 5500* berfungsi melakukan pengukuran tegangan, arus, frekuensi, power, dan *cosphi* kemudian dihubungkan ke *Raspberry PI CM4* melalui kabel komunikasi *Modbus TCP/IP RS 485*. Pada system *IoT Trohems* menggunakan *Node-RED* sebagai pengolah data, menggunakan *MQTT* sebagai database, menggunakan *MQTT* sebagai server, dan *Grafana* sebagai Dashboard yang menampilkan semua parameter sensor yang dibaca. Semua tools pada system tersebut dipasang pada *Raspberry PI CM4* yang berfungsi sebagai *concentrator*.



Gambar 7. Perancangan IoT Trohems

2.7 Diagram Blok IoT TROHEMS

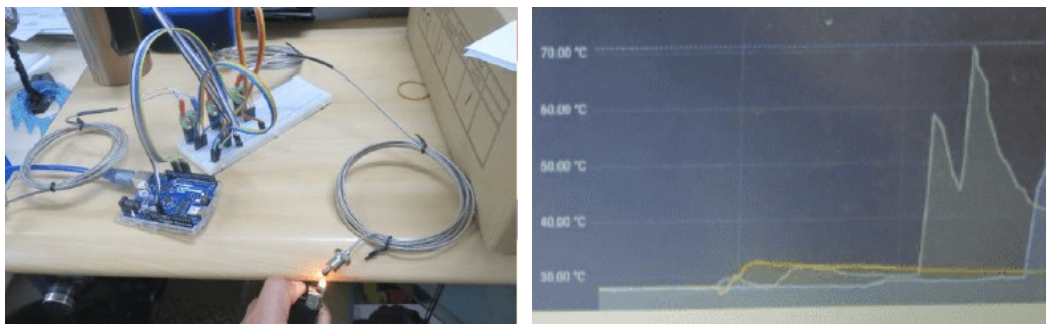
Diagram blok sistem ini terbagi menjadi 3 bagian yaitu site, server, dan user. Blok Site terdapat 3 bagian yaitu input sensing transformator, input sensing power P,V,I pada *MCC* dan output *CMD Trip*. Pada Blok Server terdapat Data Concentrator yang merupakan serangkaian *Arduino Wifi Rev2* dan *Raspberry PI CM4*. *Arduino Wifi Rev2* berfungsi sebagai yang membaca semua sensor pada transformator sedangkan pada *Raspberry PI CM4* yang berfungsi sebagai yang narik data melalui *modbus RS 485* *Power Logic 5500* yang terdiri dari tegangan, arus, daya, frekuensi, dan *cosphi*. Pada Blok User merupakan output yang akan menampilkan *Grafana* dashboard sistem monitoring transformator yang bisa diakses melalui website.



Gambar 8. Blok Diagram IoT Trohems

3. Hasil dan Pembahasan

Pada gambar 9 terlihat pada saat pengetesan pembacaan sensor thermocouple PT 1000 K M6 korek api dan terlihat pada dashboard sistem monitoring grafik besaran nilai mencapai 70 °C. Nilai pembacaan ini rasional.



Gambar 9. Pengetesan Pembacaan Sensor Thermocouple PT 1000



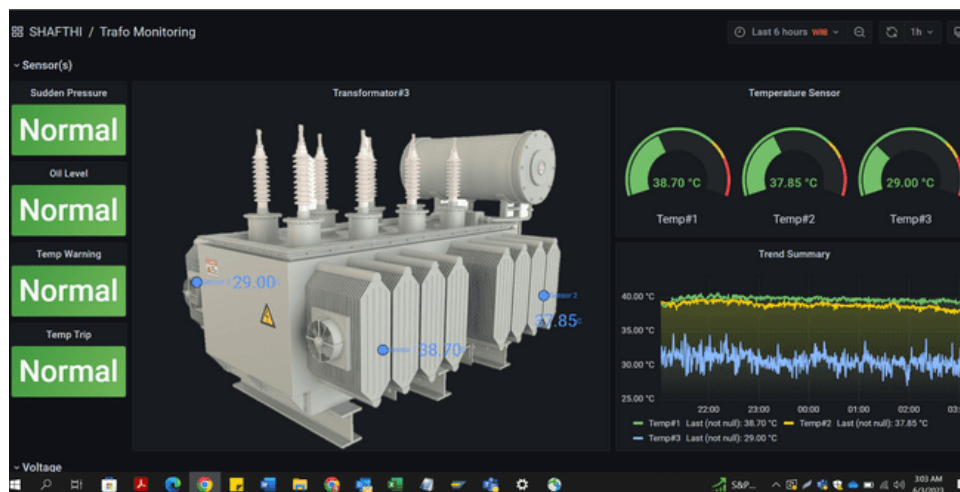
Gambar 10. Instalasi Rangkaian Menggunakan Box Panel di Transformator

Pada Gambar 10 pemasangan rangkaian arduino dan sensor yang dipasang didalam box elektrikal. Pemasangan jalur kabel sudah menggunakan gland connection agar jalur kabel kedap tidak terkondensasi dengan air yang bisa menyebabkan short circuit di dalam box. Pada pintu box juga sudah menggunakan seal ketika box di tutup juga akan kedap.

Data yang diambil pada dashboard IoT TROHEMS adalah 6 jam terakhir. Adapun data yang diambil akan terbagi menjadi 4 tampilan yaitu:

- Sensor (Nilai temperature 3 titik, sudden pressure, Oil Level, Temperature Warning, Temperature Trip, Temperature Trend Summary).
- Voltage (Tegangan Phasa ke Phasa, Tegangan Phasa ke Netral, Trend Tegangan).
- Current (Arus R, S, T, N & rata – rata, Arus tak seimbang R, S, T, N).
- Power, Frekuensi, dan Cosphi.

Berikut 4 gambar tampilan yang menunjukkan nilai - nilai pembacaan yang ditampilkan pada Grafana dashboard.



Gambar 11. Pembacaan Sensor Transformator



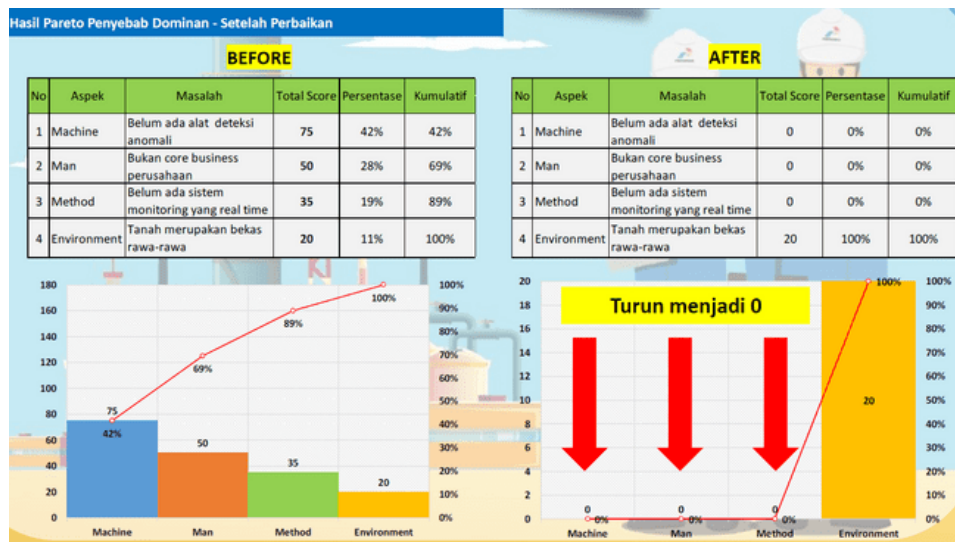
Gambar 12. Pembacaan Nilai Tegangan Transformator



Gambar 13. Pembacaan Nilai Arus Transformator



Gambar 14. Pembacaan Power, Frekuensi, dan Cospfi



Gambar 15. Hasil Pareto Penyebab Dominan Sebelum dan Sesudah

Pada Gambar 15 dari Hasil Pareto Penyebab Dominan Sebelum dan Sesudah bisa dilihat setelah dilakukan perbaikan dengan adanya dashboard sistem monitoring faktor penyebab masalah yang berasal dari machine, man, dan method turun menjadi 0% tinggal faktor penyebab dari environment saja sebesar 20%.

Penetapan Program / Objective					Pengendalian Risiko											
Persyaratan Hukum	Teknologi	Financial	Persyaratan Bisnis & GCG	Kebutuhan Stakeholder	Rekomendasi Risk Treatment/Opportunity (Rencana Pengendalian Risiko)	Tingkat Pengendalian					Penilaian Risiko					Prioritas
						Eliminasi	Substitusi	Engineering	Administrasi	APD	Likelihood	Severity	Skor	Risiko		
T	Y	Y	T	Y	R: 1. Pengantian bus-duct LV yang terbakar dengan kabel bawah tanah agar lebih aman dan dapat mencegah kejadian berulang; 2. Membuat talang air untuk menutup celah antara atap rumah trafo dan dinding; 3. Melaksanakan preventive maintenance trafo. 4. Melaksanakan monitoring secara realtime	T	T	Y	T	T	2	2	4	LTM	3	

Gambar 16. Penurunan Index Risiko Setelah Dilakukan Pengendalian

4. Hasil dan Pembahasan

IoT TROHEMS (*Transformer Online Health Monitoring System*) sudah selesai dirancang dan dibuat. Setelah pengujian penarikan data bisa disimpulkan bahwa dengan adanya sistem monitoring *transformator* ini dapat mengeliminasi faktor penyebab kebakaran bus duct transformator yang disebabkan oleh *machine, man, method*. Index risiko juga mengalami penurunan dari *High* skor 16 menjadi *Low to Moderate* skor 4.

5. Kesimpulan

IoT TROHEMS (*Transformer Online Health Monitoring System*) sudah selesai dirancang dan dibuat. Setelah pengujian penarikan data bisa disimpulkan bahwa dengan adanya sistem monitoring *transformator* ini dapat mengeliminasi faktor penyebab kebakaran bus duct transformator yang disebabkan oleh *machine, man, method*. Index risiko juga mengalami penurunan dari *High* skor 16 menjadi *Low to Moderate* skor 4.

6. Daftar Pustaka

- [1] Moh. Ryadh Dirga Pahlevi, Ardi Amir, Tan Suryani S, Muh. Aristo, “SISTEM MONITORING KENAIKAN SUHU PADA TRANSFORMER BERBASIS IoT”, Jurnal Ilmiah Foristek Vol. 11, No. 2, pp. 78-87, 2021.
- [2] Noer Soedjarwanto, Gigih Forda, “Monitoring Arus, Tegangan dan Daya pada Transformator Distribusi 20 KV Menggunakan Teknologi Internet of Things”, Jurnal EECCIS Vol. 13, No. 3, pp 128-133, 2019.
- [3] Muh. Farid Rusdi, Hamdani, Hamma, “Rancang Bangun Monitoring dan Controlling Pemakaian Daya Berbasis Internet of Things (IoT), EMITOR Vol. 22 No. 2, pp. 148-154, 2022.
- [4] Axel Reinal Madjid dan Bambang Suprianto, “Prototype Monitoring Arus dan Suhu Pada Transformator Distribusi Berbasis Internet of Things (IoT)”, Jurnal Teknik Elektro Vol. 8 No.1, pp. 111-119, 2019.
- [5] David Watson (view Mei 2023). FAQ: Introduction to Arduino Uno Wifi Rev2 [Online]. Available: <https://www.theengineeringprojects.com/2021/01/introduction-to-arduino-uno-wifi-rev-2.html/>.

- [6] Les Pounder (view Mei 2023). FAQ: Sourcekit PiTray Mini Review: Brings Ports to RaspberryPI CM4 [Online]. Available: <https://www.tomshardware.com/reviews/sourcekit-pitray-mini>.