

**Sistem Monitoring Beban Trafo Distribusi
secara Visual dan SMS Gateway
di PT PLN (Persero)**

Musthofa¹; Ujang Rahman²

¹ PT PLN (Persero) Pusdiklat, UPDL Pandaan, Indonesia

² PT PLN (Persero) UP2D Sumbar, Indonesia

¹ musthofa6623@gmail.com

Abstract

Economic growth of the community encourages the increasing electricity demand. To meet the electricity demand, of course, it is necessary to increase the capacity of the distribution transformer with the addition of an insert transformer and a new transformer. So that the increasing number of installed transformers is not proportional to the number of officers measuring the transformer load. The problem is the number of transformers is 3,938 units at PLN UP3 Padang with only 70 teams of load measuring officers, so load measurement only reaches 68% in 2019. This is because load measurements are carried out manually by mandating substations one by one, thus requiring large human resources and costs. Under these conditions, an easy and fast load measurement monitoring system is needed. This study uses the Root Cause Problem Solving (RCPS) methodology and System and Equipment Design by creating a Visual Transformer Load Monitoring System and SMS Gateway. With this system and equipment, the load of the substation can be easily seen visually with a light indicator installed on the panel box of the substation pole, so that the condition of the transformer can be quickly identified. The telemetering function with SMS sends load data to officers so that the risk of transformer damage can be reduced because this tool is an early warning against unbalanced loads, one phase outages with the Condition Base Maintenance (CBM) principle so that PLN can maintain transformer lifetime and maintain service quality.

Keywords: Load Monitor, Visual and SMS Gateway, Distribution Transformer

Abstrak

Pertumbuhan Ekonomi masyarakat mendorong meningkatnya kebutuhan akan listrik. Untuk pemenuhan kebutuhan listrik tersebut tentunya perlu penambahan kapasitas trafo distribusi dengan penambahan trafo sisipan dan trafo baru. Sehingga makin bertambahnya jumlah trafo terpasang yang tidak sebanding dengan jumlah petugas pengukur beban trafo. Permasalahannya jumlah trafo 3.938 unit di PLN UP3 Padang dengan keterbatasan petugas pengukur beban hanya 70 tim maka pengukuran beban hanya mencapai 68% pada tahun 2019. Hal tersebut dikarenakan pengukuran beban dilakukan secara manual dengan mandatangi gardu satu persatu, sehingga membutuhkan SDM dan biaya yang besar. Dengan kondisi tersebut diperlukan sistem monitoring pengukuran beban secara mudah dan cepat. Penelitian ini menggunakan metodologi Root Cause Problem Solving (RCPS) dan Perancangan Sistem dan peralatan dengan membuat Sistem Monitoring beban trafo secara Visual dan SMS Gateway. Dengan Sistem dan Peralatan ini, beban gardu secara mudah terlihat secara visual dengan indikator lampu terpasang di panel box gardu tiang, sehingga dengan cepat diketahui kondisi trafo tersebut. Fungsi telemetering dengan SMS mengirimkan data beban ke petugas sehingga resiko kerusakan trafo dapat dikurangi karena alat ini menjadi early warning terhadap beban tidak seimbang, padam satu fasa dengan prinsip Condition Base Maintenance (CBM), Sehingga PLN dapat mempertahankan lifetime trafo dan menjaga mutu pelayanannya.

Kata kunci: Monitor Beban, Visual dan SMS Gateway, Trafo Distribusi

1. PENDAHULUAN

Kontinuitas penyaluran tenaga listrik pada jaringan distribusi yang andal tentunya menjadi harapan setiap pelanggan PLN. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi masyarakat maka diikuti pula pertumbuhan akan kebutuhan listrik. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka pembebanan Trafo distribusi akan mengalami peningkatan secara cepat dan signifikan, sehingga secara Teknis PLN mengambil strategi dengan menambah trafo distribusi baru sisipan dan berusaha mempertahankan trafo existing dengan melakukan pengukuran beban secara rutin dan berkala dengan harapan trafo dapat beroperasi secara normal seimbang dan jika terjadi overload dapat diketahui sejak dini untuk dilakukan penyeimbangan beban menghindari kerusakan trafo akibat overload atau ketidak seimbangan. Penelitian ini mengembangkan jurnal sebelumnya tentang Sistem Monitoring Online Real Time Beban Unbalance dan Overload Trafo Distribusi di PT PLN (Persero)[1], yang mana monitor beban dilakukan secara visual sehingga dari penelitian sebelumnya dikembangkan untuk sistem monitor beban secara visual dan informasi beban dengan sms gateway pada trafo gardu Tiang.

1.1. Latar Belakang

Untuk mempertahankan trafo distribusi agar dapat beroperasi secara aman dan handal tentunya membutuhkan pengukuran beban trafo secara rutin dan periodik. Pengukuran terhadap beban puncak trafo distribusi yang dilakukan pada luar waktu beban puncak (LWBP) dan waktu beban puncak (WBP). Dari data penelitian dibawah ini dengan mengambil data pada unit PLN UP3 Padang, nampak sekali adanya keterbatasan jumlah petugas pengukur beban trafo. Dengan jumlah trafo sebanyak 3.938 unit tidak sebanding dengan jumlah petugas yang ada sebanyak 70 tim (140 orang). Dengan lokasi trafo yang tersebar dengan area yang luas meliputi 5 kabupaten/kota tentunya menjadi kendala bagi petugas untuk dapat mengukur beban hanya mencapai 68% dari total trafo, sehingga memungkinkan terjadinya kerusakan trafo akibat tidak terkontrol bebannya. Pada tabel Tabel 1 dapat dilihat hasil pengukuran beban trafo 68% di PLN UP3 Padang tahun 2019, angka kerusakan trafo 0,41% atau 16 unit dari total 3.938 unit.

Tabel 1. Pengukuran Beban Trafo PLN UP3 Padang- Tahun 2019.

NO	Unit Layanan Pelanggan	TOTAL		Prosen Trafo Rusak (%)	Pengukuran Beban Trafo (unit)	Prosen Pengukuran Trafo (%)	Jumlah Petugas	
		Jum Trafo (Unit)	Trafo Rusak (Unit)				Pengukur Beban Trafo (Tim)	(Orang)
1	BELANTI	536	2	0,37%	345	64%	6	12
2	INDARUNG	478	2	0,42%	391	82%	7	14
3	TABING	441	2	0,45%	302	68%	5	10
4	KURANJI	359	1	0,28%	250	70%	6	12
5	PARIAMAN	476	2	0,42%	412	87%	9	18
6	SICINCIN	229	1	0,44%	160	70%	10	20
7	LUBUK ALUNG	405	1	0,25%	220	54%	7	14
8	PAINAN	360	2	0,56%	349	97%	14	28
9	BL SELASA	536	2	0,37%	205	38%	5	10
10	TUA PEJAT	118	1	0,85%	56	47%	1	2
JUMLAH		3938	16	0,41%	2690	68%	70	140

Sumber : Laporan Pengusahaan PLN UP3 Padang -Wilayah Sumbar 2019

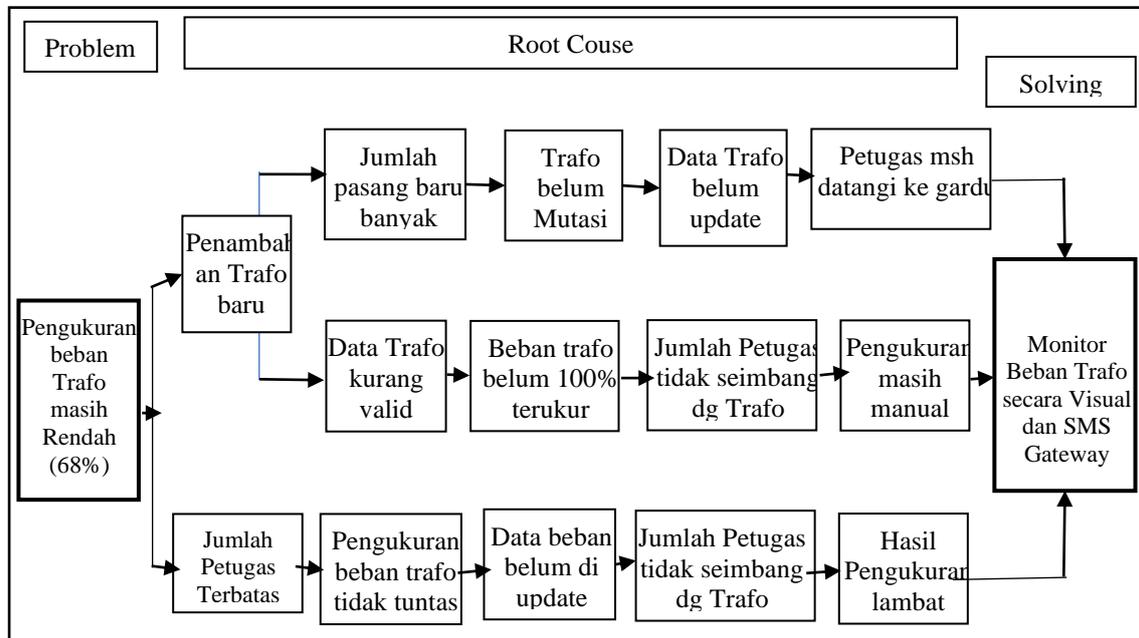
1.2. Permasalahan

Dari kondisi realia di atas permasalahannya adalah masih rendahnya pengukuran beban trafo yang dapat dilakukan oleh petugas yang terbatas yakni hanya 68% dari total trafo. Rendahnya pengukuran beban tersebut disebabkan pengukuran masih dilakukan petugas dengan cara

mendatangi setiap gardu tentunya hal ini menjadi kendala untuk mendapatkan data beban secara cepat dengan tidak lagi mengandalkan petugas akan tetapi dengan secara visual yang dilihat petugas terkait, dengan mudah mengetahui kondisi trafo gardu yang sedang beroperasi. Sehingga cara manual seperti saat ini berakibat masih terjadinya kerusakan trafo akibat beban lebih dan beban tidak seimbang karena lambat dalam mengantisipasi perbaikan dengan cepat dan terjadwal.

2. METODOLOGI

Pada penelitian ini, metode analisa dan identifikasi permasalahan dengan menggali akar masalah dengan menggunakan Root Cause Problem Solving (RCPS)[2], didalam identifikasi ini lebih difokuskan pada solusi problem yakni pembuatan peralatan monitor beban trafo secara Visual dan informasi beban lewat sms gateway. Ide solusi dengan menggali alternatif teknis untuk mencapai tujuan, mengumpulkan material dan referensi, membuat system kontrol dalam bentuk rancangan, membuat peralatan dan melakukan uji coba lapangan, dan mendokumentasi dalam bentuk jurnal penelitian.



Gambar 1. Root Cause Problem Solving

Penelitian ini bertujuan untuk membuat peralatan monitor yang dapat memudahkan petugas PLN memantau beban trafo tiang dengan cepat, baik kondisi beban tidak seimbang ataupun *trafo beban lebih* [3] secara *visual dan informasi beban lewat sms* guna tindakan preventive atau *Condition Base Maintenace (CBM)*[4] *transformator distribution* sehingga dapat mempertahankan *Lifetime*[5] serta *Health index Distribution Transformer* [6]. Manfaat yang diharapkan dari pengukuran beban trafo distribusi adalah petugas dapat mengetahui perkembangan beban trafo tanpa mengunjungi gardu tiang yang cukup banyak, sehingga jika terjadi hal-hal yang tidak normal dapat segera diambil tindakan secepat mungkin. Oleh karena itu, untuk membantu mengatasi berbagai permasalahan tersebut, diperlukan suatu ssstem dan peralatan monitor beban yang dapat memudahkan petugas PLN memonitor beban trafo tiang dengan tepat secara *visual* dengan infomasi melalui *SMS Gateway*[7].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode *Condition Base Maintenace (CBM)*[4] perlu dilaksanakan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan secara tiba-tiba dan untuk mempertahankan unjuk kerja peralatan semaksimal mungkin, sesuai umur teknisnya (*life time Transformer*). Disamping masalah teknis tentunya pelayanan terhadap pelanggan juga menjadi perhatian, khususnya saat terjadinya gangguan trafo petugas PLN belum menemukan cara untuk mengetahui sejak awal *early warning* terjadinya gangguan tersebut sebelum menerima laporan pengaduan dari pelanggan. Hal inilah perlunya pengukuran beban trafo secara terus menerus dan pendeteksian sejak awal terjadinya gangguan pada trafo distribusi. Sehingga pada akhirnya dapat menurunkan tingkat Susut Trafo, SAIDI dan mempercepat *recovery time* pelayanan gangguan PLN. Tujuan dari rancang bangun system monitor beban trafo ini adalah untuk; Memudahkan memonitor beban trafo tanpa harus melakukan pengukuran langsung oleh petugas, Memonitor beban trafo secara visual yaitu : Data dapat terkirim ke server secara otomatis maupun manual ke kantor maupun ke hp petugas (SMS) dan siapapun petugas atau pegawai PLN dapat memantau disetiap gardu tiang kondisi trafo tersebut.

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa Kajian konsep terkait Transformator Distribusi[8] adalah suatu alat untuk “memindahkan” daya listrik arus bolak-balik (*alternating current*) dari suatu rangkaian ke rangkaian lainnya berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik (*EMF Induction*). Mikrokontroler[9] adalah sebuah komputer mini yang terbuat dari *single integrated circuits*. Perangkat ini dilengkapi dengan CPU, memori RAM, ROM, I/O dan crystal oscillator sehingga mampu mendukung beberapa fungsi penting. Ketiga AT command[10] adalah sekumpulan string yang berisi karakter ASCII **AT** atau **at**. Body merupakan sebuah string yang hanya berisikan karakter ASCII dan terminator adalah akhir perintah yang merupakan karakter <CR>. Keempat OZEKI SMS Gateway[11], software ini digunakan sebagai platform sms, sehingga dapat mengakses layanan sms agar dapat ditampilkan ke layar komputer secara sederhana. Untuk menggunakan software ini, driver modem GSM harus diinstal agar aplikasi ini dapat mengirim dan menerima sms.

Sistem monitoring beban trafo gardu tiang ini, disebut dengan Monitoring Beban Trafo Distribusi secara Visual dan SMS Getway, System ini dirancang untuk membantu petugas untuk memonitoring kondisi dari beban trafo gardu tiang. Alat ini bekerja dengan cara mendeteksi arus yang mengalir ke beban. Besarnya arus yang mengalir akan dijadikan acuan untuk menentukan besarnya daya yang menjadi beban pada trafo tersebut. Secara umum sistem kerja alat ini dimulai dari pembacaan data arus dari sensor arus yaitu CT (*current transformer*) yang dipasang seri pada masing-masing fasa. Selanjutnya hasil pembacaan sensor arus tersebut diproses di *mikrokontroler*. Output dari mikrokontroler berupa Visual Box Panel dengan lampu-lampu sebagai indikatornya. Indikator tersebut berupa lampu yang terdiri dari tiga warna utama yaitu: Merah (beban lebih besar 80% sampai 100%): Sedangkan jika menyala berkedip maka trafo dalam keadaan Over Load diatas 100%, Kuning (trafo dalam keadaan tidak seimbang) dan Hijau : Memiliki arti bahwa trafo dalam keadaan normal.

Tiga kondisi diatas memiliki prioritas yang berbeda-beda. Prioritas tertinggi yaitu kondisi pertama, merah, prioritas selanjutnya berturut-turut kuning dan hijau. Gambar 3 menunjukkan skema cara kerja sistem peralatan dalam membaca arus beban jaringan, mengolahnya dan menampilkan output bentuk visual lampu pada box panel, berupa 3 kondisi beban trafo dan 3 output sebagai indikator fasa paling tinggi. Data ditampilkan secara visual agar beban trafo dapat dilihat oleh siapapun tanpa harus melakukan pengukuran langsung ke trafo. Kemudian data tersebut disimpan ke memory selanjutnya dikirim ke server pusat atau HP petugas (Telemetry) melalui sms.

Nilai arus masing-masing fasa akan dibandingkan sehingga dapat diketahui seberapa besar selisih beban antar fasa. Besar toleransi ketidakseimbangan adalah 25 % dari beban tertinggi pada salah satu fasa. Jika terjadi ketidakseimbangan arus melebihi 25 % maka mikrokontroller akan menyalakan indikator kuning, yang memiliki arti trafo dalam kondisi waspada. Namun jika belum melampaui maka mikrokontroller akan menyalakan indikator warna hijau, yang memiliki arti trafo keadaan aman. Arus yang mengalir harus dibawah arus nominal dari trafo tersebut. Jika arus yang mengalir diatas 80 % - 100 % arus nominal maka indikator merah akan menyala. Sedangkan jika besarnya arus sudah melebihi 100 % dari arus nominal maka indikator merah akan menyala, yang menandakan trafo dalam kondisi berbahaya dan memiliki kemungkinan akan meledak.



Gambar 2. Tampilan indikator visual pada panel Box gardu Tiang

Jika terjadi over load maka SMS peringatan akan dikirim langsung ke petugas terkait sehingga akan lebih cepat dilakukan tindakan pengamanan pada trafo tersebut. Demikian pula jika terjadi padam di salah satu fasa trafo, SMS warning akan terkirim langsung ke HP petugas. Contoh SMS peringatan dapat dilihat pada gambar 3.

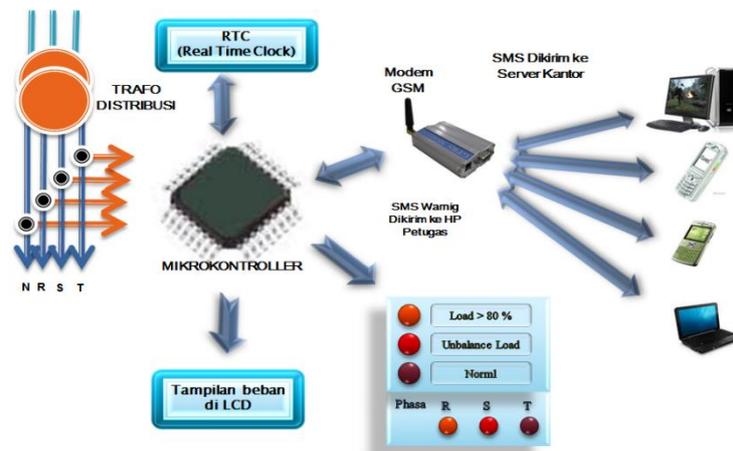


Gambar 3. Tampilan SMS peringatan yang dikirim ke HP petugas.

3.1. Skema dan Cara Kerja Sistem

Sistem ini disusun oleh tiga peralatan utama yaitu sensor, kontroller dan tampilan output. Rangkaian sensor terdiri dari dua macam yaitu CT dan rangkaian pengubah arus ke tegangan. Rangkaian sensor berupa resistor yang dirangkai seri digunakan untuk mengubah arus yang

mengalir menjadi tegangan, kemudian tegangan tersebut diolah oleh ADC (*Analog to digital converter*)[12] untuk diubah menjadi data digital.



Gambar 4. Skema Skenario sistem Monitor Beban

Dari gambar 4, dapat diketahui bahwa hasil dari pembacaan data dari sensor arus akan diteruskan ke mikrokontroller untuk diolah. Setiap hari data yang disimpan akan di kirim melalui media SMS ke ruang kontrol. Jika pengukuran menunjukkan adanya beban sudah over load maka alat ini akan langsung mengirimkan SMS ke petugas. Dan jika petugas menginginkan untuk mengetahui nilai beban secara realtime maka petugas dapat melakukan miss call ke no GSM alat tersebut. Data yang tersimpan tersebut dapat didownload langsung menggunakan komunikasi serial RS 232

Tabel 2. Perbandingan Pengukuran Trafo Sistem Monitor Beban Trafo Visual dan SMS dengan Pengukuran Secara Manual

No	Uraian	Sistem Monitor Beban Trafo Visual dan SMS Gateway	Pengukuran Gardu dengan Secara Manual
1	Kebutuhan akan Petugas	Tidak Ada	Ada
2	Kecepatan Pengukuran	+/- 2 detik	Lebih dari 30 men
3	Early warning	Ada	Tidak
4	Telemetry	Ada	Tidak
5	Efisiensi dlm proses pengukuran beban	Ya	Tidak
6	Indikator Output Beban Trafo	Visual (Lamp)	Tidak
7	Indikator beban Trafo	3 kondisi	Tidak
8	Indikator beban Tertinggi pada Phasa	Ada	Tidak
9	Informasi ke petugas	SMS	Tidak
10	Metode Pemeliharaan Trafo gardu	CBM	Rutin

Dari Tabel 2 diatas, didapatkan perbandingan pengukuran beban secara manual dan pegukuran beban trafo dengan Visual dan SMS Getway dimana tidak lagi membutuhkan petugas untuk melakukan pengukuran beban di lapangan, sehingga saat dibutuhkan maka langsung bisa di

misscall untuk menyampaikan kondisi beban dalam waktu +/- 2 detik, jika ada gangguan trafo apakah 1 phasa atau 2 phsa dan 3 phasa padam langsung secara otomatis menginfokan ke HP petugas dan pc server kantor ini sekaligus sebagai *early warning* adanya gangguan trafo sebelum pelanggan mengajukan complain ke contac center 123. Secara Visual akan difokan beban trafo dalam bentuk sinyal lampu dengan tiga kondisi yakni normal (hijau), unbalance (hijau), Overload (merah) dan untuk kondisi unbalance ditampilkan visual lampu berkedip sesuai dengan urutan phasa R, S atau T. Fungsi telemetering yang difokan melalui SMS gateway ke petugas, sangat berguna untuk perencanaan pemeliharaan gardu trafo juga mengkondisikan trafo pada *health index* nya sehingga *lifetime trafo* bisa dioptimalkan dan lebih efisien dibandingkan dengan pengukuran secara manual.

3.2. Manfaat

Manfaat dari Sistem monitoring beban trafo ini secara teknis adalah Membantu petugas PLN untuk memantau kondisi trafo, sehingga dapat meminimalisir terjadinya trafo rusak akibat beban lebih, Beban trafo dapat dipantau secara visual tanpa melakukan pengukuran langsung karena indikator beban trafo terletak diluar box sehingga mudah untuk dilihat dari jauh, Kondisi beban trafo akan dipantau secara real time dan dapat dilakukan secara telemetering[13] [14] ke ruang kontrol di kantor dan petugas terkait sehingga dapat mengatasi kendala pemantauan trafo yang jumlahnya banyak dan terpasang di berbagai tempat, Kondisi trafo yang mengalami gangguan akan dapat langsung diketahui oleh petugas PLN tanpa harus menunggu laporan pelanggan (seperti selama ini), Jenis gangguan trafo yang dapat dideteksi yaitu : gangguan padam satu fasa dua fasa dan tiga fasa, trafo overload satu fasa dua fasa dan tiga fasa.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan Sistem Monitor Beban Trafo secara visual dan sms gateway pada gardu tiang dapat mengatasi keterbatasan petugas pengukur beban bahkan tidak diperlukan petugas pengukur (0%) karena trafo distribusi yang tersebar diberbagai tempat dan jumlahnya cukup banyak dapat diatasi dengan mengirimkan data hasil pengukuran dengan cepat (2 detik) ke server kantor secara kontinue (*telemetering*). Petugas dengan cepat dapat mengetahui beban trafo dari SMS dengan cara melakukan miss call ke alat tersebut, sehingga kebutuhan data yang akurat dan cepat dapat dipenuhi. Secara teknis alat ini mampu mengatasi permasalahan tentang keterbatasan petugas dalam melakukan pengukuran beban trafo. Petugas dapat segera mengetahui sesaat setelah terjadinya gangguan dengan SMS yang dikirimkan ke HP petugas, sehingga mempercepat waktu *recovery time* dan SAIDI. Secara visual petugas lapangan dapat dengan mudah mengetahui kondisi beban trafo apakah normal, overload dan unbalance (satu phasa, dua phasa dan tiga phasa) cukup melihat indikator nyala lampu pada box panel di gardu tiang, juga sangat mudah untuk mendeteksi penyebab gangguan pada trafo dan mengambil langkah perbaikannya. Sehingga umur trafo menjadi optimal dan *Health Indeks* trafo selalu terjaga dengan prinsip *Condition Base Maintenance* (CBM), sehingga PLN dapat meningkatkan efisiensi dan mutu pelayanan kepada pelanggan. Hal yang perlu disarankan agar pengukuran beban ini maksimal adalah dibutuhkan kedisiplinan dan komitmen bagi petugas dan pejabat terkait, dalam mengevaluasi hasil data beban yang sudah masuk ke server dengan melaksanakan program pemeliharaan gardu secara terjadwal dan konsisten serta memastikan ketersediaan material trafo sesuai dengan kebutuhan (manajemen logistik).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Musthofa, "Sistem Monitoring Online Real Time Beban Unbalance dan Overload Trafo Distribusi di PT PLN (Persero)," *Energi & Kelistrikan*, 2020.
- [2] B. Vo, E. Kongar, and M. F. Suarez-Barraza, "Root-Cause Problem Solving in an Industry 4.0 Con.," *IEEE Eng. Manag. Rev.*, 2020.
- [3] S. Samsurizal and B. Hadinoto, "Studi Analisis Dampak Overload Transformator Terhadap Kualitas Daya Di PT. PLN(Persero) Up3 Pondok Gede," *KILAT*, 2020.
- [4] E. Quatrini, F. Costantino, G. Di Gravio, and R. Patriarca, "Condition-based maintenance- An extensive literature review," *Machines*. 2020.
- [5] F. Scatiggio and M. Pompili, "Health index: The TERNAs practical approach for transformers fleet management," in *2013 IEEE Electrical Insulation Conference, EIC 2013*, 2013.
- [6] A. N. Jahromi, R. Piercy, S. Cress, J. R. R. Service, and W. Fan, "An approach to power transformer asset management using health index," *IEEE Electr. Insul. Mag.*, 2009.
- [7] A. R. Wahid, I. R. Imaduddin, and M. Bachrudin, "PERANCANGAN TRIP CONTROL SISTEM PADA KWH METER PASCABAYAR MENGGUNAKAN SMS GATEWAY," *TESLA J. Tek. Elektro*, 2020.
- [8] G. Nicoll and M. J. Boss, "Transformers," in *Electrical Safety: Systems, Sustainability, and Stewardship*, 2014.
- [9] T. Nusa, S. R. U. A. Sompie, and E. M. Rumbayan, "Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler," *E-Jurnal Tek. Elektro dan Komput.*, 2015.
- [10] C. McInnes, "Command and control," in *Routledge Handbook of Air Power*, 2018.
- [11] E. E. Putri, "SMS Gateway," *Indones. J. Netw. Secur.*, 2015.
- [12] M. J. M. Pelgrom, *Analog-to-digital conversion*. 2010.
- [13] P. S. Wilson, "Telemetry—The Electrical Transmission of Gage and Meter Readings," *Journal - American Water Works Association*. 2020.
- [14] Ningrum R, Siregar R, Rusjdi D. Penerapan Sistem SCADA Dalam Perancangan Model Inferensi Logika Fuzzy Mamdani Pada Pembebanan Trafo Gardu Distribusi. *petir* [Internet]. 12Sep.2020 [cited 29Jun.2021];13(2):110 -18. Available from: <https://stt-pln.e-journal.id/petir/article/view/1001>
- [15] J. Suprpto, C. Irianto, and R. Siregar, "Analisis Trafo Scott Mengatasi Penurunan Kapasitas Daya Akibat Distorsi Harmonik", *energi*, vol. 12, no. 2, pp. 90 - 99, Dec. 2020.