

Analisis Rancang Bangun Implementasi Scada System Untuk Peningkatan Performa Mesin Produksi Pada Proses Washing Component Manufacture Engine Assembling

Bimas Putra Hariyanto

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat 16424, Indonesia

Email: bimasputrahariyanto@gmail.com

Received: 9 April 2023 | Accepted: 26 Juni 2023 | Published: 8 Juli 2023

Abstract

This paper presents how to increase the effectiveness of automobile manufacturing in terms of production machine performance. Automobile companies are one of the many industries that exist in various countries. This is because automobiles are transportation products that are widely used both for the purpose of transporting people and goods. Poor production machine performance will disrupt internal productivity to the point that it will affect the stability of industrial profits. One of the factors causing poor engine performance is due to predictive maintenance analysis activities that are still not optimal. SCADA system development will focus on monitoring equipment before it becomes abnormal (predictive maintenance) in real time. The monitoring and control method is carried out automatically by using sensors for data retrieval and a programmable logic controller as a remote terminal unit. Then, data will be sent to the server via CC-Link IE Field Communication and later be recorded and analyzed through the SCADA display. The results of research optimizing engine performance using the SCADA system are effective, with an increase in engine performance of 96.2% for downtime and 97.0% for frequency trouble.

Keywords: SCADA systems, predictive maintenance, manufacturing companies

Abstrak

Makalah ini menjelaskan tentang peningkatan efektivitas manufaktur automobile terkait performa mesin produksi. Perusahaan automobile merupakan salah satu industri yang banyak berdiri di berbagai negara. Hal ini dikarenakan automobile merupakan produk transportasi yang banyak dipakai baik untuk tujuan pengangkutan manusia maupun barang. Performa mesin produksi yang buruk akan mengganggu produktivitas internal sehingga akan berpengaruh terhadap kestabilan profit industri. Salah satu faktor penyebab performa mesin buruk disebabkan aktivitas analisis predictive maintenance yang masih belum optimal. Development SCADA system akan berfokus dalam monitoring equipment sebelum abnormal (predictive maintenance) secara real time. Metode monitoring & control dilakukan secara otomatis dengan menggunakan sensor sebagai pengambilan data, Programable Logic Controller sebagai Remote Terminal Unit kemudian data akan dikirim ke server melalui komunikasi CC-Link IE Field dan nantinya akan di rekam dan dianalisa melalui display SCADA. Hasil dari penelitian dengan mengoptimalkan performa mesin menggunakan SCADA system adalah efektif dengan performa mesin downtime meningkat 96,2% dan frequency trouble meningkat 97,0%.

Kata kunci: SCADA system, predictive maintenance, perusahaan manufaktur

1. PENDAHULUAN

Perusahaan manufaktur *automobile* merupakan salah satu industri yang banyak berdiri di berbagai negara. Hal ini dikarenakan *automobile* merupakan produk transportasi yang banyak dipakai baik untuk tujuan pengangkutan manusia maupun barang. Dalam proses pembuatan *automobile* ada banyak tahapan yang harus dilalui, mulai dari proses casting, machining, sampai proses *assembling* atau perakitan terhadap komponen – komponen utama *automobile* meliputi *engine unit, drive train unit, vehicle body unit, suspension unit, & electrical system unit*.

Secara umum target dari perusahaan *automobile* adalah bisa menghasilkan produk dalam kapasitas yang besar sesuai dengan banyaknya jumlah permintaan dan dengan waktu yang telah ditentukan. Oleh sebab itu perusahaan *automobile* harus benar – benar memperhatikan internal proses produksi agar bisa memenuhi dari permintaan produk yang semakin meningkat. Salah satu penyebab internal proses produksi yang tidak lancar adalah performa mesin produksi yang buruk. Permasalahan ini akan mengganggu produktivitas internal sehingga akan berpengaruh terhadap biaya operasional akan meningkat. Hal ini dikarenakan perusahaan harus tetap membayar pekerja dan energi listrik ketika mesin produksi mengalami breakdown. Sehingga hal ini akan berdampak terhadap kestabilan profit industri.

Pada perusahaan *automobile* PT. Mitsubishi Krama Yudha Motors & Manufacturing didapatkan data performa mesin yang buruk, dimana terdapat di 3 mesin yaitu FL2-20, FL2-40, FL2-170 dari Januari 2020 sampai September 2021 stop pada saat produksi (breakdown) dengan lamanya downtime 55,12 jam atau 2,62 jam per bulan dengan frekuensi trouble 47 kali atau 2,24 kali trouble per bulan. Atau biaya kerugian sampai dengan 110 juta per tahun.

Pada saat dimana persaingan terjadi dengan sangat ketat seperti saat ini. Dengan harga material serta upah karyawan yang naik setiap tahunnya, efisiensi dan efektivitas merupakan isu yang sangat penting. Dimana suatu industri manufaktur harus bisa tetap *survive* dengan cara melakukan suatu aktivitas yang mana diharapkan dapat menurunkan biaya diberbagai lini dan bagian (unit-unit). Salah satu biaya yang paling besar yaitu biaya operasional. Kemudian dengan melihat dari fenomena tersebut, yang mana dampak dari performa mesin produksi yang buruk yang sangat besar maka terpikirlah sebuah ide yang kreatif yaitu melakukan suatu pengembangan berbasis *Supervisory Control & Data Acquisition (SCADA) System* yang mana akan meningkatkan performa mesin dengan cara melakukan aktivitas *predictive maintenance* sehingga proses produksi akan tetap lancar kemudian profit perusahaan akan stabil atau lebih meningkat.

2. METODE DAN PERANCANGAN PENELITIAN

2.1. Metodologi Penelitian

1. Metode 5 Why Analysis

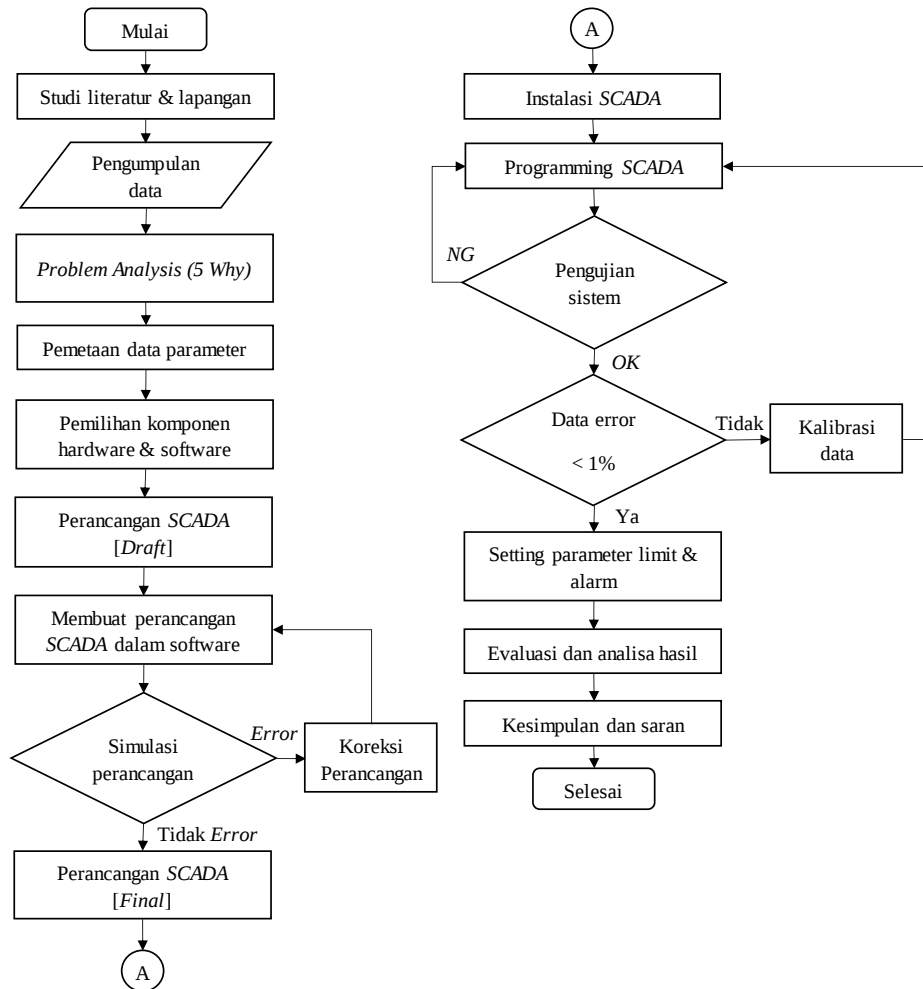
Metode 5 *Why Analysis* dalam menentukan akar penyebab. Kemudian akan dilakukan penentuan solusi yang bisa mengatasi permasalahan tersebut. Dalam hal ini solusi yang dimaksudkan yakni pengembangan *SCADA system* dalam proses perakitan *engine*.

2. Metode Software Development Life Cycle (SDLC) model waterfall

- Requirement gathering analysis*, dengan menentukan parameter tujuan.
- Desain *system*, melakukan perancangan *Development Supervisory Control & Data Acquisition (SCADA) System* yang digunakan pada penelitian ini.
- Implementasi, melakukan instalasi *SCADA system* mulai dari instalasi *hardware (sensor, MTU, display, dll.)* maupun *software (GX-work3, SCADA Genesis, SQL Server, dll.)*. Kemudian dilakukan pemrograman.
- Integration & testing*, melakukan setting integrasi *system* dan pengujian *SCADA system*

- e. *Verification*, melakukan verifikasi data apakah sudah sesuai atau belum.
- f. *Evaluation*, melakukan analisis data SCADA yang dimonitor selama 15 bulan sebagai parameter tujuan penelitian yang menentukan efektivitas dari *system*.

2.2. Diagram Alir Penelitian

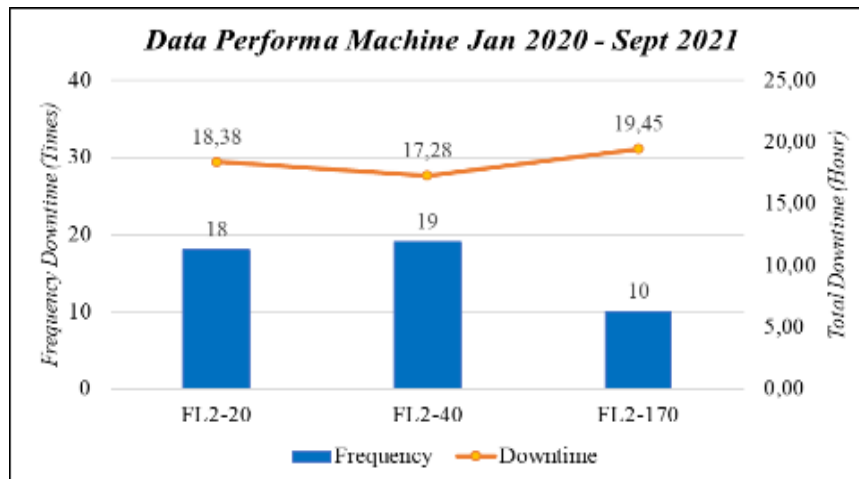


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.3. Data Objek Penelitian



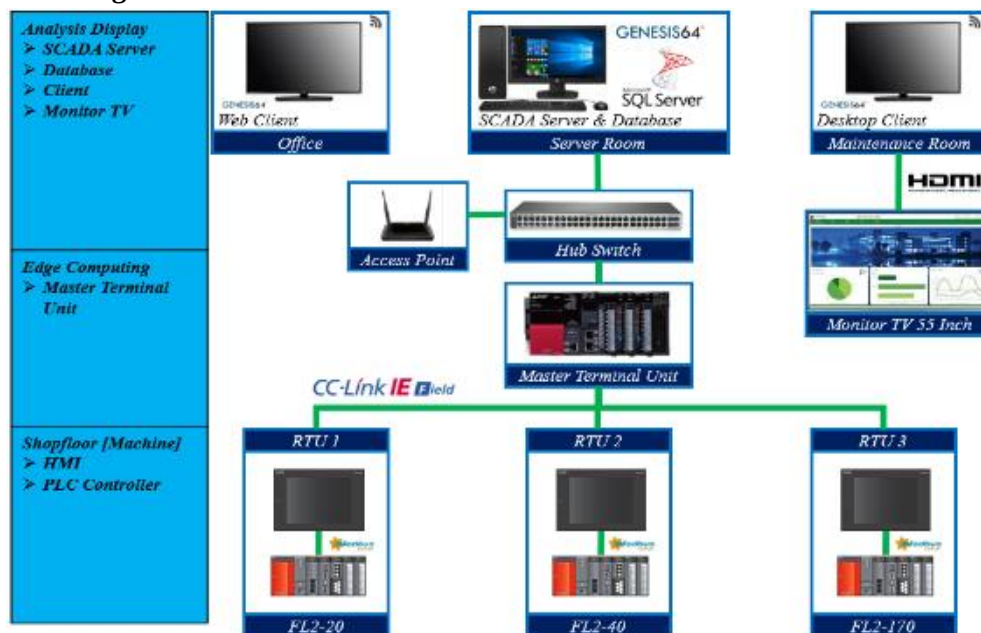
Gambar 2. Mesin FL2-20, FL2-40, & FL2-40



Gambar 3. Data Performa Mesin FL2-20, FL2-40, & FL2-40

2.4. Perancangan Penelitian

2.4.1. Perancangan Sistem



Gambar 4. Architecture SCADA System

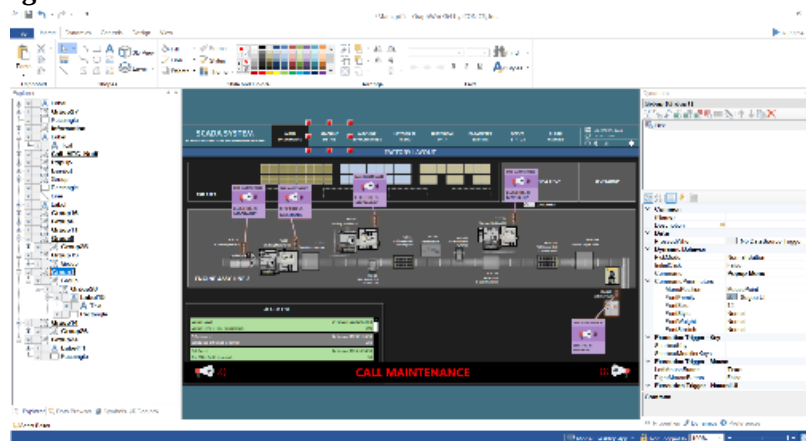
Proses akuisisi data dimulai dari *Remote Terminal Unit (RTU)* yang mewakili setiap masing – masing mesin. RTU pada penelitian ini menggunakan controller *PLC* yang mana untuk mengumpulkan data dari sensor dan kemudian data yang sudah diambil dari sensor akan menjadi bentuk digital. Kemudian data digital dikirimkan menuju *Master Terminal Unit (MTU)* melalui kabel *ethernet Cat6* dengan komunikasi *protocol CC-Link IE Field*. Dari MTU ditransfer menuju *server SCADA* melalui jaringan *Lokal Area Network (LAN)* menuju ke *SCADA server*. Dalam *SCADA server* akan ditampilkan data dalam bentuk status, variable angka, grafik, dll. Kemudian data tersebut akan dikirim dalam database *Microsoft SQL Server*.

2.4.2. Mapping Data Control Point

Tabel 1. Control Point Predictive maintenance

No	Control Point	Control Type	Device Module	Condition
1	Condition Washing Pump Upper	Predictive Maintenance	Inverter Module	Existing
2			Temperature & Vibration Module	Additional
3			Inverter Module	Existing
4	Condition Washing Pump Side	Predictive Maintenance	Temperature & Vibration Module	Additional
5	Condition Heater	Predictive Maintenance	Energy Measuring Unit	Additional
6	Condition Motor Circulation	Predictive Maintenance	Power Meter	Existing
7	Condition Motor Exhaust	Predictive Maintenance	Power Meter	Existing
8	Condition Motor Oil Lubrication	Predictive Maintenance	Energy Measuring Unit	Additional
9	Condition Magnetic Contactor & Relay	Predictive Maintenance	PLC	Existing

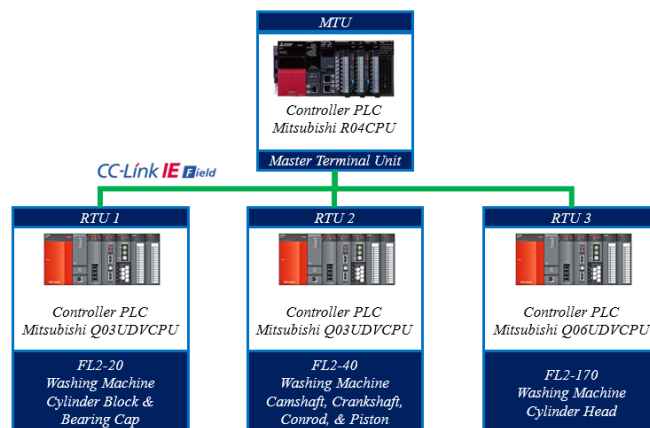
2.4.3. Perancangan Visualisasi SCADA



Gambar 5. Programing SCADA Main Layout

Pada gambar 5 menampilkan *Programing SCADA* pada bagian main layout yang mana bagian ini berfungsi sebagai standby tampilan monitoring. Pada bagian atas menampilkan menu fitur dalam tampilan SCADA yang diinginkan. Dalam lingkup tampilan ini menampilkan status keadaan mesin (runnin, stop, warning, power on, atau alarm. Pada bagian kiri bawah menunjukkan alarm list yang akan muncul secara real time. Kemudian bagian bawah adalah *pop up call maintenance* muncul ketika ada panggilan *maintenance* oleh operator mesin.

2.4.4. Perancangan PLC



Gambar 6. Architecture Controller CPU PLC MTU & RTU

2.4.5. Instalasi SCADA System

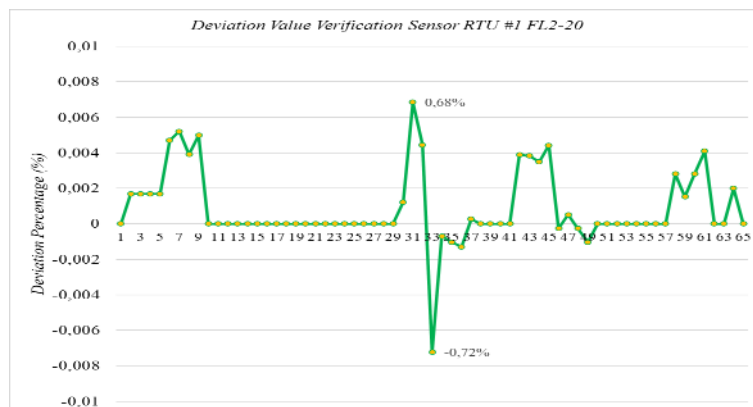


Gambar 7. Architecture RTU #1 FL2-20 (Washing Machine Cylinder Block & Bearing Cap)

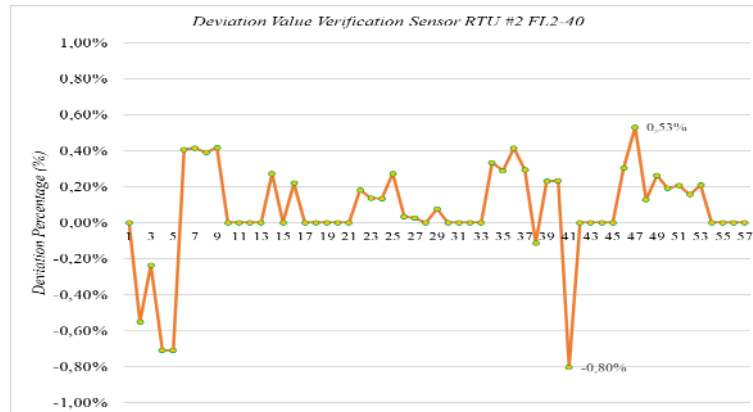
Pada gambar 7 menggambarkan tentang *Architecture* diagram instalasi peralatan controller, driver, dan load equipment mesin di RTU#1 FL2-20. PLC yang digunakan menggunakan PLC *existing* yakni Mitsubishi Q Series dan juga ada HMI GOT 2000 sebagai *interface* yang dihubungkan dengan *modbus TCP/IP*. Dimana beban yang dikontrol ada 6 unit. dalam akuisisi data besaran fisik menggunakan 4 jenis peralatan seperti: Mitsubishi power meter ME96, Mitsubishi Inverter, Power Meter EMU, FAG Smartcheck Schaffeler. Hal ini berbeda – beda dikarenakan dalam case ini ada yang memanfaatkan peralatan *existing*. Sedangkan penambahannya menggunakan Power Meter EMU, dimana digunakan untuk mengukur kondisi kualitas power listrik dengan harga lebih murah dan measurement jauh lebih lengkap. Kemudian ada tambahan FAG Smartcheck Schaffeler untuk mengukur tingkat vibrasi *impeller pump*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

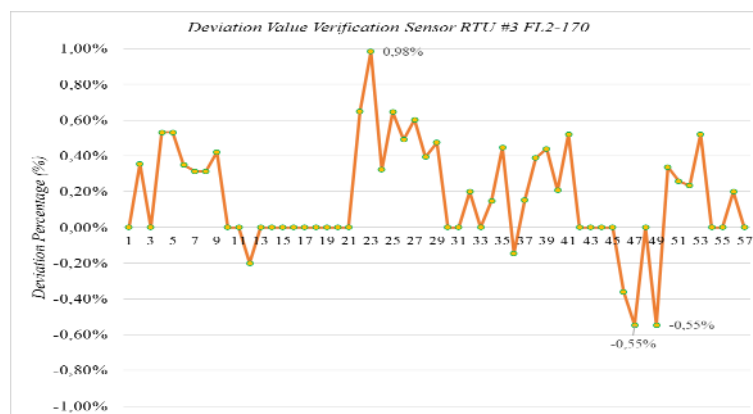
3.1. Pengujian & Verifikasi Sensor



Gambar 8. Grafik Deviation Sensor SCADA & Multimeter RTU #1 FL2-20



Gambar 9. Grafik Deviation Sensor SCADA & Multimeter RTU #2 FL2-40



Gambar 10. Grafik Deviation Sensor SCADA & Multimeter RTU #3 FL2-170

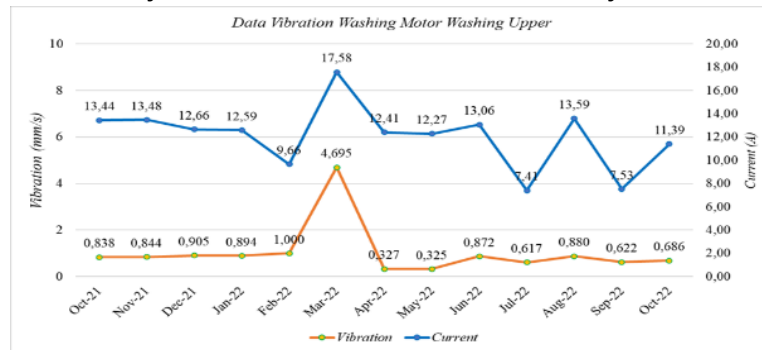
Pada Gambar 8, 9, dan 10 menggambarkan grafik *deviation* pada masing – masing *Remote Terminal Unit (RTU)* 1 sampai 3 dengan satuan percentage antara pembacaan sensor yang ditampilkan dalam SCADA dengan alat ukur. Alat ukur yang digunakan untuk pengukuran *voltage* menggunakan *HIOKI 3288* sedangkan *current* menggunakan *HIOKI 3283*.

Tabel 2. Deviation Max Positive & Max Negative

No.	Machine	Condition	Description	Multimeter Value	SCADA Value	Deviation
1	FL2-20	Max Positive	Current_P1 Motor Circulation	7,25	7,30	0,68%
		Max Negative	Current_P3 Motor Circulation	8,36	8,30	-0,72%
2	FL2-40	Max Positive	Current_P1 Motor Conveyor	0,75	0,75	0,53%
		Max Negative	Voltage_TR Motor Exhaust	389,10	386,00	-0,80%
3	FL2-170	Max Positive	Current_P1 Motor Circulation	6,04	6,10	0,98%
		Max Negative	Current_P1 Motor Oil Lubrication	0,18	0,18	-0,55%
			Current_P3 Motor Oil Lubrication	0,18	0,18	-0,55%

Pada tabel 2 adalah resume dari *maximum* nilai positive dan *maximum* nilai *negative*, dimana jika dari data diatas nilai *deviation maximum* positive paling tinggi adalah terdapat pada current P1 pada motor circulation di RTU #3 FL2-170 dengan nilai 0,98%. Sedangkan nilai *deviation maximum negative* paling tinggi adalah terdapat pada data *voltage TR motor exhaust* di RTU #2 FL2-40 dengan nilai -0,80%. Jika mengacu pada standar nilai *deviation device* adalah *maximum* 1% maka semua data *deviation* adalah masuk toleransi.

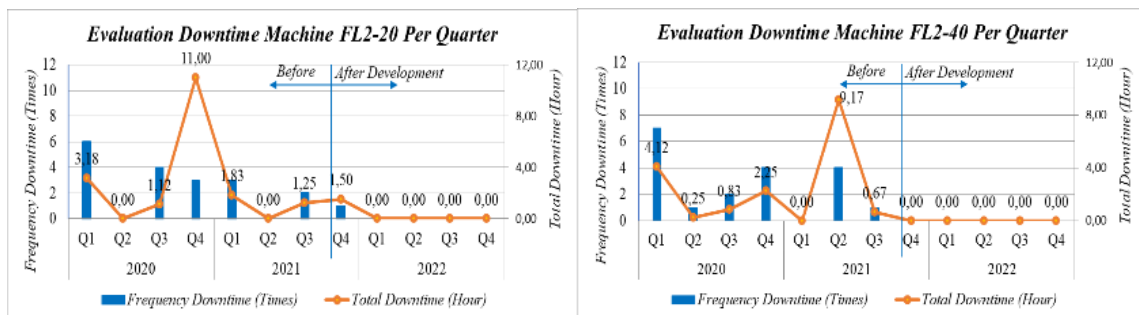
3.2. Export Data SCADA system & Evaluasi Trouble SCADA System



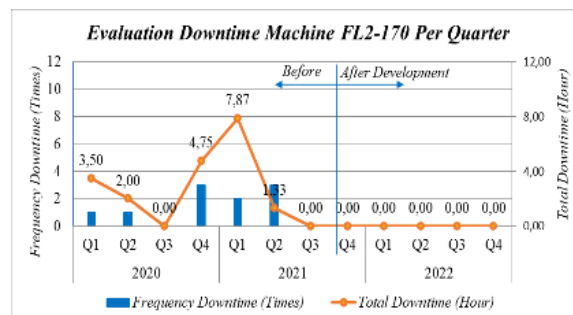
Gambar 11. Grafik Deviation Sensor SCADA & Multimeter RTU #3 FL2-170

Pada gambar 11 adalah tampilan SCADA disaat melakukan *export* dari *database* kemudian dijadikan format CSV. Kemudian gambar 4.36 adalah salah satu evaluasi data yang terdapat *problem* di parameter *vibration ISO* pada mesin FL2-40 untuk motor washing upper. Dimana pada bulan march 2022 terjadi kenaikan nilai *vibration ISO* sebesar 4,695 mm/s. Jika dilihat pada standard ISO 10816-3 Mechanical Vibration Measurements dimana dengan spesifikasi *pump 15kW* dengan kondisi rigid maka masuk dalam kondisi warning level C (*short term operation allowable*) dengan *value range vibration* 4,5 – 7,1 mm/s. Oleh karena itu perlu dilakukan *overhaul* untuk pompanya dan ditemukan kondisi *bearing 6307 ZZ* sebanyak 2 pcs yang kondisinya bermasalah. Dan kondisi *rubber coupling* yang sudah aus. Kemudian dilakukan penggantian kemudian di *running* Kembali didapatkan hasil 0,327 mm/s. kemudian jika dikorelasikan antara parameter vibration dengan *current motor* memang ada kenaikan disaat *vibration* naik namun kondisi *current motor* masih aman yakni sebesar 17,59A dengan kondisi *limit warning current* 28,5A dan *limit alarm current* sebesar 30A.

3.3. Evaluasi Performa Mesin



Gambar 12. Evaluation Downtime Machine FL2-20 & FL2-40 Per Quarter



Gambar 13. Evaluation Downtime Machine FL2-170 Per Quarter

Pada gambar 12 dan 13 menggambarkan *trend* data evaluasi performa mesin washing FL2-20, FL2-40, FL2-170 yang didetailkan berdasarkan *quarter* atau per 3 bulan. *Quarter* 1 tahun 2020 sampai *quarter* 3 2021 adalah data performa mesin yang mana sebelum SCADA system diimplementasikan sedangkan *quarter* 4 2021 sampai *quarter* 4 2022 sudah diimplementasikannya SCADA system. Dimana parameter performa mesin yang diambil adalah lamanya *downtime* dan banyaknya problem yang terjadi.

Tabel 3. *Evaluation Total Downtime Machine & Frequency Trouble*

No	Machine	Downtime			Bussiness Impact	Frequency			Bussiness Impact
		2020	Before	After		2021	Before	After	
1	FL2-20	15,30	18,38	1,50		13	18	1	
2	FL2-40	7,45	17,28	0,00		14	19	0	
3	FL2-170	10,25	19,45	0,00		5	10	0	
Total		33,00	55,12	1,50		32	47	1	
Average Per Month		2,75	2,62	0,10	96,2%	2,67	2,24	0,07	97,0%

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Hasil evaluasi SCADA dalam peningkatan performa mesin adalah efektif, dimana sebelumnya rata – rata *downtime* 2,62 hours menjadi 0,10 hours per bulan setara efektivitas sebesar 96,2%, sedangkan frequency problem dari 2,24 problems per bulan menjadi 0,07 problems per bulan setara efektivitas sebesar 97,0%. Kemudian berdasarkan gambar 11 menggambarkan *Predictive maintenance* dengan parameter vibration ISO adalah efektif dikarenakan SCADA bisa mendeteksi *abnormality condition*. Dimana pada bulan march 2022 motor washing upper pada mesin FL2-40 terjadi kenaikan nilai vibration ISO sebesar 4,695 mm/s. Jika dilihat pada *standard ISO 10816-3*, maka masuk dalam kondisi *warning level C (short term operation allowable)* dengan value range vibration 4,5 – 7,1 mm/s.

4.2. Saran

Penambahan algoritma *artificial neural network* dalam analysis data SCADA system bisa dikembangkan untuk optimisasi produktivitas industry manufaktur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Mitsubishi Krama Yudha Motors & Manufacturing yang telah memberikan saran berkonsultasi hingga mendapatkan data, analisa, implementasi, dan evaluasi SCADA system.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. D. Knapp and J. T. Langill, Industrial network security: Securing critical infrastructure networks for smart grid, SCADA, and other industrial control systems. Elsevier Science, 2014. doi: 10.1016/B978-0-12-420114-9.00018-6.
- [2] IEEE Computer Society., Proceedings of the International Conference on Computing, Engineering and Information : 2-4 April 2009, Fullerton, California, USA. IEEE Computer Society, 2009.
- [3] E. Lughofer and M. Sayed-Mouchaweh, Predictive maintenance in dynamic systems: Advanced methods, decision support tools and real-world applications. Springer International Publishing, 2019. doi: 10.1007/978-3-030-05645-2.
- [4] J. Prihantoro, H. Taufiqurrohman, Suyanto, Cahyadi, A. Larasati, and A. Nurrohim, "Implementation SCADA Web Client For Monitoring Geothermal Power Plant 3 MW Kamojang - Indonesia," in Proceedings - 2022 2nd International Conference on Electronic and Electrical Engineering and Intelligent System, ICE3IS 2022, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022, pp. 270–275. doi: 10.1109/ICE3IS56585.2022.10010311.
- [5] M. Sverko, T. G. Grbac, and M. Mikuc, "SCADA Systems With Focus on Continuous Manufacturing and Steel Industry: A Survey on Architectures, Standards, Challenges and Industry 5.0," IEEE Access, vol. 10, pp. 109395–109430, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3211288.
- [6] M. Facta, Institute of Electrical and Electronics Engineers. Indonesia Section, Universitas Diponegoro. Department of Electrical Engineering, and Institute of Electrical and Electronics Engineers., Proceedings, the 2017 4th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE): October 18-19, 2017, Semarang, Indonesia.
- [7] S. O. Wilson, C. Carvajal, J. Poalacin, and E. Salazar, "Detection of cavitation in centrifugal pump for vibration analysis," in Proceedings - 2018 4th International Conference on Control, Automation and Robotics, ICCAR 2018, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Jun. 2018, pp. 460–464. doi: 10.1109/ICCAR.2018.8384720.
- [8] D. C. Mazur, J. A. Kay, and K. D. Mazur, "Advancements in vibration monitoring for the mining industry," in 2014 IEEE Industry Application Society Annual Meeting, IAS 2014, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Dec. 2014. doi: 10.1109/IAS.2014.6978459.
- [9] M. Pineda-Sánchez, R. Puche-Panadero, M. Riera-Guasp, A. Sapena-Baño, J. Roger-Folch, and J. Pérez-Cruz, "Motor Condition Monitoring of Induction Motor with Programmable Logic Controller and Industrial Network," 2011.
- [10] Ga.) IEEE Power & Energy Society. General Meeting (2019 : Atlanta and Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2019 IEEE Power & Energy Society General Meeting (PESGM).
- [11] A. Rerkratn, I. Laosuwan, S. Tammaruckwattana, and J. Parnklang, "Integration of WirelessHART devices into mitsubishi PLC for plant monitoring," in 2018 3rd International Conference on Control and Robotics Engineering, ICCRE 2018, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Jun. 2018, pp. 209–212. doi: 10.1109/ICCRE.2018.8376466.
- [12] N. Carnegie, D. Suryadi, J. W. Supratman, K. Limun, and M. Bangkahulu, "ANALISA LEVEL GETARAN COOLING WATER PUMP 1 JENIS SENTRIFUGAL."
- [13] Y. H. Li, L. C. G. V. Inoue, and R. Sinha, "Real-time OEE visualisation for downtime detection," in IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), Institute of

Electrical and Electronics Engineers Inc., 2022, pp. 729–734. doi: 10.1109/INDIN51773.2022.9976067.

- [14] B. Tomar and N. Kumar, “PLC and SCADA based Industrial Automated System,” in 2020 IEEE International Conference for Innovation in Technology, INOCON 2020, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Nov. 2020. doi: 10.1109/INOCON50539.2020.9298190.
- [15] Universitas Tanjungpura, Institut Teknologi Bandung, Institute of Electrical and Electronics Engineers. Indonesia Section, and Institute of Electrical and Electronics Engineers, Proceedings of 2019 International Conference on Data and Software Engineering (ICoDSE) : Gedung Konferensi Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia, November 13th-14th, 2019.