JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Vol. 5, No. 2, Desember 2020, Hal. 327-332
Terakreditasi "**Peringkat 3"** oleh Kemenristek/BRIN, Nomor SK: 85/M/KPT/2020
DOI: 10.31544/jtera.v5.i2.2020.327-332
p-ISSN 2548-737X
e-ISSN 2548-8678

Perancangan Sistem Informasi *Operating Time* untuk Memudahkan Analisis Kinerja Mesin Secara *Real Time*

Priyo Ari Wibowo[#], Albertus Tomi
Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukancana
Jl. Alternative Bukit Indah, Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat 41151, Indonesia
[#]priyoariwibowo@stt-wastukancana.ac.id

Abstrak

Teknologi industri saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat dalam pengolahan bahan, peralatan dan proses yang terintegrasi dengan perangkat komputer, sehingga telah merubah sistem manual menjadi serba otomatis. Kini, berbekal peralatan modern tersebut semua aktivitas produksi bisa diselesaikan relatif cepat, efektif dengan hasil *output* yang maksimal. Saat ini, perkembangan yang pesat dari teknologi sensor, interkoneksi, dan analisis data memunculkan gagasan untuk mengintegrasikan seluruh teknologi tersebut ke dalam berbagai bidang industri, tahapan ini dikenal revolusi industry keempat atau era industri 4.0. Teknologi informasi di era ini sangat berpengaruh dan memudahkan manusia dalam memproduksi, mengolah data dan menyebarkan informasi. Selain dari kecepatannya, kinerja mesin juga lebih terjamin keakuratan serta keberhasilannya dalam beroperasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun sebuah sistem informasi di lini produksi berkaitan dengan informasi *operating time* dan *downtime* yang terjadi, sehingga kinerja mesin lebih terkontol secara cepat dan dapat dievaluasi saat itu juga (*real time*). Kecepatan informasi tersebut akan memudahkan pengambilan keputusan atau perubahan strategi secara cepat. *Downtime* adalah sumber utama yang menyebabkan kehilangan produktivitas sehingga dengan penanganan *downtime* yang lebih cepat, perusahaan bisa memperoleh hasil produksi dengan signifikan.

Kata kunci: Industri 4.0, *operating time*, *down time*, kinerja mesin, produktivitas

Abstract

Industrial technology is currently experiencing very rapid advances in the processing of materials, equipment and processes that are integrated with computer devices, so that it has changed manual systems to fully automatic. Now, armed with modern equipment, all production activities can be completed relatively quickly, effectively with maximum output. At present, the rapid development of sensor technology, interconnection, and data analysis has led to the idea of integrating all these technologies into various industrial fields, this stage is known as the fourth industrial revolution or industrial era 4.0. Information technology in this era is very influential and makes it easier for humans to produce, process data and disseminate information. Apart from the speed, machine performance is also guaranteed its accuracy and success in operation. The purpose of this research is to design and build an information system in the production line related to operating time and downtime information, so that machine performance can be controlled quickly and can be evaluated on the spot (real time). The speed of this information will make it easier to make decisions or change strategies quickly. Downtime is the main source that causes lost productivity so that by handling downtime faster, companies can get significant production results.

***Keywords**: Industry 4.0, operating time, down time, machine performance, productivity*

I. PENDAHULUAN

Sejak tahun 2011, kita telah memasuki *Industry* 4.0 yang ditandai meningkatnya konektivitas, interaksi, dan batas antara manusia, mesin, dan sumber daya lainnya yang semakin konvergen melalui teknologi informasi dan komunikasi. Pada revolusi industri keempat, menjadi lompatan besar bagi sektor industri, dimana teknologi informasi dan komunikasi dimanfaatkan sepenuhnya.Tidak hanya dalam proses produksi, melainkan juga di seluruh rantai nilai industri sehingga melahirkan

Diterima: 29 Oktober 2020; Direvisi: 11 November 2020; Disetujui: 16 November 2020
JTERA, Vol. 5, No. 2, Desember 2020

© 2020 JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Politeknik Sukabumi

model bisnis yang baru dengan basis digital guna mencapai efisiensi yang tinggi dan kualitas produk yang lebih baik [1]. Penggunaan sensor di mana-mana, perluasan komunikasi dan jaringan nirkabel, penyebaran robot dan mesin yang semakin cerdas serta peningkatan daya komputasi dengan biaya lebih rendah dan pengembangan analitik berpotensi mengubah cara barang diproduksi.

Indonesia telah berhasil membangun siklus ekonomi yang sehat, sehingga menjadi salah satu kekuatan ekonomi dunia dengan peringkat Produk Domestik Bruto (PDB) tahun 2016 pada urutan 16 di dunia, dan berpeluang mencapai peringkat 10 di tahun 2030 [2]. Indikator PDB suatu negara diantaranya adanya kenaikan pertumbuhan ekonomi dari periode sebelumnya. Revolusi industri digital baru ini menjanjikan peningkatan fleksibilitas di bidang manufaktur, kustomisasi massal, peningkatan kecepatan, kualitas yang lebih baik, dan peningkatan produktivitas. Namun untuk menangkap manfaat ini, perusahaan perlu berinvestasi dalam peralatan, teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dan analisis data serta integrasi arus data di seluruh rantai nilai global [2]. Namun tantangan tetap ada. Kebutuhan investasi, perubahan model bisnis, masalah data, pertanyaan hukum tentang kewajiban dan kekayaan intelektual, standar, dan ketidaksesuaian keterampilan adalah beberapa tantangan yang harus dipenuhi jika ingin memperoleh manfaat dari manufaktur baru dan teknologi industri. Jika kendala ini dapat diatasi, Industri 4.0 dapat membantu membalikkan penurunan industrialisasi di masa lalu dan meningkatkan total nilai tambah dari manufaktur menjadi 20% yang ditargetkan dari semua nilai tambah pada tahun 2020 [2].

Dalam konteks ini, objek pintar digunakan, yaitu instrumen canggih yang memungkinkan untuk mendukung keputusan pembuatan dan manajemen produksi, termasuk perencanaan dan pengendalian produksi, misalnya, mengenai: fungsi manajemen waktu nyata, dukungan keputusan manajemen produksi, pengukuran kinerja sistem produksi dan visualisasi [3], dengan mengacu pada prinsip berhenti bekerja segera, ketika masalah terjadi [4].

Pemantauan dan pengendalian industri adalah kombinasi mekanisme, arsitektur, dan algoritme yang digunakan di pabrik industri untuk mengamati dan mengelola aktivitas proses industri, motor, mesin, dan berbagai perangkat lain yang digunakan di lingkungan industri untuk mencapai tujuan yang diperlukan. Meskipun kedengarannya cukup baik untuk memiliki lingkungan industri yang cerdas dalam waktu dekat, namun juga harus menghadapi kendala dalam menangani data besar karena semua perangkat akan berkomunikasi satu sama lain dan bertukar informasi melalui *platform* umum. Proyek ini difokuskan pada aplikasi Industri yang akan terus diamati melalui serangkaian sensor. Modul sensor mengumpulkan data yang relevan untuk memutuskan apakah aplikasi yang akan dipantau bekerja secara efektif di bawah nilai ambang tertentu. Tujuan dari proyek ini adalah mengembangkan prototipe untuk memantau data *real-time* dengan membuat Dasbor Labview dan halaman web untuk ditampilkan dan juga dengan menggunakan *receiver* [5]-[8].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun sebuah sistem informasi di lini produksi berkaitan dengan informasi *operating time* dan *downtime* yang terjadi, sehingga kinerja mesin lebih terkontrol secara cepat dan dapat dievaluasi saat itu juga (*real time*). Kecepatan informasi tersebut akan memudahkan pengambilan keputusan atau perubahan strategi secara cepat. *Downtime* adalah sumber utama yang menyebabkan kehilangan produktivitas sehingga dengan penanganan *downtime* yang lebih cepat, perusahaan bisa memperoleh hasil produksi dengan signifikan [9]-[11].

II. METODE PENELITIAN

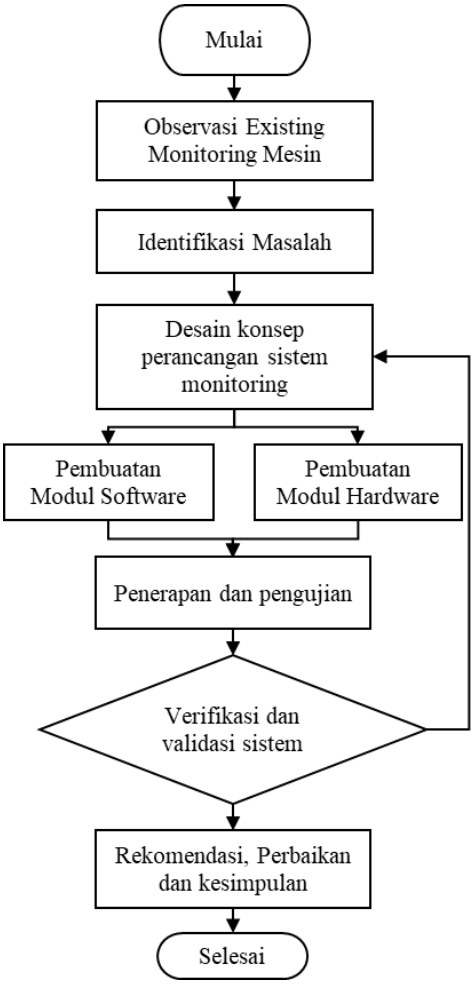
A. Tahapan Penelitian

Kerangka pemikiran ditunjukkan pada Gambar 1. Pengamatan awal dilakukan terhadap proses bisnis area penelitian di perusahaan. Berdasarkan hasil observasi, ditemukan masalah inefisiensi atau ketidaktepatan dalam evaluasi harian, mingguan dan bulanan.Setiap data keluaran mesin yang ada masih memerlukan pengolahan data.

Langkah selanjutnya adalah merancang sistem pemantauan produksi otomatis untuk mengatasi masalah tersebut. Ada pertanyaan panduan yang perlu ditentukan dimana salah satu pertanyaan tersebut adalah tentang penentuan metode pengumpulan atau akuisisi data [6]. Metode akuisisi diambil dari. Pada langkah pertama, sensor yang sesuai harus ditentukan untuk mengukur kinerja proses pemesinan atau untuk mendeteksi data luaran mesin. Sinyal yang dihasilkan oleh sensor perlu diolah untuk menghasilkan sinyal yang berkualitas dan baik bebas dari keterlambatan data. Sinyal tersebut kemudian diolah kembali dengan fitur deskriptor tertentu sehingga informasi yang terkandung dapat dipahami oleh pengguna sebagaimana dimaksud. Hasil pemrosesan sinyal dengan deskriptor kemudian perlu ditampilkan agar pengguna dapat mengakses dan melihat informasi dengan mudah untuk tujuan analisis.

Sebuah ikhtisar diberikan dalam penelitian ini tentang tantangan yang telah diatasi sebagai bagian dari realisasi, dan ringkasan gambaran umum uji coba verifikasi awal yang dilakukan pada penyebaran sensor. Hasil lebih lanjut juga akan diperoleh disajikan yang menunjukkan data sensor awal yang menjanjikan, yang menunjukkan kondisi yang mengarah ke tujuan informasi [7].

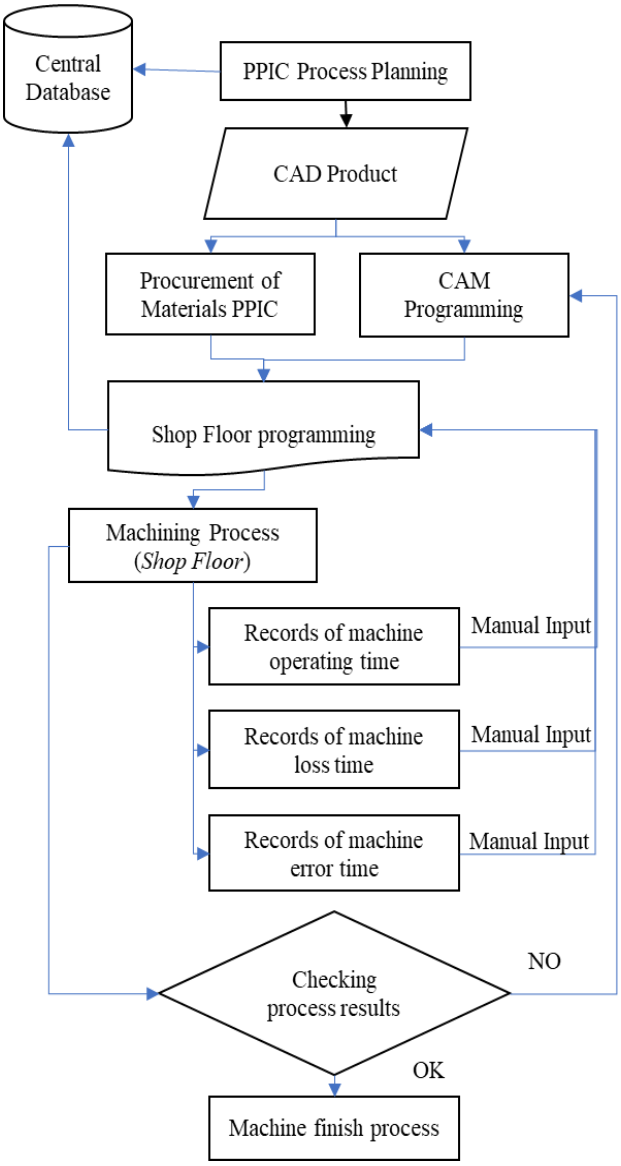
Membangun fitur konsep downtime reporting sehingga dapat tersimpan data peforma mesin secara terpusat dan memudahkan user dalam memantau status peforma mesin [8]. Setelah pembuatan modul *software* dan *hardware*, kemudian ke tahapan penerapan dan pengujian system. Verifikasi sistem dilakukan dengan menguji semua fungsi dan fitur yang disediakan oleh sistem satu per satu. Jika verifikasi menunjukkan hasil yang tepat, maka sistem perlu untuk divalidasi oleh pengguna terkait. Hasil validasi akan menentukan apakah desain menyelesaikan masalah. Jika Hasil keseluruhan layak untuk kemudian direkomendasikan untuk diimplementasikan.



Gambar 1. Tahapan penelitian

B. Observasi Proses Monitoring Awal

Proses monitoring mesin di perusahaan secara umum ditunjukan pada Gambar 2. Proses dimulai dari PPIC mengatur perencanaan dan penjadwalan proses produksi. Informasi tentang urutan proses produksi dan jadwal untuk setiap item produk yang dimanifestasikan dalam bentuk lembar pemantauan produksi. Tahapan selanjutnya adalah proses desain dengan luaran lembar gambar,yang di distribusikan ke proses selanjutnya untuk pengadaan material dan pembuatan desain program mesin. Tahapan selanjutnya setelah lembar data program selesai, kemudian proses machining berjalan. Dalam proses machining beberapa data perlu dicatat diantaranya data *operating time*, *loss time*, dan *error time*. Data-data tersebut diinput secara manual dengan melihat data dilayar mesin, sehingga tindakan atau keputusan sesuai dengan waktu kapan data tersebut dicatat dan dilaporkan ke penanggungjawab proses.



Gambar 2. Alur proses monitoring kondisi awal

Tabel 1. Variabel *indicator*

Variabel	Indikator	Nilai	Fakta
Operating Time	*Run Time*	85%	Fluktuatif, naik turun tidak terkontrol langsung
	Loss Time	10%	
	Error time	5%	
Kinerja Mesin	*Cycle Time*	100%	
	KPI	0%	Tidak ada

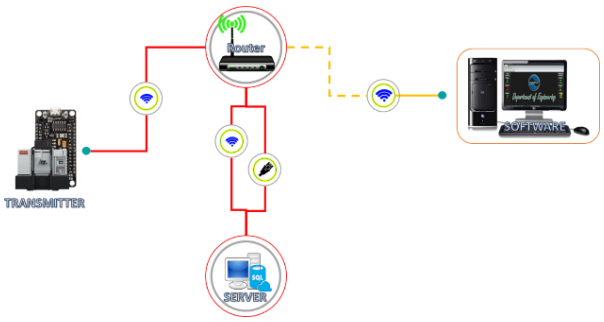
Kemudian tahapan setelah proses machining adalah melakukan verifikasi pengecekan hasil secara dimensi maupun visual produk. Jika tidak memenuhi kriteria hasil, maka proses dievaluasi oleh penanggunjawab desain program. Jika sesuai proses finish mesin selesai. Data data yang tercatat,selain di formulir tercetak juga dicatat dalam database perusahaan melalui Excel. Data waktu penyelesaian, pengoperasian, waktu produksi nyata dan validasi dilakukan sesuai data yang sudah diolah.

Pengolahan data dalam database sangat menentukan tindakan selanjutnya. Namun kondisi pengolahan data yang memerlukan waktu dan dilakukan pada siklus akhir shift atau bahkan mingguan, membuat analisa dan evaluasi masalah saat terjadi, tidak dapat diselesaikan dengan cepat dan tepat. Dampak dari masalah tersebut adalah terjadinya losstime berlebih saat proses machining. Dengan demikian perlu dilakukan pengembangan sistem monitoring yang lebih efektif untuk mengolah data dari mesin seperti *operating time*, *loss time*, *error time* menjadi data visual yang dapat dilihat tiap waktu. Hasil tampilan visual perlu didesain dengan tampilan *warning* yang jelas tanpa harus melihat detail nilai waktu yang ditampilkan. Kemudian indikator nilai dari variable *operating time* dan kinerja mesin dijelaskan pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 terlihat bahwa variabel *operating time* tidak dapat terkontrol dengan baik, hasilnya adalah fluktuatif dikarenakan adanya keterlambatan pengolahan data. Variabel kinerja mesin juga dipengaruhi oleh data dari variabel *operating time*, sehingga data pencapaian fluktuatif juga. Untuk KPI atau *Key Performance Index* juga tidak dapat didefinisikan karena harus melakukan pengolahan data pada variable *operating time*.

C. Desain Sistem

Mempertimbangkan kondisi di atas, maka perlu dirancang suatu sistem yang mampu memantau kinerja mesin secara otomatis. Data yang perlu dikumpulkan adalah identitas operator, nama mesin, *operating time*, *loss time*, dan *error time*. *Operating time* adalah waktu mesin beroperasi sampai dengan berhenti, data tersebut diambil dari indikator lampu



Gambar 3. Skema sistem monitoring

merah pada mesin. *Loss time* adalah waktu berhentinya mesin hingga beroperasi kembali, data tersebut diambil dari indikator lampu warna kuning mesin. *Error time* adalah waktu berhentinya mesin karena alarm, data diambil dari indikator lampu merah mesin.

Data-data tersebut dikumpulkan oleh perangkat pemantauan yang dipasang di mesin. Data dari perangkat pemantau dikirim ke *router* melalui *wireless*. *Router* kemudian mengirimkan data secara ke PC lokal yang terletak di lantai pabrik. Data tersebut kemudian disimpan secara lokal di aplikasi *software* yang telah dibuat di PC menggunakan Delphi. Tampilan data dibuat dengan tampilan *judgement* sesuai indikator lampu mesin.

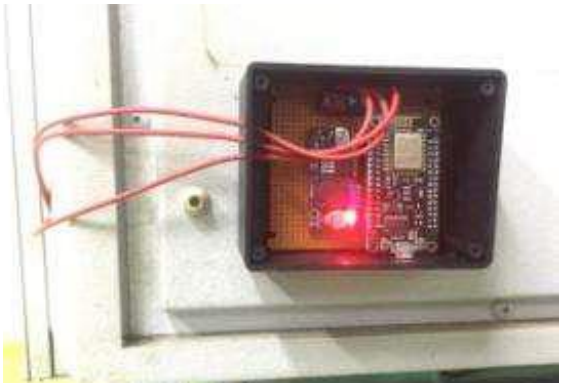
Pemantauan dengan aplikasi dapat dilihat oleh *manager*, *supervisor*, PPIC, maupun *user* yang membuat program mesin. Sementara untuk analisis data akan terekam dalam aplikasi berupa data yang sudah diolah dalam bentuk tampilan tabel maupun tampilan grafik secara otomatis. Jadi masing-masing tingkat proses *machining* dapat memanfaatkan hasil pemantauan sesuai dengan kebutuhan dan tujuan masing-masing. Berikut rancangan sistem yang ditunjukkan pada Gambar 3.

D. Pembuatan Modul Hardware

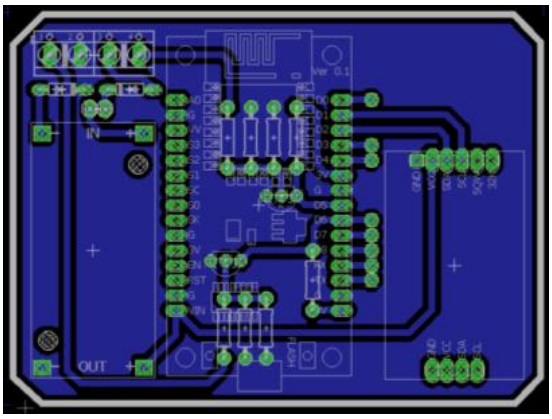
Tahapan pembuatan modul *hardware transmitter* diawali dengan desain *schematic, layout* PCB, *etching* PCB, sampai dengan perakitan *part* seperti ditunjukkan pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.

E. Pembuatan Modul Software

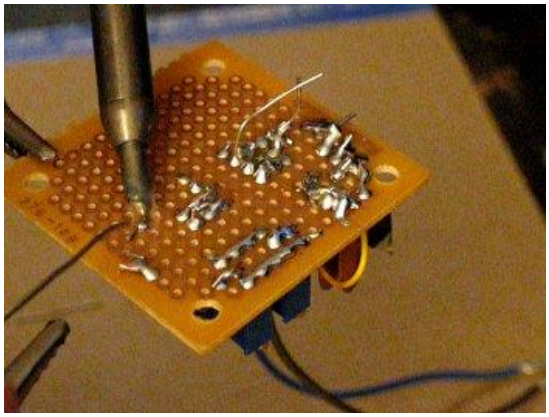
Seperti yang terlihat pada Gambar 7, perangkat pemantauan terletak di dekat indikator panel lampu mesin. Ketika mesin beroperasi (*operating time*), berhenti (*loss time*) ataupun terjadi alarm (*error time*), maka indikator panel lampu hijau, kuning, dan merah akan mengirim data ke *transmitter*, kemudian *transmitter* akan mengirim data ke *server* melalui *router*. Data dari *server* kemudian diolah oleh aplikasi dengan tampilan visual ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 4. *Hardware transmitter* mesin



Gambar 5. *Layout* PCB



Gambar 6. Perakitan *part*



Gambar 7. Display monitoring awal



Gambar 8. Display grafik pencapaian

Tabel 2. Indikator pencapaian *operating time*

Variabel	Indikator	Nilai	Fakta	Ket
Operating Time	*Run Time*	85%	85%	*Input* data otomatis dan *real time*
	Loss Time	10%	10%	
	Error time	5%	5%	
	Cycle Time	100%	100%	

Tabel 3. Indikator pencapaian kinerja mesin

Variabel	Indikator	Nilai	Ket
Kinerja Mesin	*Cycle Time*	Tampil dalam chart monitor	Kinerja mesin dan user terukur
	KPI	Tampil dalam display operating time	

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

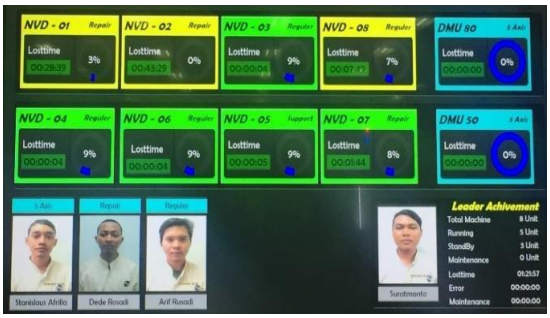
Verifikasi sistem telah dilakukan dengan menguji dan mengevaluasi semua fungsi dan fitur yang dirancang. Proses menunjukkan hasil yang memuaskan. Selanjutnya dilakukan proses validasi dengan mengimplementasikan sistem disesuaikan dengan kondisi sebenarnya. Proses validasi melibatkan operator, supervisor, dan staff PPIC. Pencapaian indikator variabel operating time dan kinerja mesin ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel di atas menjelaskan kepresisian nilai yang dihasilkan sesuai indikator variabel *operating time*, hal tersebut dikarenakan *input* data secara otomatis dan *real time* dapat dilihat kapanpun dan saat itu juga. Selain itu, dengan progress data yang tampil pada monitor, operator, atau *user* dapat cepat mengambil tindakan pencegahan agar tidak terjadi *loss time*. Adapun indikator pencapaian kinerja mesin dijelaskan pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil validasi, sistem yang diusulkan dapat diimplementasikan dengan baik di area *machining*. Data manual pencatatan dan pengetikan oleh operator dan supervisor sekarang tidak lagi diperlukan. Ini dapat mencegah keterlambatan analisa, kesalahan dan manipulasi data masukan. Staf atau PPIC dapat memanfaatkan data untuk mereview jadwal dan mengambil



Gambar 9. *Display* monitoring perubahan 1



Gambar 10. *Display* monitoring perubahan 2

keputusan yang sesuai data yang lebih akurat. Data waktu pengerjaan dan waktu pengerjaan berguna bagi supervisor untuk membuat penilaian yang lebih baik kinerja operator. Selain itu, supervisor juga dapat memantau riwayat penggunaan dan kapasitas mesin. Artinya supervisor dapat dengan cepat memastikan beban kerja *shop floor* yang menjadi tanggung jawabnya. Supervisor, PPIC, atau staf manajemen tingkat yang lebih tinggi dapat melakukan fungsi pengawasan dimanapun dan kapanpun secara real time atau saat itu juga selama masih dalam jaringan perusahaan. Beberapa perubahan tampilan visual diantaranya perubahan 1 dan perubahan 2 dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.

Perubahan tampilan dihasilkan dari evaluasi keluaran yang diharapkan agar lebih lengkap, tidak hanya pemantauan waktu kinerja mesin, tapi tampilan luaran juga dapat mengevaluasi kinerja karyawan yang melakukan aktivitas pada mesin mesin tersebut. Dengan demikian sistem ini akan terintegrasi antara mesin, *software*, dan manusia.

IV. KESIMPULAN

Aplikasi sistem informasi monitoring dan evaluasi kinerja mesin telah berhasil dirancang pada penelitian ini. Sistem yang dibangun ini dapat memonitor data-data kinerja masing-masing mesin dan dapat mengevaluasi kinerja masing-masing mesin secara *real time*. Data yang dapat diolah secara otomatis diantaranya *operating time*, *loss time*, *error time*, serta indeks pencapaian masing-masing *shift*. Kontrol terhadap kinerja mesin dan operator dapat dievaluasi tiap jam ataupun siklus satu *shift*. Dari hasil perancangan sistem informasi yang dikembangkan, perlu dikembangkan system yang lebih *user friendly* agar lebih mudah dibaca dan praktis.

REFERENSI

[1] (2018) Strategi RI Masuki-Revolusi Industri Ke 4K [Online]. Available: https://kemenperin.go.id/

[2] (2018) Making Indonesia 4.0 [Online]. Available: https://bsn.go.id/

[3] G. G. Vieira, 2M. L. R. Varela, 3G. D. Putnik, 4J. M. Machado, 5J. Trojanowska. "Integrated Platform for real time control and production and productivity monitoring & analysis". *The Romanian Review Precision Mechanics, Optics & Mechatronics*,, no. 50, pp. 119-127.2016

[4] Susie (Yamagishi) Werner, Jan. 13 2004 http://www.isixsigma.com/dictionary/Andon-585.htm

[5] A. Singh, A. A. Kirubaraj, S. Senith, and S. R. J. Ramson, "Industrial Parameters Monitoring System on Temperature and Speed for Pneumatic Cylinder," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, vol. 8, no. 6, April 2019.

[6] H. Prasetyo, Y. Sugiarto, and C. N. Rosyidi, "Design of an automatic production monitoring system on job shop manufacturing," *AIP Conference Proceedings 1931*, 030021. 2018.

[7] J. Downeya, D. O'Sullivanc, M. Nejmend, S. Bombinskid, P. O'Learye, R. Raghavendrac, and K. Jemielniakd, "Real time monitoring of the CNC process in a production environment- the data collection & analysis phase," *Procedia CIRP*, vol. 41, pp. 920-926, 2016.

[8] P. Oktivasari and Z. F. Suhardi, "Pengembangan Fitur Downtime Reporting dan Modul Summary pada system monitor dan pelaporan operasional Mesin eCRM," *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 9, no. 1, April 2016.

[9] A. Snatkin, K. Karjust, J. Majak, T. Aruväli, and T. Eiskop, "Real time production monitoring system in SME," *Estonian Journal of Engineering*, vol. 19, no. 1, pp.62-75, 2013.

[10] T. Pherson, "Overall Equipment Effectiveness & Real-Time Visual Management Critical Lean Tools," *Intelligent Manufacturing Solutions*, pp. 1-18, 2006.

[11] S. K. Subramaniam, S. H. Husin, Y. Yusop, and A. H. Hamidon, "Data collection using a real time production monitoring system for factors affecting production lines," *Journal of Science and Technology in the Tropics*, vol. 4, pp. 129-134, 2008.