

Perancangan Sistem Dashboard Pemantau Produktivitas secara Real-Time pada Mesin CNC di PT X

Ni Luh Saddhwi Saraswati Adnyani ^{1*)}, Gregorius B. C. Kirana ²⁾, Fikri Abdulhakim ³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Industri
Institut Teknologi Bandung
Jalan Ganesha No. 10, Bandung, Jawa Barat, Indonesia, 40132

^{*)} Korespondensi: saddhwi@itb.ac.id

Abstrak

PT X merupakan suatu perusahaan *contract manufacturer* yang memproduksi *item* berbahan dasar logam dan telah menjalin kontrak dengan beberapa produsen sehingga terdapat variasi pada permintaan *item* yang diproduksi. Permintaan terhadap seluruh *item* dapat dipenuhi dengan adanya 4 departemen yang dimiliki oleh PT X, yaitu departemen *cutting*, *milling*, *Computer Numerical Control* (CNC), dan *press*. Dari keempat departemen tersebut, departemen CNC menjadi departemen dengan persentase produktivitas terendah pada tahun 2023. Hal tersebut disebabkan karena tidak adanya alat atau *dashboard* yang dapat memantau kondisi mesin CNC secara *real-time*. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dirancang sebuah sistem *dashboard* untuk memantau produktivitas pada mesin CNC. Metode yang digunakan dalam perancangan *dashboard* pada penelitian ini adalah metode Vilarinho, yang dimulai dengan melakukan diagnosis terhadap area produktif, dilanjutkan dengan merencanakan dan mengidentifikasi kebutuhan sistem, mengembangkan sistem, serta diakhiri dengan menguji dan mengimplementasikan sistem yang telah dirancang. Sistem *dashboard* dikembangkan dengan menggunakan *software* Node-Red dan diimplementasikan secara langsung pada 2 mesin CNC. Sistem *dashboard* dilengkapi dengan tampilan *dashboard* yang dapat menyajikan data dan informasi yang menggambarkan produktivitas mesin CNC di PT X. *Dashboard* akan digunakan untuk keperluan pemantauan dan pengambilan keputusan bagi pihak manajerial dan *staff* produksi terhadap proses produksi di mesin CNC.

Kata kunci: CNC, produktivitas, *dashboard*, *real-time*

Abstract

PT X is a contract manufacturing company that produces metal-based items and has established contracts with several manufacturers, resulting in variations in item demand. The demand for all items can be met through the company's four departments: cutting, milling, Computer Numerical Control (CNC), and press. Among these departments, the CNC department recorded the lowest productivity percentage in 2023. This was due to the absence of tools or dashboards capable of monitoring CNC machine conditions in real time. To address this issue, a dashboard system was designed to monitor the productivity of CNC machines. The design method used in this study is the Vilarinho method, which begins with diagnosing the productive area, followed by planning and identifying system requirements, developing the system, and concluding with system testing and implementation. The dashboard system was developed using Node-Red software and implemented directly on two CNC machines. The dashboard includes a display that presents data and information reflecting the productivity of CNC machines at PT X. This dashboard will serve as a tool for monitoring and decision-making for both managerial staff and production personnel regarding the CNC machine production process.

Keywords: CNC, productivity, dashboard, real-time

I. PENDAHULUAN

Persaingan antar perusahaan yang bergerak di industri manufaktur menjadi semakin kompetitif seiring dengan adanya perkembangan teknologi dan globalisasi. Kini, perusahaan-perusahaan manufaktur tidak hanya bersaing dalam skala lokal, tetapi juga harus bersaing dalam skala global guna mempertahankan dan meningkatkan pangsa pasar mereka. Salah satu faktor kunci yang dapat menentukan keberhasilan suatu perusahaan manufaktur dalam bersaing dengan perusahaan kompetitornya adalah peninjauan dan peningkatan produktivitas. Dalam konteks manufaktur, produktivitas dapat diartikan sebagai suatu tolak

Info Makalah:

Dikirim : 04-16-2025;

Revisi 1 : 06-25-2025;

Revisi 2 : -

Diterima : 06-25-2025.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-XXX-XXX

e-mail : saddhwi@itb.ac.id

ukur efisiensi dan efektivitas dalam penggunaan sumber daya seperti tenaga kerja, mesin, dan material guna menghasilkan *output* yang maksimal [1]. Produktivitas menjadi salah satu indikator utama yang dapat menentukan keberhasilan operasional sebuah perusahaan manufaktur, sebab produktivitas yang tinggi turut memberikan kontribusi terhadap pengurangan biaya produksi, peningkatan kualitas produk, dan peningkatan kapasitas produksi yang secara langsung memungkinkan perusahaan untuk menawarkan harga yang lebih kompetitif kepada pasar dan meningkatkan profitabilitas. Oleh sebab itu, tidak dapat dipungkiri bahwa seluruh perusahaan manufaktur terus

mengupayakan penjaagaan serta peningkatan produktivitas guna mempertahankan dan meningkatkan pangsa pasar mereka, tidak terkecuali PT X.

PT X merupakan suatu perusahaan *contract manufacturer* (CM) yang memproduksi komponen atau *item* berbahan dasar logam. CM merupakan perusahaan yang tidak memiliki produk atau merek dagang sendiri. CM menjalankan produksinya ketika perusahaan lain yang berperan sebagai produsen melakukan kontrak dan *outsourcing* kepada CM untuk memproduksi *item-item* dengan desain dan spesifikasi sesuai keinginan produsen [2]. PT X telah menjalin kontrak dengan beberapa produsen, seperti produsen otomotif, produsen elektronik, dan produsen peralatan konstruksi, sehingga *item* yang harus diproduksi oleh PT X memiliki spesifikasi dan desain yang bervariasi. Untuk memenuhi permintaan produksi masing-masing produsen, PT X memiliki 4 departemen yang dibedakan berdasarkan jenis prosesnya, yaitu departemen *cutting*, CNC, *milling*, dan *press*. Setiap akhir tahun, PT X membuat rekapan data persentase produktivitas masing-masing departemen untuk mengevaluasi performa serta kinerja masing-masing departemen. Persentase produktivitas dihitung berdasarkan rata-rata perbandingan antara *cycle time* dan jumlah produksi dengan waktu produksi. Departemen CNC memiliki persentase produktivitas terendah, baik dalam semester pertama maupun semester kedua pada tahun 2023, apabila dibandingkan dengan departemen lainnya. Hal tersebut menjadi sebuah masalah mengingat departemen CNC berisi mesin CNC yang segala prosesnya telah terotomatisasi apabila dibandingkan dengan departemen lain yang prosesnya masih membutuhkan kendali dan pengawasan operator secara ketat. Dengan proses pada mesin CNC yang telah terotomatisasi secara menyeluruh, seharusnya departemen CNC memiliki persentase produktivitas paling tinggi dibandingkan dengan departemen lain.

Salah satu penyebab masalah yang berdampak pada rendahnya tingkat produktivitas mesin CNC PT X berada pada faktor mesin, yaitu *item* yang dihasilkan oleh mesin mengalami *defect* dan *item* yang dihasilkan mesin melebihi *cycle time* ideal atau terhenti. *Item defect* yang dihasilkan oleh mesin CNC salah satunya disebabkan oleh adanya variasi pada performa mesin CNC. Variasi performa yang terjadi pada mesin CNC disebabkan oleh kesalahan pengaturan alat pada mesin CNC dan tidak adanya pemantauan yang konsisten terhadap performa mesin CNC. Lalu, permasalahan waktu produksi *item* yang melebihi *cycle time* ideal atau terhenti disebabkan oleh mesin CNC yang tidak berjalan sesuai dengan kecepatan optimal serta mesin CNC yang terkadang mengalami kerusakan secara mendadak. Mesin CNC yang tidak berjalan sesuai dengan kecepatan optimal karena pemeliharaan mesin CNC yang tidak teratur dan adanya *unplanned downtime* yang tidak terdeteksi secara cepat.

Tidak adanya pemantauan yang konsisten terhadap performa mesin CNC serta *unplanned downtime* yang tidak terdeteksi secara cepat dapat disebabkan oleh tidak adanya sistem *monitoring* yang berjalan secara *real-time* untuk memberikan visibilitas secara langsung terhadap kondisi mesin CNC. Dengan demikian, dibutuhkan sebuah sistem *monitoring* berupa *dashboard* yang dapat memantau serta mengawasi kondisi mesin CNC secara *real-time* dan terus menerus. Sistem *monitoring* yang tepat dengan *dashboard* sebagai media yang dapat menampilkan data serta informasi dapat membantu perusahaan dalam mengidentifikasi penyebab masalah dari mesin CNC berdasarkan data yang tepat dan akurat sehingga perusahaan juga dapat mengambil tindakan serta keputusan dengan tepat. *Dashboard* dapat didefinisikan sebagai visualisasi dari sekumpulan data yang telah dikonsolidasikan untuk tujuan tertentu, yang memungkinkan pengguna melihat apa yang sedang terjadi dan mengambil tindakan [3]. *Dashboard* dirancang untuk mengkomunikasikan suatu informasi kepada *stakeholders* perusahaan dengan menggambarkan data secara ringkas yang mudah dimengerti secara cepat [4]. *Dashboard* membantu *stakeholders* tetap fokus

pada tujuan dan sasaran dengan memberikan panduan mengenai aktivitas mana yang penting dan memerlukan perhatian, serta mendukung pengambilan keputusan yang berkualitas [5]. Dengan begitu, dapat dikatakan bahwa *dashboard* merupakan sebuah alat atau fasilitas yang dapat menampilkan status dan kondisi mesin saat proses produksi yang dapat digunakan untuk melakukan *monitoring* terhadap produktivitas mesin.

Meskipun *dashboard* tidak dapat menjadi solusi langsung dalam menyelesaikan masalah pada produktivitas, *dashboard* dapat menjadi sebuah alat yang dapat menyediakan data serta informasi yang diperlukan untuk mengambil tindakan yang tepat. Pengambilan tindakan semakin baik apabila data serta informasi mengenai produktivitas dapat terbaru secara *real-time*, sehingga perusahaan dapat mengetahui kondisi proses produksi pada mesin secara langsung dan perusahaan juga dapat langsung mengambil tindakan berdasarkan kondisi tersebut. Hal tersebut terbukti dari penelitian yang dilakukan oleh Vilarinho dkk. [6]. Pada penelitian tersebut, *dashboard Overall Equipment Performance* (OEE) diterapkan secara *real-time* pada suatu *Small Medium Enterprise* (SME). Penerapan *dashboard* tersebut terbukti dapat meningkatkan sistem produksi serta manajemen kinerja sesuai dengan keinginan perusahaan. OEE dapat didefinisikan sebagai ukuran kinerja dan produktivitas operasi produksi yang dinyatakan dalam bentuk persentase yang menunjukkan sejauh mana suatu proses manufaktur benar-benar produktif serta berfungsi sebagai ukuran umum dan menyeluruh tentang seberapa baik operasi manufaktur suatu perusahaan berjalan [7]. Dengan menyediakan data yang komprehensif dan terbaru secara *real-time*, *dashboard* memungkinkan perusahaan untuk dapat secara langsung mengidentifikasi mesin yang memerlukan perbaikan dan perhatian lebih guna mengoptimalkan penggunaan mesin produksi. Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan sistem *dashboard* dengan pemilihan metode yang sesuai bagi PT X dalam melakukan pemantauan terhadap produktivitas mesin CNC.

II. METODE

A. Alur Penelitian

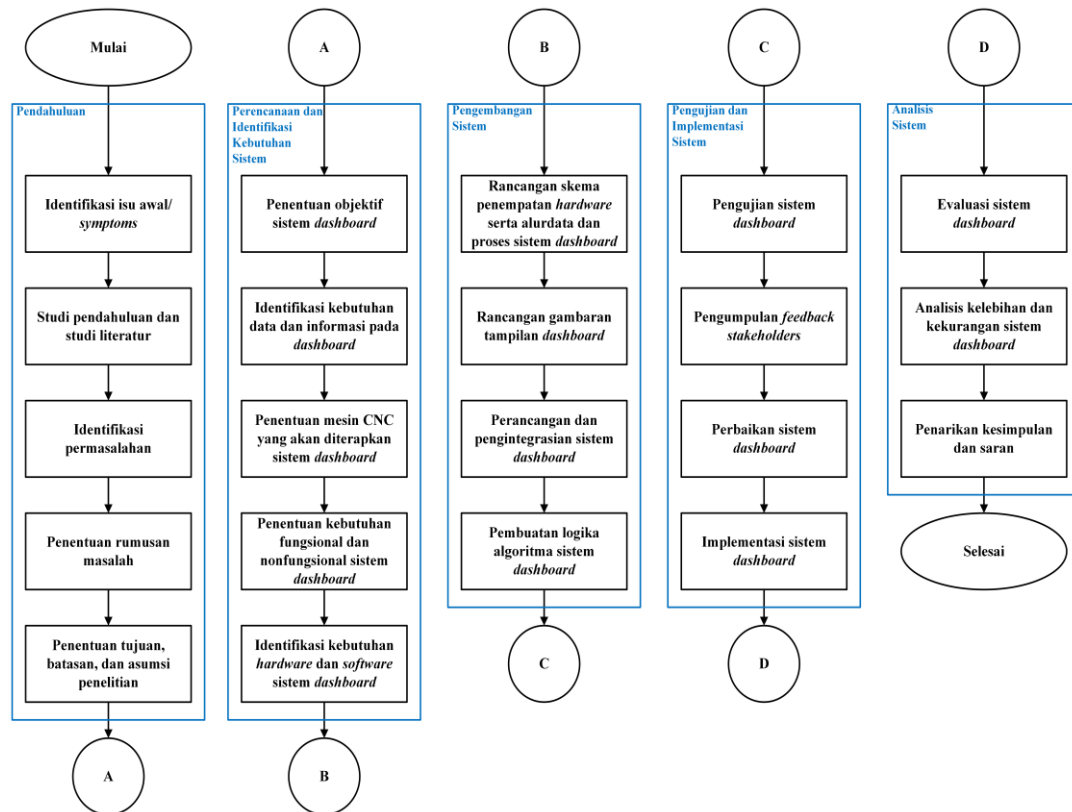
Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Vilarinho [6]. Metode ini merupakan hasil modifikasi dari metode *Engineering Design Process* (EDP) sehingga pendekatan yang digunakan memiliki kemiripan dengan EDP, yaitu perancangan didasarkan pada kebutuhan dan spesifikasi yang diinginkan oleh *stakeholders*. Metode ini memiliki kerangka kerja yang sistematis dan terstruktur mulai dari diagnosis area produktif, perencanaan kebutuhan sistem, pengembangan sistem, hingga pengujian dan implementasi sistem. Selain itu, metode ini juga menekankan betapa pentingnya verifikasi dan validasi terhadap sistem yang telah dirancang untuk memastikan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan dan berfungsi dengan lancar. *Flowchart* pelaksanaan penelitian diperlihatkan dalam Gambar 1.

B. Tahap Pendahuluan

Tahap pendahuluan merupakan langkah awal yang perlu dilakukan pada penelitian ini agar permasalahan yang terdapat pada objek penelitian dapat dipahami secara menyeluruh sehingga penelitian yang dilakukan nantinya memiliki arah dan tujuan yang jelas. Dalam metode Vilarinho [6], tahap ini merupakan tahap diagnosis area produktif. Tahap ini terdiri dari identifikasi isu awal/*symptoms*, studi pendahuluan dan studi literatur, identifikasi permasalahan, penentuan rumusan masalah, serta penentuan tujuan, batasan, dan asumsi penelitian.

C. Tahap Perencanaan dan Identifikasi Kebutuhan Sistem

Tahap perencanaan dan identifikasi kebutuhan sistem menjadi langkah awal dalam metode Vilarinho yang bertujuan untuk merencanakan serta mengidentifikasi kebutuhan sistem *dashboard* sebelum masuk pada tahap selanjutnya. *Output* dari tahap ini akan menjadi acuan utama untuk tahap pengembangan sistem *dashboard*. Tahap ini terdiri dari penentuan objektif sistem *dashboard*, identifikasi kebutuhan data dan informasi pada *dashboard*, penentuan mesin CNC yang akan diterapkan sistem *dashboard*, penentuan kebutuhan fungsional sistem *dashboard*, penentuan kebutuhan nonfungsional sistem *dashboard*, dan identifikasi kebutuhan *hardware* dan *software* sistem *dashboard*.



Gambar 1 Alur penelitian

D. Tahap Pengembangan Sistem

Dalam tahap pengembangan sistem, sistem *dashboard* mulai dirancang dan dikembangkan dengan mengacu pada komponen yang telah dirumuskan pada tahap perencanaan dan kebutuhan sistem. Tahap ini terdiri dari rancangan skema penempatan *hardware* sistem *dashboard*, rancangan alur data dan proses sistem *dashboard*, rancangan gambaran tampilan *dashboard*, perancangan dan pengintegrasian sistem *dashboard*, serta pembuatan logika algoritma sistem *dashboard*.

E. Tahap Pengujian dan Implementasi Sistem

Dalam tahap pengujian dan implementasi sistem, sistem *dashboard* yang telah dirancang akan diuji, diperbaiki, serta diimplementasikan langsung pada mesin Brother 1 dan Polygim 1 yang terdapat pada departemen CNC PT X. Tahap ini terdiri dari pengujian sistem *dashboard*, pengumpulan *feedback* *stakeholders*, perbaikan sistem *dashboard*, dan implementasi sistem *dashboard*.

F. Tahap Analisis Sistem

Tahap ini membahas terkait dengan tahap akhir dari penelitian yang meliputi evaluasi sistem *dashboard*, analisis kelebihan dan kekurangan pada sistem *dashboard*, serta penarikan kesimpulan dan saran penelitian.

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Penentuan Objektif Sistem Dashboard

Objektif sistem *dashboard* ditentukan dengan melakukan wawancara kepada *stakeholders* mengenai kebutuhan akan fungsi sistem yang diinginkan. Hasil wawancara tersebut kemudian diterjemahkan menjadi objektif sebagai berikut: sistem dapat melakukan *monitoring* terhadap produktivitas dan kualitas *item* pada mesin CNC yang sedang berjalan (*work in process*) secara *real-time* dan disajikan dalam bentuk *dashboard* pada suatu *interface*; *dashboard monitoring* produksi mesin CNC dapat dipantau secara fleksibel melalui komputer maupun *smartphone*; sistem *monitoring* dapat merekam sekaligus menyimpan data hasil produksi dalam suatu *database* dan dapat dikonversi kedalam format excel .csv; serta sistem *monitoring* dapat menerima *input* data detail produksi berupa nomor SPK, nama *item*, *cycle time* ideal, target produksi harian, dan nama proses.

B. Identifikasi Kebutuhan Data dan Informasi Pada Dashboard

Langkah pertama dalam menentukan kebutuhan data dan informasi pada *dashboard* yang akan dirancang adalah dengan mengidentifikasi *Key Result Area* (KRA) pada departemen CNC. Pengidentifikasian *Key Result Area* (KRA) bertujuan untuk mengetahui target capaian yang akan dijadikan sebagai tolak ukur pengukuran kinerja produksi pada departemen CNC. Proses identifikasi KRA dilakukan melalui wawancara dengan salah satu *stakeholder* serta pencarian berdasarkan studi literatur. Literatur yang digunakan untuk mengidentifikasi KRA adalah buku yang ditulis oleh Dal Pont [8]. Literatur tersebut digunakan untuk mengidentifikasi KRA yang umumnya digunakan pada operasi manufaktur. Berdasarkan hasil wawancara dan studi literatur, ditetapkan KRA yang terdiri dari *good equipment performance*, *good product quality*, *worker efficiency*, *resource management*, dan *good maintenance*.

Selanjutnya, dilakukan identifikasi *Key Performance Indicator* (KPI) yang bertujuan untuk menentukan indikator kunci yang akan digunakan untuk mengukur serta mengevaluasi proses produksi pada mesin CNC dan nantinya akan ditampilkan pada *dashboard* sebagai informasi bagi pihak manajerial dalam mengambil keputusan. Proses ini dilakukan dengan menyesuaikan serta membandingkan KRA existing dengan standar acuan yang relevan, yaitu standar *International Organization for Standardization* (ISO) 22400-2. ISO 22400-2 merupakan standar internasional yang berfokus pada KPI yang digunakan untuk menilai efisiensi, produktivitas, dan kualitas di rantai produksi [9]. KPI yang akan menjadi informasi dalam *dashboard* yang akan dirancang. KPI tersebut terdiri dari OEE, *availability*, *performance*, *quality*, dan *scrap ratio*.

Penentuan data dan informasi ditentukan berdasarkan data existing dan lima KPI utama yang telah ditentukan sebelumnya. Daftar data dan informasi yang akan ditampilkan pada *dashboard* ditunjukkan pada Tabel 1.

C. Penentuan Mesin CNC yang akan diterapkan Sistem Dashboard

Dari tiga belas mesin CNC yang terdapat pada departemen CNC, akan dipilih 2 mesin CNC yang akan diterapkan sistem *dashboard*. Hal tersebut dilakukan karena terdapat keterbatasan biaya dan waktu dalam pengerjaan dan pemenuhan kebutuhan *hardware* dan *software* sistem *dashboard*. Mesin CNC dengan rekam jejak durasi *downtime* pada semester 2 tahun 2023 terlama akan dipilih sebagai mesin yang akan dipantau oleh sistem *dashboard*. Mesin Brother 1 dan Polygim 1 terpilih menjadi mesin yang akan diterapkan sistem *dashboard*.

D. Penentuan Kebutuhan Fungsional dan Nonfungsional Sistem Dashboard

Penentuan kebutuhan fungsional sistem *dashboard* dilakukan dengan mengelompokkan kebutuhan berdasarkan objektif sistem dalam empatkelompok kebutuhan, yaitu *user interface requirements*, *processing requirements*, *storage requirements*, dan *control requirements*. Penentuan kebutuhan nonfungsional sistem *dashboard* ditentukan dengan mengelompokkan kebutuhan menggunakan framework PIECES (*Performance, Information, Economics, Control and Security, Efficiency, Services*).

E. Identifikasi Kebutuhan Hardware dan Software Sistem Dashboard

Dalam perancangan sistem *dashboard*, dibutuhkan infrastruktur *hardware* dan *software* yang dapat menunjang keberjalanan dan kelancaran sistem dalam menjalankan fungsinya. Daftar kebutuhan *hardware* dan *software* secara lengkap yang dapat dilihat pada Tabel 2.

F. Rancangan Skema Penempatan Hardware serta Alur Data dan Proses Sistem Dashboard

Hardware yang digunakan sebagai *analog input* data pada sistem *dashboard* adalah *push button GOOD*, *push button NOT GOOD* (NG), *push button RESET*, dan *selector switch Downtime*. Seluruh *analog input* tersebut harus terhubung dengan *Programmable Logic Controller* (PLC) agar hasil *input* dapat masuk dan terbaca oleh *software* sistem *dashboard* yang terdapat pada komputer. Seluruh *analog input* ini akan dioperasikan oleh operator mesin CNC secara manual, sehingga *analog input* harus ditempatkan berdekatan dengan operator mesin CNC. Pada Gambar 2, diperlihatkan skema penempatan *hardware* sistem *dashboard* yang meliputi *analog input*, PLC dan MCB pada departemen CNC.

Rancangan alur data dan proses sistem *dashboard* digunakan untuk menggambarkan proses aliran data pada sistem *dashboard*, dimulai dari pengambilan data dari *analog input*, pengiriman data dari *analog input* ke komputer, pengolahan data pada *software*, penampilan data hasil olahan pada *dashboard*, hingga seluruh data disimpan dalam *database* dan dikonversi ke dalam format .csv.

Tabel 1 Data dan informasi pada *dashboard*

No.	Nama	Deskripsi
1.	Waktu	Sebuah durasi dalam satuan HH:MM:SS (jam:menit:detik) yang menunjukkan waktu secara <i>real-time</i> .
2.	Tanggal	Informasi yang menampilkan tanggal, bulan, dan tahun secara <i>real-time</i> .
3.	No. SPK	Nomor Surat Perintah Kerja (SPK). SPK berfungsi sebagai bukti tertulis yang digunakan untuk menjelaskan pekerjaan yang harus dilakukan oleh operator secara rinci.
4.	Nama <i>item</i>	Nama atau kode <i>item</i> yang sedang diproduksi pada mesin CNC.
5.	<i>Cycle time</i>	Waktu total ideal yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu <i>item</i> produksi dalam mesin CNC dari awal hingga akhir.
6.	Nama proses	Nama atau kode dari proses produksi suatu <i>item</i> yang akan atau sedang diproduksi.
7.	Status mesin	Informasi mengenai status dari mesin CNC yang dipantau oleh <i>dashboard</i> .
8.	Target harian (unit)	Target atau capaian jumlah unit <i>item</i> GOOD hasil produksi selama 1 hari.
9.	Jumlah <i>item</i> GOOD	Jumlah <i>item</i> GOOD (memenuhi spesifikasi) yang telah diproduksi oleh mesin CNC.
10.	Jumlah <i>item</i> NG	Jumlah <i>item</i> NG (<i>not good</i> atau <i>defect</i>) yang telah diproduksi oleh mesin CNC.
11.	Total unit	Penjumlahan antara jumlah <i>item</i> GOOD dan jumlah <i>item</i> NG.
12.	<i>Net time</i>	Waktu aktual saat mesin CNC sedang produktif.
13.	<i>Gross time</i>	Waktu kerja yang mencakup <i>net time</i> dan juga <i>downtime</i> .
14.	<i>Downtime</i>	Durasi dalam satuan menit ketika sebuah mesin CNC sedang tidak beroperasi atau tidak berfungsi sebagaimana mestinya sehingga proses produksi terhenti.
15.	<i>Availability achievement</i>	Rasio yang menunjukkan hubungan antara <i>Actual Production Time</i> (APT) dengan <i>Planned Busy Time</i> (PBT) pada suatu unit kerja.
16.	<i>Performance achievement</i>	Relasi antara <i>cycle time</i> ideal dengan <i>cycle time</i> aktual yang dinyatakan sebagai perkalian antara <i>Planned Runtime per Item</i> (PRI) dengan <i>Produced Quantity</i> (PQ) lalu dibagi dengan <i>Actual Production Time</i> (APT).
17.	<i>Quality achievement</i>	Relasi antara <i>Good Quantity</i> (GQ) dengan <i>Produced Quantity</i> (PQ).
18.	OEE	Perkalian antara <i>availability achievement</i> , <i>performance achievement</i> , dan <i>quality achievement</i> .
19.	<i>Scrap ratio</i>	Relasi antara <i>Scrap Quantity</i> (SQ) dengan <i>Produced Quantity</i> (PQ).
20.	<i>Quality actual VS target</i>	Perbandingan antara <i>quality achievement</i> dengan <i>quality target</i> (97,5%)
21.	<i>Performance actual VS target</i>	Perbandingan antara <i>performance achievement</i> dengan <i>performance target</i> (95%)

G. Rancangan Gambaran Tampilan Dashboard

Tampilan atau *User Interface* (UI) *dashboard* dirancang untuk memberikan gambaran konsep mengenai bagaimana data dan informasi nantinya akan disajikan dalam *dashboard*. Rancangan gambaran tampilan *dashboard* akan digunakan sebagai panduan dalam memosisikan dan meletakkan data dan informasi di *dashboard* agar mudah untuk dilihat dan digunakan oleh *stakeholders*. Rancangan tampilan UI *dashboard* yang akan dirancang pada sistem *dashboard* dapat dilihat pada Gambar 3.

H. Perancangan dan Pengintegrasian Sistem Dashboard

Proses ini mencakup proses pemasangan dan penyambungan *hardware* serta pengintegrasian sistem *dashboard*. Pemasangan dan penyambungan *hardware* dilakukan dengan menggunakan kabel *power* AC, kabel AWG 24, kabel LAN, dan kabel HDMI yang memiliki fungsi berbeda. Penggambaran alur pengkabelan *hardware* dilakukan dengan menggunakan diagram skematik (Gambar 4).

Pengintegrasian sistem *dashboard* melibatkan beberapa *software* dan dilakukan setelah PLC dipastikan dapat terhubung dengan *switch hub*. *Software* yang digunakan untuk mengambil data dari PLC sekaligus sebagai *dashboard* yang dapat menampilkan informasi hasil pengolahan data dari PLC adalah *Node-Red*. *Node-RED*, yang diperkenalkan oleh IBM, adalah alat pengembangan pemrograman visual yang

dapat digunakan untuk membuat sistem pemantauan dan pengendalian jarak jauh berbasis web lintas platform [10].

1. Pembuatan Logika Algoritma Sistem Dashboard

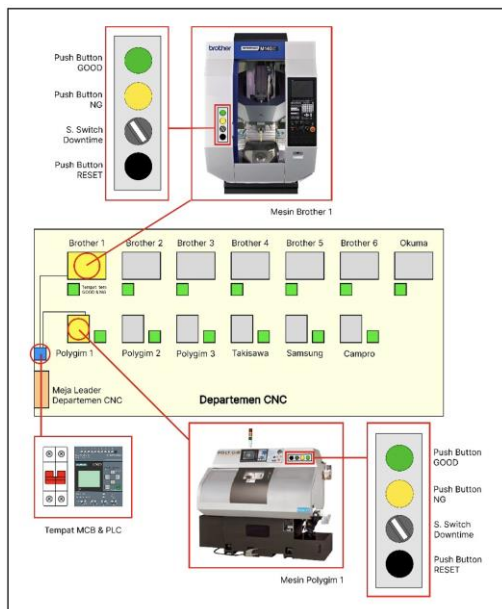
Logika algoritma sistem dashboard dikembangkan dengan menggunakan *software* Node-Red. Karena *software* Node-Red menggunakan pendekatan *flow based programming* dengan bahasa pemrograman javascript dalam implikasinya, maka logika algoritma sistem *dashboard* dikembangkan dengan menggunakan *node-node* yang saling terhubung hingga membentuk sebuah aliran/*flow* dan tercipta sebuah logika sistem. Cuplikan *flow* logika sistem *dashboard* dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 2 Kebutuhan *hardware* sistem *dashboard*

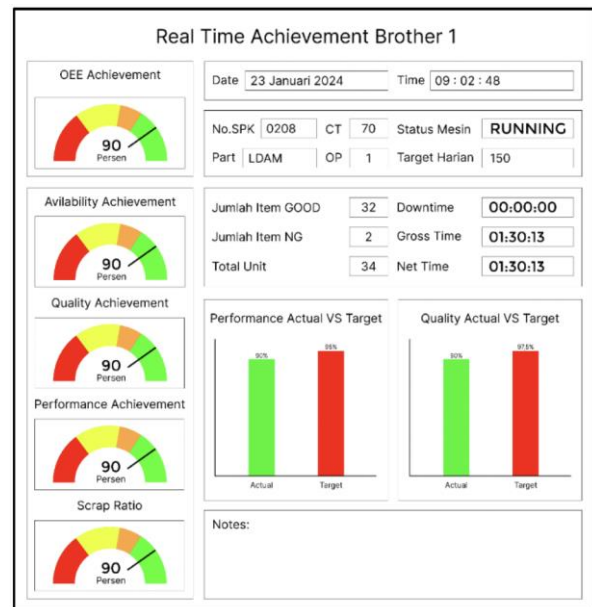
No.	Nama Hardware/ Software	Fungsi
1.	PLC Siemens LOGO! 230 RCE (1 unit)	Mikroprosesor untuk menerima data dari <i>push button</i> dan <i>selector switch</i> dan mengirimkan data tersebut ke komputer.
2.	<i>Push Button Flush</i> NO Hitam (2 unit)	<i>Analog input</i> untuk menjalankan fungsi <i>reset</i> pada sistem <i>dashboard</i> saat ditekan.
3.	<i>Push Button Flush</i> NO Kuning (2 unit)	<i>Analog input</i> untuk menjalankan fungsi <i>counter item</i> NG pada sistem <i>dashboard</i> saat ditekan.
4.	<i>Push Button Flush</i> NO Hijau (2 unit)	<i>Analog input</i> untuk menjalankan fungsi <i>counter item</i> GOOD pada sistem <i>dashboard</i> saat ditekan.
5.	<i>Selector Switch</i> 2 positions (2 unit)	<i>Analog input</i> untuk menjalankan fungsi <i>timer downtime</i> pada sistem <i>dashboard</i> saat di-switch.
6.	MCB 2P (1 unit)	Membatasi arus listrik dan mengamankan perangkat elektronik ketika beban arus listrik berlebih.
7.	<i>Legend Plate</i> (8 unit)	Pemberi nama/label pada <i>push button</i> dan <i>selector switch</i> .
8.	<i>Terminal Block</i> (3 unit)	Jalur penghubung antara beberapa kabel dan perangkat elektronik.
9.	<i>Push Button Enclosure</i> (2 unit)	Pelindung rangkaian listrik <i>push button</i> dan <i>selector switch</i> agar lebih aman dan terorganisir.
10.	Kabel Power AC (5 meter)	Kabel yang terdiri dari fasa, netral, dan <i>ground</i> untuk menyalurkan daya listrik AC ke perangkat elektronik.
11.	Box MCB (1 unit)	Pelindung dan pengaman PLC dan MCB dari lingkungan sekitar sekaligus sebagai tempat pendistribusian listrik.
12.	Kabel AWG 24 5 jalur (30 meter)	Penghubung PLC, MCB, <i>push button</i> , dan komponen elektronik lainnya agar saling terhubung satu sama lain.
13.	Kabel LAN STP Cat 5e (100 meter)	Jalur komunikasi data dari PLC ke komputer.
14.	Switch HUB	Perangkat yang menghubungkan komputer dengan perangkat elektronik lain dalam satu jaringan LAN.
15.	Mini PC	CPU atau komputer untuk menjalankan sistem <i>dashboard</i> .
16.	TV 50 Inch	<i>Display</i> atau <i>interface</i> untuk menampilkan <i>dashboard</i> .
17.	Kabel HDMI	Media penghubung antara komputer dan TV.
18.	<i>Mount Bracket TV</i>	Alat penyangga <i>display</i> ke dinding.
19.	Node-Red	<i>Software open source</i> untuk mengintegrasikan PLC ke komputer, membuat logika algoritma dan <i>syntax</i> fungsi untuk sistem <i>dashboard</i> , melakukan pemrosesan dan pengolahan data, dan menampilkan <i>dashboard</i> .
20.	LOGO! Soft Comfort V8.3	<i>Software</i> untuk memprogram, mengkonfigurasi dan menghubungkan PLC ke Node-Red dengan protokol komunikasi S7.
21.	Google Chrome	<i>Web browser</i> untuk mengakses Node-Red dan PHPMyAdmin yang berbasis web.
22.	Command Prompt	<i>Software</i> untuk mengaktifkan serta menjalankan Node-Red.
23.	XAMPP Control Panel	<i>Software</i> untuk mengaktifkan dan menghentikan <i>server web database</i> lokal.
24.	PHPMyAdmin	<i>Software</i> basis data SQL berbasis web untuk melakukan manajemen basis data dan sebagai <i>database</i> penyimpanan data hasil produksi.
25.	Remote-Red	<i>Software</i> yang memungkinkan <i>stakeholders</i> untuk mengakses Node-Red dan <i>dashboard</i> Node-Red secara <i>remote</i> melalui <i>smartphone</i> .

J. Pengujian dan Implementasi Sistem Dashboard

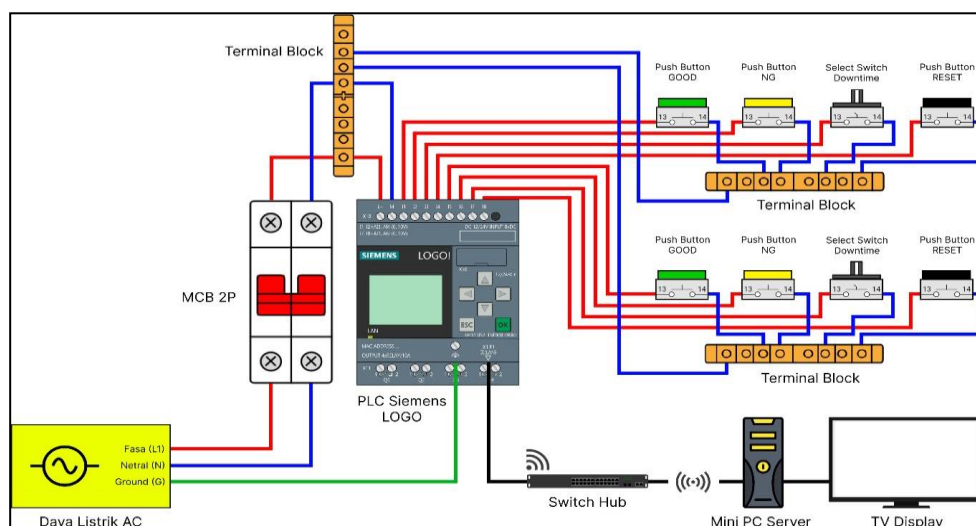
Pengujian sistem dashboard dilakukan dengan melakukan uji coba pada beberapa fungsi yang terdapat pada sistem secara mandiri. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem *dashboard* yang telah dirancang tidak terdapat *bug*, *error*, ataupun kesalahan dalam proses pengolahan data serta perhitungan KPI. Selanjutnya, pengumpulan *feedback stakeholders* dilakukan melalui *Focus Group Discussion* (FGD) yang melibatkan seluruh pihak manajerial dan juga pihak produksi. FGD yang dilakukan tidak hanya bertujuan untuk mendapatkan *feedback* saja, melainkan sekaligus menjelaskan kepada pihak manajerial dan juga pihak produksi mengenai prosedur penggunaan sistem *dashboard* tersebut. Dari kegiatan FGD tersebut, didapatkan beberapa *feedback* dari pihak manajerial dan juga pihak produksi mengenai sistem *dashboard* yang telah dirancang. Kemudian, perbaikan sistem *dashboard* dilakukan untuk memperbaiki kekurangan pada sistem *dashboard* yang telah dirancang berdasarkan *feedback* yang diterima dari pihak manajerial dan juga pihak produksi pada kegiatan FGD.



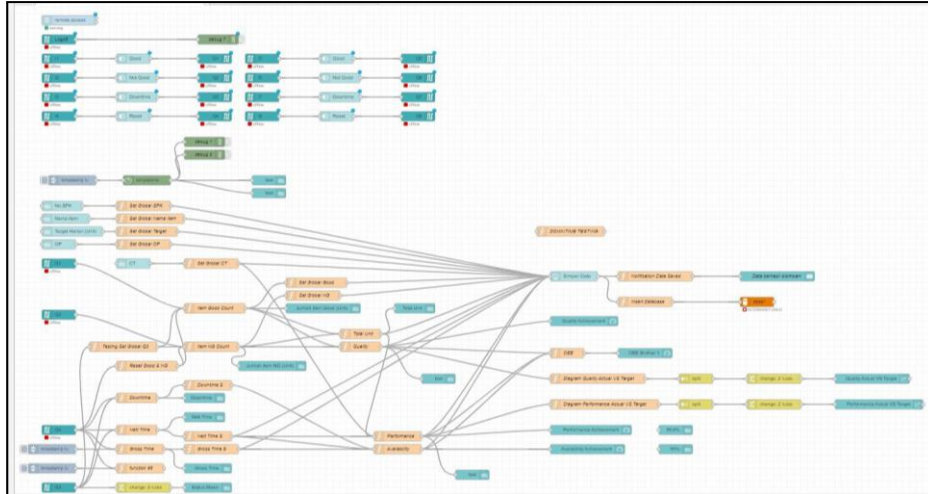
Gambar 2 Skema penempatan *hardware* sistem *dashboard*



Gambar 3 Rancangan tampilan UI *dashboard*



Gambar 4 Diagram skematik pengkabelan *hardware* sistem *dashboard*



Gambar 5 Cuplikan *flow* logika algoritma sistem *dashboard*

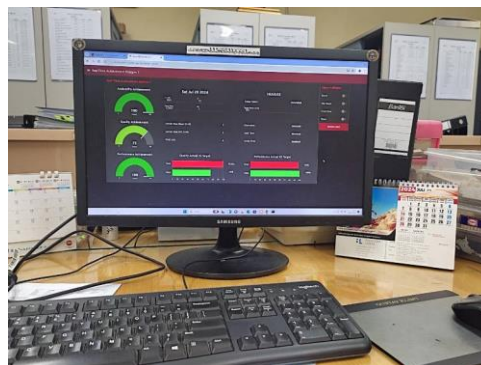
Implementasi sistem *dashboard* dilakukan setelah sistem *dashboard* diperbaiki. Proses implementasi sistem *dashboard* dimulai dengan memasang *box* MCB dan PLC pada dinding dekat meja *leader* departemen CNC. Setelah itu, PLC disambungkan ke *switch hub* dengan menggunakan kabel LAN. PLC yang telah terhubung dengan *switch hub* kini disambungkan dengan seluruh *push button* dan *selector switch* yang berada pada mesin Brother 1 dan Polygim 1. Gambar 6 dan Gambar 7 masing-masing menunjukkan peletakan *push button* dan *selector switch* pada mesin Polygim 1 dan juga Brother 1. Setelah seluruh *hardware* dipasang, Node-Red dijalankan pada *display* perusahaan sekaligus untuk memastikan apakah sistem *dashboard* masih dapat berjalan dengan baik atau tidak. Pada Gambar 8 dapat dilihat *display* yang menampilkan sistem *dashboard* yang sedang berjalan.



Gambar 6 Peletakan *analog input* pada mesin Polygim 1



Gambar 7 Peletakan *analog input* pada mesin Brother 1



Gambar 8 *Display* sistem *dashboard*

K. Analisis

Evaluasi sistem dashboard dilakukan dengan melakukan verifikasi dan validasi. Proses verifikasi terhadap sistem *dashboard* bertujuan untuk memastikan apakah rancangan sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional maupun kebutuhan nonfungsional yang sebelumnya telah ditentukan. Terdapat kebutuhan fungsional yang tidak dapat terpenuhi oleh sistem *dashboard* yang telah dirancang, tepatnya pada bagian *control requirements*, yaitu sistem dapat menonaktifkan seluruh *push button* untuk sementara pada saat waktu istirahat dan sistem dapat menghentikan *stopwatch gross time, net time, dan downtime* untuk sementara pada saat waktu istirahat. Kedua kebutuhan fungsional tersebut tidak dapat dipenuhi karena keterbatasan jumlah *analog input* PLC sehingga tidak dapat ditambahkan *analog input* yang dapat menjalankan fungsi tersebut. Seluruh kebutuhan nonfungsional telah terpenuhi oleh sistem *dashboard* yang telah dirancang. Proses validasi terhadap sistem *dashboard* bertujuan untuk memastikan bahwa sistem *dashboard* yang telah dirancang telah mencapai objektif sistem yang telah ditentukan. Validasi dilakukan dengan memeriksa kesesuaian rancangan sistem *dashboard* terhadap objektif yang mendasari pembuatan sistem *dashboard*. Seluruh objektif sistem yang telah ditentukan berhasil terpenuhi.

Sistem *dashboard* yang telah dirancang tentunya memiliki kelebihan dan kelemahan. Kelebihan dari sistem *dashboard* yang telah dirancang diantaranya yaitu data dan informasi yang disajikan pada *dashboard* dapat terbaru secara *real-time*; *dashboard* dan sistem *dashboard* dapat diakses secara fleksibel melalui komputer maupun *smartphone* secara *remote*; sistem *dashboard* dapat dikembangkan dengan mudah; *dashboard* memiliki tampilan yang *user-friendly*; serta data yang tercatat dalam *dashboard* dapat disimpan dalam *database*. Selain kelebihan, terdapat beberapa kelemahan pada sistem *dashboard* yang telah dirancang. Kelemahan pada sistem *dashboard* yang diidentifikasi berdasarkan hasil evaluasi dari sistem *dashboard* beserta *feedback* yang diperoleh dari *stakeholders* diantaranya yaitu proses pengambilan data *item* GOOD maupun NG masih dilakukan secara manual; sistem tidak dapat mengidentifikasi secara langsung penyebab permasalahan pada mesin CNC; penyimpanan data ke *database* masih harus dilakukan secara manual; serta pengaturan UI/tampilan *dashboard* yang terbatas.

IV. KESIMPULAN

Sistem *dashboard* yang dapat menampilkan produktivitas mesin CNC secara *real-time* telah berhasil dirancang dengan menggunakan metode Vilarinho yang terdiri dari 4 tahap utama, yaitu tahap diagnosis area produktif, tahap perencanaan dan kebutuhan sistem, tahap pengembangan sistem, serta tahap implementasi dan perbaikan sistem. Sistem *dashboard* yang telah berhasil dirancang melibatkan penggunaan beberapa *hardware* seperti PLC, *push button*, dan *selector switch* yang terintegrasi secara langsung dengan *software* Node-Red sebagai *software* pemrograman sistem *dashboard* sekaligus sebagai *software* yang menampilkan *dashboard*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. A. Idehlu, Prof. S. Ahmed, and M. I. Noori, "Reviewing the Concepts of Productivity Management," *International Journal of Management and Humanities*, vol. 10, no. 8, pp. 1–8, Apr. 2024.
- [2] D. Wu, M. Tannen, J. Anyu, S. Ivanov, and F. Xu, "Contract manufacturing, market competition, and labor productivity in US manufacturing industries," *Oper Manag Res*, vol. 16, pp. 377–390, 2023.
- [3] R. Matheus, M. Janssen, and D. Maheshwari, "Data science empowering the public: Data-driven dashboards for transparent and accountable decision-making in smart cities," *Gov Inf Q*, vol. 37, no. 3, Jul. 2020.
- [4] H. Kerzner, *Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards*, 4th ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2023.
- [5] J. Reinking, V. Arnold, and S. G. Sutton, "Synthesizing enterprise data through digital dashboards to strategically align performance: Why do operational managers use dashboards?," *International Journal of Accounting Information Systems*, vol. 37, Jun. 2020.
- [6] S. Vilarinho, I. Lopes, and S. Sousa, "Developing dashboards for SMEs to improve performance of productive equipment and processes," *J Ind Inf Integr*, vol. 12, pp. 13–22, Dec. 2018.
- [7] O. C. Chikwendu, A. S. Chima, and M. C. Edith, "The optimization of overall equipment effectiveness factors in a pharmaceutical company," *Heliyon*, vol. 6, no. 4, Apr. 2020.
- [8] J.-P. Dal Pont, *Process Engineering and Industrial Management*, 1st ed. Hoboken-London: Wiley-ISTE, 2012.
- [9] M. M. Schiraldi and M. Varisco, "Overall Equipment Effectiveness: consistency of ISO standard with literature," *Comput Ind Eng*, vol. 145, Jul. 2020.
- [10] C. Y. Chen, S. H. Wu, B. W. Huang, C. H. Huang, and C. F. Yang, "Web-based Internet of Things on environmental and lighting control and monitoring system using node-RED, MQTT and Modbus communications within embedded Linux platform," *Internet of Things (Netherlands)*, vol. 27, Oct. 2024.