

**PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING DATA PRODUKSI  
PADA MULTI MESIN CNC HYUNDAI BERBASIS  
KOMUNIKASI OPC UA DAN NODE-RED**

**Tugas Akhir**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Garin Aron Al Rojabi

221411011



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR  
JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR  
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG  
2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul :

### **Pengembangan Sistem Monitoring Data Produksi Pada Multi Mesin CNC Hyundai Berbasis Komunikasi OPC UA dan Node-RED**

Disusun oleh :

Garin Aron Al Rojabi

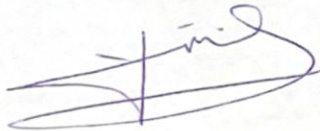
221411011

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program  
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)  
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 30 juli 2025

Disetujui,

Pembimbing I,



Yogi Muldani H, S.ST., M.T., Ph.D., IPM.

NIP. 198611222009121004

Pembimbing II,



Andri Pratama, SST., M.Sc.

NIP. 198509252018031001

Disahkan,

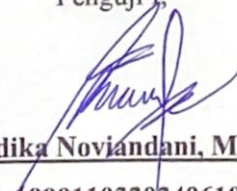
Ketua Penguji,



M. Ali Suparman, Masch.Ing.HTL,M.T.

NIP. 196011011989031001

Penguji I,



Pradika Noviandani, M.T.

NIP. 199011032024061001

Penguji II,



Marta Hayu Raras Sita R. S, S.T., M.Sc.

NIP. 199407302024062001

NIP. 199011032024061001

NIP.199407302024062001

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Garin Aron Al Rojabi  
NIM : 221411011  
Jurusan : Teknik Manufaktur  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Pengembangan Sistem Monitoring Data  
Produksi pada Multi Mesin CNC Hyundai  
Berkas Komunikasi OPC UA dan  
Node-RED

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 04-07-2025  
Yang Menyatakan,

Garin Aron Al Rojabi  
NIM 221411011

## PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Garin Aron Al Rojabi  
NIM : 221411011  
Jurusan : Teknik Manufaktur  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Pengembangan Sistem Monitoring Data  
Produksi pada Multi Mesin CNC Hyundai  
Berdasarkan Komunikasi OPC UA dan  
Node-RED

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 04-07-2025  
Yang Menyatakan,

Garin Aron Al Rojabi  
NIM 221411011

## **MOTO PRIBADI**

"Setiap tindakan yang bijak selalu berawal dari pemikiran yang tenang dan matang. Bersikap terburu-buru hanya akan membuka peluang terhadap kekeliruan dan keputusan yang tidak tepat sasaran. Oleh karena itu, bersikap tenang, mempertimbangkan segala kemungkinan, dan tidak bertindak secara ceroboh merupakan bentuk kedewasaan dalam menyikapi proses. Kehati-hatian bukanlah kelemahan, melainkan wujud tanggung jawab terhadap dampak dari setiap keputusan yang diambil. Dalam ketenangan terdapat ruang untuk berpikir jernih, dan dalam pertimbangan yang matang, tercipta arah yang lebih pasti."

Terima kasih atas pengalaman yang telah menghadirkan pendewasaan di setiap perjalanan kehidupan dan semesta yang memberikan kehidupan tenang bagi para penempatnya.

## ABSTRAK

Kemajuan teknologi telah membawa transformasi signifikan dalam sektor manufaktur, terutama melalui penerapan teknologi *Computer Numerical Control* (CNC) untuk produksi komponen kompleks secara presisi dan otomatis. Dalam kerangka Industri 4.0, integrasi teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), *Cyber-Physical Systems* (CPS), dan *Artificial Intelligence* (AI) memungkinkan mesin CNC berfungsi tidak hanya sebagai alat pemesinan presisi, tetapi juga sebagai perangkat yang saling terhubung untuk pertukaran data secara *real-time*. Namun, di banyak lingkungan pendidikan dan industri, pemantauan CNC masih dilakukan secara manual, yang berpotensi menimbulkan kesalahan manusia, keterlambatan deteksi gangguan, serta analisis kinerja yang kurang efisien. Penelitian ini mengusulkan sistem pemantauan data produksi multi-CNC dengan menggunakan protokol *Open Platform Communications Unified Architecture* (OPC UA) sebagai tulang punggung komunikasi dan Node-RED sebagai platform implementasi. Desain sistem meliputi identifikasi parameter, akuisisi data, visualisasi melalui *dashboard*, serta perhitungan otomatis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Implementasi dilakukan pada beberapa mesin CNC Hyundai dengan evaluasi melalui pengujian konektivitas, validasi perhitungan OEE, dan umpan balik pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai konektivitas *real-time* yang stabil, perhitungan OEE yang akurat dengan deviasi di bawah 0,003%, serta peningkatan efisiensi pemantauan. Dibandingkan dengan implementasi sebelumnya yang terbatas pada satu mesin, sistem ini memperluas fungsionalitas menjadi pemantauan multi-mesin dengan visualisasi proses yang terintegrasi. Solusi yang diusulkan berpotensi meningkatkan efisiensi operasional di laboratorium manufaktur serta menjadi dasar bagi integrasi manufaktur cerdas yang lebih luas.

**Kata kunci:** *Computer Numerical Control* (CNC), OPC UA, Produksi, Node-Red

## ***ABSTRACT***

*Technological advancements have significantly transformed the manufacturing sector, particularly through the adoption of Computer Numerical Control (CNC) technology for the precise and automated production of complex components. Within the Industry 4.0 framework, the integration of technologies such as the Internet of Things (IoT), Cyber-Physical Systems (CPS), and Artificial Intelligence (AI) enables CNC machines to function not only as precision machining tools but also as interconnected devices for real-time data exchange. However, in many educational and industrial environments, CNC monitoring is still performed manually, which potentially leads to human errors, delayed fault detection, and inefficient performance analysis. This study proposes a multi-CNC production data monitoring system utilizing the Open Platform Communications Unified Architecture (OPC UA) protocol as the communication backbone and Node-RED as the implementation platform. The system design includes parameter identification, data acquisition, dashboard visualization, and automated Overall Equipment Effectiveness (OEE) calculation. Implementation was carried out on several Hyundai CNC machines, with evaluation conducted through connectivity testing, OEE calculation validation, and user feedback. The results show that the system successfully achieved stable real-time connectivity, accurate OEE computation with deviations below 0.003%, and improved monitoring efficiency. Compared to previous implementations limited to a single machine, this system expands functionality to multi-machine monitoring with integrated process visualization. The proposed solution demonstrates potential for enhancing operational efficiency in manufacturing laboratories and serves as a foundation for broader smart manufacturing integration.*

*Keywords: Computer Numerical Control (CNC), OPC UA, Production, Node-RED.*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “Pengembangan Sistem Monitoring Data Produksi Pada Multi Mesin CNC Hyundai Berbasis Komunikasi OPC UA dan Node-Red”. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung.

Penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, baik berupa dukungan moril maupun materil, baik langsung maupun tidak langsung, dalam proses penyusunan tugas akhir ini. Terutama kepada:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah Undayat, S.ST., M.T.
2. Ketua Jurusan Teknik Manufaktur, Bapak Dr. Herman Budi Harja, S.T., M.T., IPM.
3. Yth. Bapak Dr. Heri Setiawan, S.T., M.T. selaku ketua program studi Teknologi Rekayasa Manufaktur.
4. Yth. Bapak Yogi Muldani Hendrawan, SST., MT., Ph.D, selaku dosen pembimbing 1 yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam proses penyusunan tugas akhir.
5. Yth. Bapak Andri Pratama SST., M.Sc, selaku pembimbing 2 yang telah memberikan masukan dan meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dalam proses pembuatan tugas akhir.
6. Teristimewa kepada kedua orang tua, serta keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan dukungan materil kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman 4MED yang senantiasa memberikan dukungan, semangat dan doa. dan rekan-rekan seperjuangan lainnya yang selalu saling mendukung dan

memberi solusi setiap permasalahan.

8. Teruntuk semua pihak yang telah terlibat dan membawa pengalaman bagi saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini dan dapat disusun dengan sebaik-baiknya.
9. Dan semesta yang selalu memberikan kehidupan semestinya kepada semua insan dan makhluk hidup.

Semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknologi rekayasa manufaktur, serta bermanfaat bagi para pembaca yang tertarik pada topik ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Bandung, 05 Juli 2025

Garin Aron Al Rojabi

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)</b> .....	<b>iii</b>
<b>MOTO PRIBADI</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>I-1</b>
I.1 Latar Belakang.....	I-1
I.2 Rumusan masalah .....	I-4
I.3 Batasan masalah.....	I-5
I.4 Tujuan dan manfaat .....	I-5
I.5 Sistematika penulisan .....	I-6
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	<b>II-1</b>
II.1 TINJAUAN TEORI.....	II-1
II.1.1 <i>Monitoring System</i> .....	II-1
II.1.2 OPC UA .....	II-1
II.1.3 Industri 4.0.....	II-3
II.1.4 <i>Overall Equipment Effectiveness</i> .....	II-7
II.2 TINJAUAN ALAT.....	II-8
II.2.1 Mesin CNC <i>Milling</i> Hyundai .....	II-8
II.2.2 UA EXPERT .....	II-9

II.2.3 Prosys OPC UA Simulation Server.....	II-10
II.2.4 Node-RED .....	II-10
II.2.5 Sinumerik 828 D .....	II-11
II.3 Studi Penelitian terdahulu.....	II-12
<b>BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH .....</b>	<b>III-1</b>
III.1 Metodologi Penelitian .....	III-1
III.2 Skema Sistem Monitoring Data .....	III-4
III.3 Proses Penentuan Parameter Data Monitoring Produksi .....	III-5
III.4 Konektivitas <i>User Interface</i> dengan mesin CNC Hyundai I-Cut 380 Ti.....	III-6
III.4.1 Aktivasi Server OPC UA pada <i>Controller</i> Mesin.....	III-7
III.4.2 Konektivitas komputer Client dengan Server OPC UA.....	III-9
III.5 Pengambilan data parameter dari server .....	III-11
III.6 Pembuatan sistem monitoring menggunakan antarmuka Node-RED..	III-14
III.6.1 Pengelompokan parameter data dari Multi mesin CNC Hyundai.	III-14
III.6.2 Pembuatan desain <i>dashboard</i> sistem monitoring multi mesin CNC Hyundai.....	III-17
III.7 Perencanaan Pengujian Sistem Monitoring.....	III-18
III.7.1 Pengujian konektivitas <i>dashboard</i> sistem monitoring .....	III-19
III.7.2 Pengujian dashboard sistem monitoring dengan perhitungan OEE..	III-19
III.7.3 Pengujian dengan responden di jurusan Teknik Manufaktur.....	III-19
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>IV-1</b>
IV.1 Hasil pembuatan <i>dashboard</i> sistem monitoring .....	IV-1
IV.1.1 <i>Dashboard Machine Information machine 1</i> .....	IV-1
IV.1.2 <i>Dashboard Machine Information machine 2</i> .....	IV-1
IV.1.3 <i>Line Production Multi Machine</i> .....	IV-2
IV.1.4 <i>Chart log &amp; Block Line Production</i> .....	IV-4

IV.1.5 <i>General dashboard</i> .....	IV-5
IV.2 Pembahasan Pengujian.....	IV-6
IV.2.1 Pengujian konektivitas <i>dashboard</i> sistem monitoring.....	IV-6
IV.2.2 Pengujian dashboard <i>line production</i> multi mesin .....	IV-8
IV.2.3 Hasil akhir pengujian dashboard dengan <i>staff</i> PPC Jurusan Teknik Manufaktur.....	IV-14
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>V-1</b>
V.1 Kesimpulan .....	V-1
V.2 Saran.....	V-2
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>i</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>iii</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Pemanfaatan teknologi revolusi industri 4.0.....	I-1
Gambar I. 2 Arsitektur mesin CNC yang terintegrasi dengan OPC UA.....	I-2
Gambar I. 3 roadmap rangkaian pengembangan smart factory .....	I-4
Gambar II. 1 Revolusi industri dari 1.0 sampai 4.0[12] .....	II-4
Gambar II. 2 Karakteristik industri 4.0 [13] .....	II-6
Gambar II. 3 mesin CNC hyundai I-Cut 380 Ti.....	II-8
Gambar II. 4 Logo aplikasi UA Expert.....	II-9
Gambar II. 5 Prosys OPC UA Simulation Server.....	II-10
Gambar II. 6 Contoh flow di dalam lingkungan pengembangan Node-RED ...	II-11
Gambar II. 7 Kontrol SINUMERIK 828D.....	II-11
Gambar III. 1 Diagram Alir .....	III-1
Gambar III. 2 flowchart perancangan dashboard.....	III-2
Gambar III. 3 Skema Sistem Monitoring.....	III-5
Gambar III. 4 Diagram Aktivasi Server OPC UA pada Mesin.....	III-7
Gambar III. 5 Tampilan HMI License Option .....	III-8
Gambar III. 6 Tampilan HMI Setup Server OPC UA.....	III-8
Gambar III. 7 Diagram Koneksi Client dengan Server OPC UA .....	III-9
Gambar III. 8 tampilan input add server dan penambahan endpoint .....	III-10
Gambar III. 9 tampilan add user dan authentication.....	III-10
Gambar III. 10 tampilan sudah terkoneksi antara UA expert dengan mesin ...	III-11
Gambar III. 11 penyimpanan data yang di set pada user interface .....	III-17
Gambar III. 12 konfigurasi dashboard sistem monitoring .....	III-17
Gambar III. 13 fungsi untuk menterjemaahkan data dari server.....	III-18
Gambar III. 14 tampilan salah satu dashboard sistem monitoring.....	III-18
Gambar IV. 1 machine information 1 .....	IV-1
Gambar IV. 2 machine information 2 .....	IV-2
Gambar IV. 3 menu proses produksi multi mesin.....	IV-3
Gambar IV. 4 Report mesin .....	IV-3
Gambar IV. 5 OEE mesin 1 .....	IV-4
Gambar IV. 6 OEE mesin 2 .....	IV-4
Gambar IV. 7 blok proses waktu proses pemesanan .....	IV-4

Gambar IV. 8 waktu pemesanan multi mesin.....	IV-5
Gambar IV. 9 tampilan informasi umum .....	IV-6
Gambar IV. 10 koneksi user interface node-red saat reconnect.....	IV-6
Gambar IV. 11 kondisi saat koneksi user interface node-red sudah berhasil ....	IV-7
Gambar IV. 12 disconnect sistem monitoring.....	IV-7
Gambar IV. 13 disconnect sistem monitoring.....	IV-7
Gambar IV. 14 Status pemesanan multi mesin.....	IV-8
Gambar IV. 15 tampilan OEE.....	IV-9
Gambar IV. 16 tampilan ketersediaan.....	IV-9
Gambar IV. 17 implementasi rumus ketersediaan .....	IV-10
Gambar IV. 18 tampilan kinerja .....	IV-11
Gambar IV. 19 implementasi rumus kinerja .....	IV-12
Gambar IV. 20 tampilan kualitas .....	IV-12
Gambar IV. 21 implementasi rumus kualitas.....	IV-13
Gambar IV. 22 perhitungan OEE.....	IV-14
Gambar IV. 23 implementasi rumus OEE .....	IV-14
Gambar IV. 24 menu process line production multi mesin .....	IV-15

## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Spesifikasi Mesin CNC Hyundai Wia I-Cut 380 Ti.....	II-8
Tabel II. 2 Studi Penelitian Terdahulu .....	II-12
Tabel III. 1 Penjelasan Diagram Alir .....	III-2
Tabel III. 2 parameter Node id yang dibutuhkan .....	III-12
Tabel III. 3 tabel nama mesin 1 .....	III-14
Tabel III. 4 Name Mesin 2 .....	III-15
Tabel IV. 1 data manual availability .....	IV-9
Tabel IV. 2 data hasil performance .....	IV-11
Tabel IV. 3 data manual Quality .....	IV-13

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Surat pernyataan telah melakukan wawancara
- Lampiran 2** Konfigurasi *flow* pada node-red

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

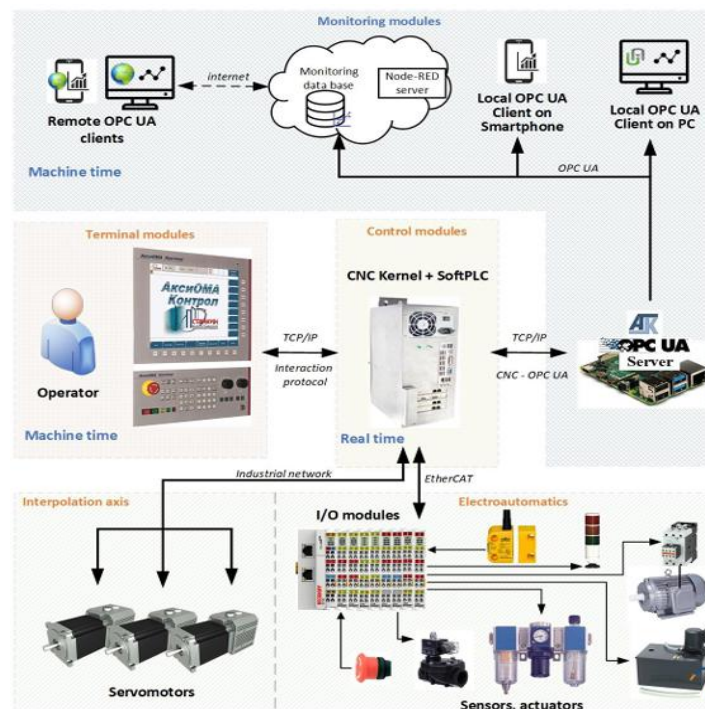
Perkembangan teknologi dalam industri manufaktur telah menghadirkan mesin *Computer Numerical Control* (CNC) yang menggantikan proses manual seperti *turning*, *milling*, dan *Electrical Discharge Machining* (EDM). Teknologi ini meningkatkan akurasi, efisiensi, dan produktivitas dalam pembuatan komponen kompleks melalui otomatisasi[1]. Mesin *Computer Numerical Control* (CNC) merupakan mesin perkakas yang dikendalikan oleh komputer menggunakan program numerik. Menurut Indotech Group, teknologi CNC mulai diperkenalkan pada dekade 1940 hingga 1950 sebagai solusi otomasi dalam proses pembuatan benda kerja dengan bentuk kompleks. Perkembangan signifikan terjadi setelah munculnya mikroprosesor pada tahun 1975, yang memungkinkan peningkatan efisiensi dan akurasi sistem CNC. Sejak saat itu, mesin CNC mulai banyak digunakan dalam berbagai sektor industri, termasuk manufaktur, pendidikan, dan penelitian[2].



Gambar I. 1 Pemanfaatan teknologi revolusi industri 4.0[11]

Era Revolusi Industri 4.0 telah memicu transformasi signifikan di sektor manufaktur melalui penerapan teknologi-teknologi mutakhir, seperti *Internet of Things* (IoT), *Cyber-Physical System* (CPS), dan *Artificial Intelligence* (AI)[3]. Teknologi ini memungkinkan terciptanya sistem produksi yang terintegrasi, cerdas, serta mampu meningkatkan efisiensi, fleksibilitas, dan otomatisasi dalam proses manufaktur[4].

Mesin *Computer Numerical Control* (CNC) berperan penting dalam transformasi industri sebagai pusat otomasi dan peningkatan efisiensi manufaktur. Dalam konsep Industri 4.0, CNC terhubung dengan jaringan data untuk mendukung *smart factory*. Integrasi sensor *real-time*, seperti pemantauan getaran, posisi, dan gaya pemotongan, memungkinkan pengendalian yang lebih efektif, meningkatkan efisiensi produksi, dan mengurangi risiko kesalahan dalam proses manufaktur[5]. Dukungan terhadap konsep Industri 4.0 memerlukan integrasi teknologi untuk memastikan konektivitas dan interoperabilitas dalam sistem produksi. Salah satu solusi yang digunakan adalah protokol komunikasi *Open Platform Communications Unified Architecture* (OPC UA), yang memungkinkan mesin CNC terhubung dengan perangkat lain secara aman dan fleksibel. Standarisasi OPC UA mendukung integrasi vertikal dan horizontal dalam manufaktur serta meningkatkan visibilitas produksi melalui pemantauan yang lebih cerdas[6].



Gambar I. 2 Arsitektur mesin CNC yang terintegrasi dengan OPC UA[4]

OPC UA (*Open Platform Communications Unified Architecture*) merupakan protokol komunikasi untuk mendukung pertukaran data yang aman dan interoperabel dalam otomasi industri. Dengan arsitektur yang fleksibel, OPC UA memungkinkan berbagai perangkat saling berkomunikasi. Implementasi interaksi

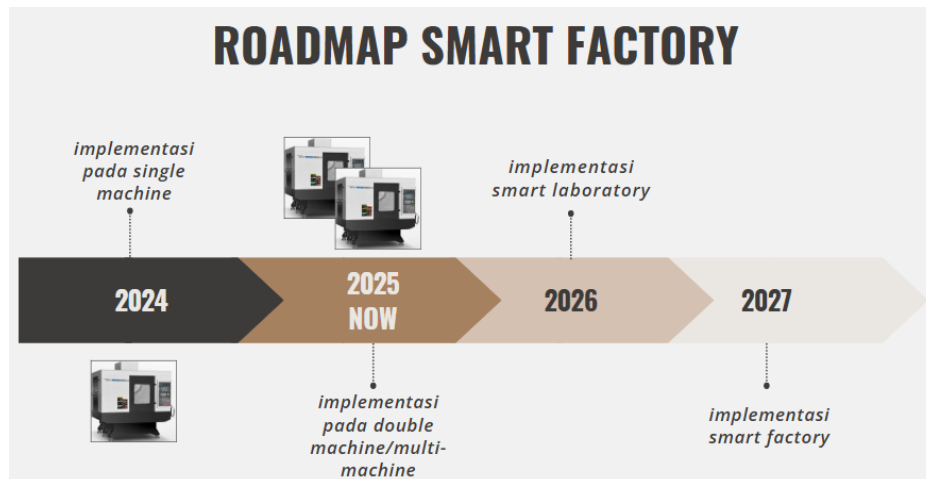
antara server OPC UA dan kernel CNC dilakukan melalui modul perangkat lunak pemantauan tambahan.

Politeknik Manufaktur Bandung merupakan institusi pendidikan vokasi yang tidak hanya fokus pada kegiatan pembelajaran, tetapi juga aktif dalam produksi di bidang manufaktur. Salah satu fasilitas pendukung kegiatan tersebut adalah Laboratorium Teknik Manufaktur yang dilengkapi dengan beberapa mesin CNC (*Computer Numerical Control*) sebagai sarana utama dalam kegiatan praktik maupun produksi.

Agar penggunaan mesin CNC dapat berjalan optimal, diperlukan sistem pemantauan yang efektif. Namun, sejauh ini pemantauan masih dilakukan secara manual, mulai dari pencatatan status mesin, waktu operasi, hingga identifikasi gangguan. Sistem manual seperti ini memiliki banyak keterbatasan, antara lain rawan terjadi kesalahan pencatatan, keterlambatan dalam mendeteksi kerusakan, serta sulitnya mengolah data untuk evaluasi kinerja mesin secara menyeluruh. Hal ini tentu berdampak pada efisiensi produksi maupun penjadwalan kegiatan di laboratorium.

Melihat permasalahan tersebut, dibutuhkan solusi yang dapat meningkatkan keakuratan dan efisiensi dalam pemantauan mesin. Salah satu solusinya adalah dengan menerapkan teknologi komunikasi industri menggunakan OPC UA. Teknologi ini memungkinkan pengambilan dan pengiriman data mesin secara langsung dan *real-time* ke server, yang selanjutnya ditampilkan dalam bentuk *dashboard* menggunakan platform Node-RED. Dengan sistem ini, informasi kondisi mesin dapat dimonitor secara otomatis dan lebih akurat.

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring untuk satu mesin CNC (*single machine monitoring*). Pengembangan dalam penelitian ini dilakukan dengan memperluas cakupan pemantauan menjadi beberapa mesin CNC (*multi-machine monitoring*), khususnya mesin CNC Hyundai yang tersedia di laboratorium. Sistem ini diharapkan dapat mendukung penerapan konsep *smart laboratory* yang mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan mesin serta membantu dalam pengelolaan dan penjadwalan produksi yang lebih terorganisir.



Gambar I. 3 roadmap rangkaian pengembangan *smart factory*

Tersedianya pemantauan data secara otomatis dan *real-time* memungkinkan dilakukannya analisis efektivitas kerja mesin melalui metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), yang menilai kinerja mesin berdasarkan tiga aspek utama: *availability*, *performance*, dan *quality*. Pengembangan ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya, di mana perhitungan OEE belum sepenuhnya lengkap karena hanya mencakup aspek *availability* dan *performance*. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan penyempurnaan dengan menambahkan aspek *quality*, sehingga perhitungan OEE yang ditampilkan pada *dashboard* sistem monitoring menjadi lebih komprehensif dan sesuai dengan standar OEE yang sebenarnya. Maka penulis membuat penelitian pengembangan mengenai **“Pengembangan Sistem Monitoring Data Produksi Pada multi Mesin CNC Hyundai Berbasis Komunikasi OPC UA dan Node-Red”**. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring terintegrasi guna meningkatkan efisiensi, meminimalkan kesalahan manual, dan menyediakan data untuk analisis efektivitas operasional mesin CNC.

## I.2 Rumusan masalah

1. Bagaimana pengembangan dalam menentukan parameter data mesin yang harus diambil dan ditampilkan pada sistem monitoring untuk kebutuhan sistem produksi?
2. Bagaimana pengembangan pengolahan parameter data yang sudah ditentukan pada sistem monitoring pada multi mesin?

3. Bagaimana tahapan konektivitas multi mesin agar sistem monitoring menampilkan data secara *real-time* dari multi mesin?
4. Bagaimana sistem pengolahan data dapat dikembangkan untuk memvalidasi hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) secara otomatis dengan membandingkannya terhadap perhitungan manual?
5. Bagaimana tingkat keefektifan sistem monitoring dalam penerapan multi-mesin?

### **I.3 Batasan masalah**

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Uji coba penelitian dilakukan di lab mesin CNC pada multi mesin CNC Hyundai yang telah memiliki *trial license* Siemens pada kontrol mesin tersebut.
2. Penelitian dilakukan untuk mendukung pemantauan data proses pemesinan pada mesin CNC untuk sektor produksi Polman Bandung.
3. Integrasi dilakukan pada multi mesin CNC Hyundai menggunakan antarmuka berbasis Node-RED.

### **I.4 Tujuan dan manfaat**

Tujuan penelitian pada Tugas Akhir ini ialah

1. Mengembangkan sistem pemantauan untuk menentukan parameter data mesin yang relevan, guna meningkatkan efisiensi proses produksi melalui pemantauan kondisi mesin secara *real-time*.
2. Mengembangkan metode pengolahan data parameter yang diperoleh dari multi mesin dengan cara pengelompokan data parameter yang didapat dari masing masing mesin CNC.
3. Melakukan pengujian konektivitas pada sistem pemantauan yang telah dirancang antara multi mesin dengan *device* menggunakan jaringan lokal dan antarmuka pengguna Node-RED.
4. Melakukan validasi dari sistem pemantauan yang telah di uji dengan menguji data tersebut menggunakan metode OEE.
5. Melakukan pengujian terhadap sistem monitoring yang telah dikaji dan dirancang untuk menentukan tingkat efisiensi dari sistem yang dikembangkan.

Manfaat yang diharapkan dari penyusunan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Bagi institusi, diharapkan penulisan tugas akhir ini dapat berguna untuk sektor produksi dalam memantau proses produksi dan ketersediaan mesin CNC secara efektif pada beberapa mesin CNC *Milling 3 axis*, sehingga dari sistem pemantauan dapat digunakan sebagai analisa di bidang produksi maupun di bidang Pendidikan kampus Polman Bandung.
2. Bagi penulis, diharapkan dapat menambah pengetahuan serta pengaplikasian ilmu dan algoritma dalam pembuatan sistem kontrol pemantauan secara *real-time* terutama pada mesin CNC *milling*.

### **I.5 Sistematika penulisan**

Sistematika penulisan Karya Tulis ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi metode penelitian yang akan dilakukan pada pembuatan *System Monitoring*, seperti langkah-langkah pembuatan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi langkah-langkah pengujian dan analisa serta pembahasan mengenai hasil penelitian atau uji coba.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dari kajian yang dilakukan dan saran untuk pengembangan hasil kajian di masa mendatang.