

**PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING DATA
PRODUKSI PADA MESIN CNC HYUNDAI I-CUT 380 Ti
BERBASIS KOMUNIKASI OPC UA DAN NODE-RED**

Tugas Akhir

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

Oleh

Ghessan Shiddiq Muslim

222411908



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

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Pengembangan Sistem Monitoring Data Produksi Pada Mesin CNC Hyundai
I-Cut 380 Ti Berbasis Komunikasi OPC UA dan Node-Red**

Oleh:

Ghessan Shiddiq Muslim

222411908

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program

pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 18 Januari 2024

Disetujui,

Pembimbing 1,

Pembimbing 2,

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

NIP. 198611222009121004

Andri Pratama, SST.,M.Sc.

NIP .198509252018031001

Disahkan,

Ketua Penguji,

Penguji I,

Penguji II,

Haris Setiawan, S.S.T., M.T.

NIP. 197512042001121001

M Yazid Diratama, S.Tr., MT.

NIP. 199401032022031014

Dr. Herman Budi H, MT., IPM

NIP.197902022008101001

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama	:	Ghessan Shiddiq Muslim
NIM	:	222411908
Jurusan	:	Teknik Manufaktur
Program Studi	:	Teknik Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Pengembangan Sistem Monitoring Data Produksi pada Mesin CNC Hyundai I-CUT 380Ti Berbasis Komunikasi OPC UA dan Node-Red

Menyatakan 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 : 18 – 01 – 2024
Yang Menyatakan,

Ghessan Shiddiq Muslim
NIM 222411908

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama	:	Ghessan Shiddiq Muslim
NIM	:	222411908
Jurusan	:	Teknik Manufaktur
Program Studi	:	Teknik Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Pengembangan Sistem Monitoring Data Produksi pada Mesin CNC Hyundai I-CUT 380Ti Berbasis 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 pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif 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 : 18-01-2024
Yang Menyatakan,

Ghessan Shiddiq Muslim
NIM 222411908

MOTO PRIBADI

“Berani Bangkit, Berani Bertualang, Bertanggung Jawab Setiap Detik. Hidup adalah petualangan yang menanti di setiap pagi. Bangun dengan semangat, hadapi tantangan, dan jadilah pahlawan dalam kisahmu sendiri. Setiap Langkah adalah tanggung jawab, setiap Tindakan adalah keberanian. Jangan hanya hidup, tetapi buatlah hidup ini menjadi sebuah petualangan yang tak terlupakan”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan karya tulis yang berjudul “Pengembangan Sistem Monitoring Data Produksi pada Mesin CNC Hyundai I-CUT 380Ti Berbasis Komunikasi OPC UA dan Node-Red”

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur di politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.A.B.
2. Ketua Jurusan Teknik Manufaktur, Bapak Jata Budiman, SST., MT.
3. Yth. Bapak Haris Setiawan, SST., 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 bekenan 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 materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman-teman kelas 5MEG yang senantiasa memberikan dukungan, semangat dan doa. dan rekan-rekan seperjuangan lainnya yang selalu saling mendukung dan memberi solusi setiap permasalahan.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 18 Januari 2024

Penulis

ABSTRAK

Dalam industri manufaktur, penggunaan mesin CNC (*Computer Numerical Control*) memainkan peran penting dalam mencapai produksi yang konsisten dan berkualitas tinggi. Mesin CNC menggunakan teknologi sensor dan motor servo untuk mengontrol pergerakan sumbu dengan SoftPLC sebagai sistem kontrol perangkat lunak terintegrasi. Namun, pemantauan parameter terbatas pada monitor kontrol mesin. Dalam era industri 4.0, integrasi SoftPLC dengan teknologi seperti OPC UA dan *Internet of Things* (IoT) memberikan kemungkinan pemantauan *realtime* yang lebih luas dan komunikasi efisien antara mesin CNC dan sistem manajemen produksi. Hal ini membuka peluang untuk meningkatkan efisiensi proses produksi mengoptimalkan pengambilan keputusan, dan meningkatkan performa keseluruhan operasi manufaktur. Oleh karena itu dilakukan pengembangan sistem monitoring data produksi pada mesin CNC Hyundai I-Cut 380 Ti menggunakan OPC UA sebagai basis komunikasi dan NodeRed. Pemanfaatan OPC UA memudahkan pengambilan data pada mesin CNC yang selanjutnya ditampilkan dalam *dashboard* yang dibuat dalam aplikasi Node-Red sebagai *user interface* yang digunakan secara jarak jauh dan *realtime*. Proses pengembangan sistem ini mencakup tahap pembuatan konsep, perancangan, pengumpulan data, *assembly* pembuatan, uji coba dan tahap pengujian. Pengujian dilakukan secara langsung untuk validasi fungsi dashboard serta pengisian kuisioner pada mahasiswa jurusan teknik manufaktur. Hasil yang di peroleh ialah tingkat keefektifan sebesar 88,53% yang termasuk dalam interval 76-100% dengan kategori sangat efektif.

Kata kunci: *Computer Numerical Control* (CNC), Sistem Monitoring, OPC UA, Produksi, NodeRed.

ABSTRACT

In the manufacturing industry, the use of CNC (Computer Numerical Control) machines plays an important role in achieving consistent and high-quality production. CNC machines use sensor technology and servo motors to control axis movement with SoftPLC as the integrated software control system. However, parameter monitoring is limited to the machine control monitor. In the era of industry 4.0, the integration of SoftPLC with technologies such as OPC UA and Internet of Things (IoT) provides the possibility of wider realtime monitoring and efficient communication between CNC machines and production management systems. This opens up opportunities to increase the efficiency of the production process optimize decision-making, and improve the overall performance of manufacturing operations. Therefore, the development of a production data monitoring system on the Hyundai I-Cut 380 Ti CNC machine using OPC UA as a communication base and NodeRed was carried out. The utilization of OPC UA facilitates data retrieval on CNC machines which are then displayed in a dashboard created in the Node-Red application as a user interface that is used remotely and in real time. The process of developing this system includes the concept creation, design, data collection, assembly, testing and testing stages. Testing is done directly to validate the dashboard function and fill out questionnaires on students majoring in manufacturing engineering. The results obtained are the effectiveness level of 88.53% which is included in the 76-100% interval in the very effective category.

Keywords: Computer Numerical Control (CNC), OPC UA, Monitoring System Production, NodeRed.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
I. BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-4
I.3 Batasan Masalah	I-4
I.4 Tujuan Penelitian	I-4
I.5 Manfaat Penelitian	I-4
I.6 Sistematika Penulisan	I-5
II. BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 OPC UA	II-1
II.1.2 Industri 4.0	II-4
II.1.3 Overall Equipment Effectiveness	II-6
II.1.4 SINUMERIK 828 D	II-6
II.2 Tinjauan Alat	II-8
II.2.1 UA EXPERT	II-8
II.2.2 Node Red	II-9
II.2.3 Mesin CNC Milling Hyundai I-Cut 380 Ti	II-9
II.3 Studi Penelitian Terdahulu	II-11
III. BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1. Metodologi Penelitian	III-1
III.1 Identifikasi Masalah	III-4
III.2 Skema Sistem Monitoring Data	III-4
III.3 Pengumpulan Materi dan Referensi	III-5
III.4 Proses Penentuan Parameter Data Monitoring Produksi	III-5
III.5 Pengambilan Data Parameter Pada mesin CNC Hyundai I-Cut 380 Ti	III-6
III.5.1 Aktivasi Server OPC UA pada Controller Mesin	III-7

III.5.2	Menghubungkan Komputer Client dengan Server OPC UA	III-9
III.6	Pengambilan data parameter dari server	III-13
III.7	Pembuatan Dashboard Sistem Monitoring Dengan Aplikasi Node-Red	III-16
III.8	Perencanaan Pengujian Sistem Monitoring.....	III-18
III.8.1	Pengujian Dashboard Monitoring CNC Hyundai Wia I-Cut 380 Ti	III-18
III.8.2	Pengujian Uji Coba dan Feedback Responden User.....	III-18
IV.	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1	Hasil Pembuatan Dashboard	IV-1
IV.1.1	Dash Board Machine Information.....	IV-1
IV.1.2	Dashboard Production Status	IV-2
IV.2	Pembahasan Pengujian	IV-4
IV.2.1	Pengujian Data Input Dashboard Monitoring	IV-4
IV.2.2	Pengujian Fungsi Dashboard Monitoring Mesin	IV-6
IV.2.3	Hasil Uji Coba dan Feedback Responden.....	IV-3
V.	BAB V PENUTUP.....	V-1
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran.....	V-2
VI.	DAFTAR PUSTAKA	x
VII.	LAMPIRAN.....	12

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Arsitektur mesin CNC terintegrasi dengan OPC UA.[1]	I-2
Gambar I. 2 Skema integrasi mesin CNC dengan interface Node-Red.	I-3
Gambar II. 1 Revolusi Industri[8].....	II-4
Gambar II. 2 SINUMERIK 828D	II-6
Gambar II. 3 Contoh flow dalam pengembangan Node-RED[11]	II-9
Gambar II. 4 Mesin CNC Milling Hyundai I-Cut 380Ti	II-10
Gambar III. 1 Diagram Alir Metode Penelitian	III-1
Gambar III. 2 Tampilan HMI License Option	III-8
Gambar III. 3 Tampilan HMI Setup Server OPC UA	III-8
Gambar III. 4 Tampilan Utama UA Expert	III-10
Gambar III. 5 Tampilan Window Add Server dan Enter URL.....	III-11
Gambar III. 6 Tampilan UA Expert Setelah Server Ditambahkan	III-11
Gambar III. 7 Tampilan data mesin yang dipilih.....	III-12
Gambar III. 8 Tampilan platform node red.....	III-16
Gambar III. 9 Tampilan Dashboard Keluaran Node-red	III-17
Gambar III. 10 Program Definisi Mode Mesin.....	III-17
Gambar IV 1 Tampilan Dashboard Machine Information	IV-1
Gambar IV 2 Tampilan Dashboard Machine Analysis	IV-2
Gambar IV 3 Program Definisi Mode Operasi Mesin	IV-6
Gambar IV 4 Program Data Input Log.....	IV-7
Gambar IV 5 Production Log Dashboard.....	IV-7
Gambar IV 6 Dokumen Log dalam Format xlsx.....	IV-8
Gambar IV 7 Program Definisi Status Program.....	IV-8
Gambar IV 8 Output hasil pemograman	IV-8
Gambar IV 9 Program pendefinisian Cycletime dan Totaltime Set.....	IV-9
Gambar IV 10 Program Rumus Availability Rate	IV-9
Gambar IV 11 Tampilan Perhitungan Availability Pada Dashboard	IV-9
Gambar IV 12 Program Defenisi Input Perhitungan.....	IV-2
Gambar IV 13 Program Rumus Performance Effeciency	IV-2
Gambar IV 14 Tampilan Perhitungan Performance Pada Dashboard.....	IV-2
Gambar IV 15 Grafik Presentase Jawaban Pembaharuan Teknologi.....	IV-3
Gambar IV 16 Grafik Presentasi Jawaban Pemahaman Kondisi Produksi	IV-4
Gambar IV 17 Grafik Presentasi Jawaban Kondisi Monitoring Realtime	IV-4
Gambar IV 18 Grafik presentase jawaban Fitur Dashboard	IV-5

BAB I

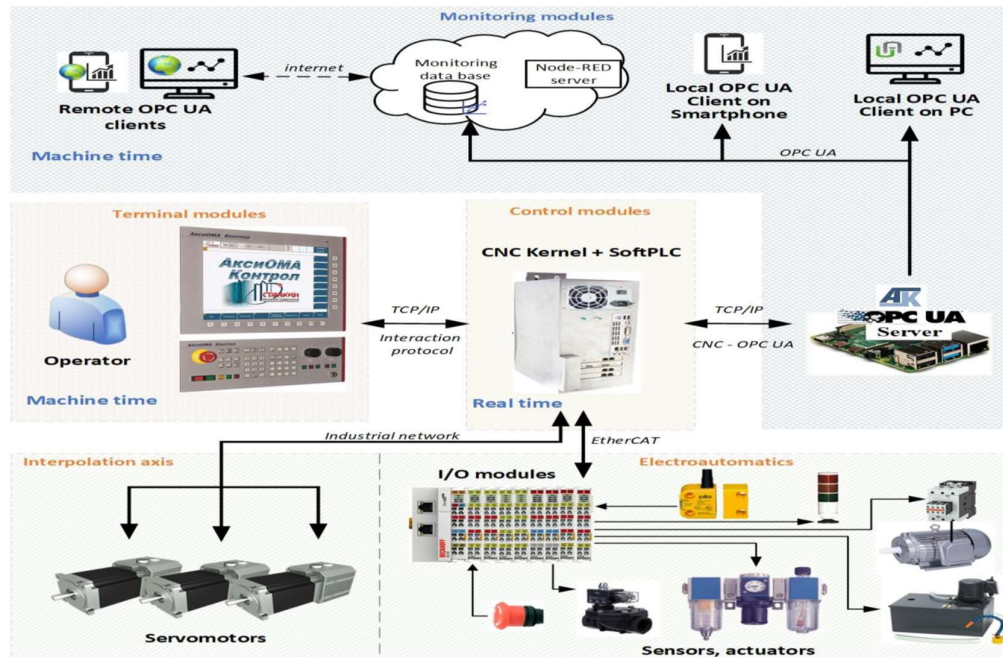
PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Industri manufaktur tidak dapat dipisahkan dari proses pemesinan sebagai bagian dari proses produksi. Manufaktur otomatis sudah lama menggunakan teknologi CNC pada pekerjaan *turning*, *milling*, dan *Electric discharge machine (EDM)* yang produksi manufaktur yang konsisten dan berkualitas tinggi. Mesin CNC menggunakan sensor dan motor servo untuk mengontrol pergerakan sumbu selama proses pemotongan dengan bantuan sistem kontrol perangkat lunak terintegrasi yang disebut *SoftPLC*. *SoftPLC* menggunakan modul I/O pasif untuk mengimplementasikan fungsi kontrol logika[1]. Perangkat lunak ini memungkinkan mesin untuk mentransmisikan program dan mengumpulkan informasi secara terus-menerus tentang status proses dan kondisi suatu peralatan[2]. Namun parameter tersebut hanya bisa dipantau melalui monitor kontrol mesin sehingga membatasi pengawasan pada mesin itu sendiri.

Dalam era industri 4.0, perusahaan berupaya mengembangkan sistem otomatisasi industri yang mendukung komunikasi yang luas dan transfer informasi ke tingkat yang lebih tinggi. Kemampuan mengumpulkan informasi tentang keadaan produksi dan sistem teknologi memungkinkan pemantauan berkelanjutan terhadap peralatan, pengolahan dan analisa data, serta pengambilan keputusan yang mengoptimalkan operasi peralatan guna meningkatkan efisiensi proses produksi[1]. Salah satu sistem komunikasi yang relevan dalam era industri 4.0 adalah penerapan *Internet of Things (IoT)* yang memungkinkan komunikasi efisien dan handal untuk mengumpulkan informasi data secara berkelanjutan dari instrumen dan/atau sensor sehingga memungkinkan pengawasan secara *realtime*. [3]

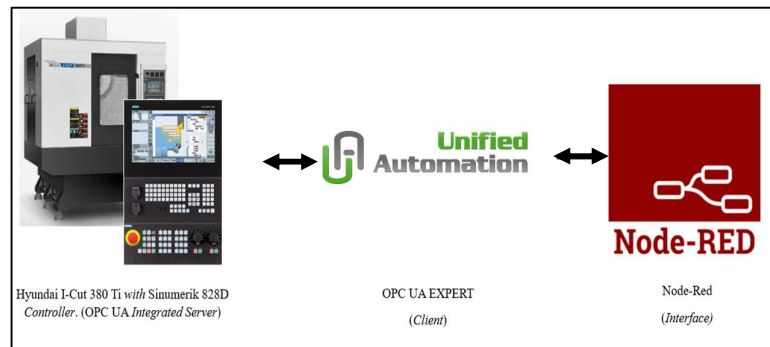
Solusi yang signifikan dan tepat ialah dengan penggunaan *Open Platform Unified Architecture* (OPC UA) sebagai teknologi yang menyediakan jalur komunikasi yang efektif dan efisien[2]. Integrasi *SoftPLC* dengan OPC UA dalam mesin CNC memungkinkan pemantauan *realtime* yang lebih luas dan aksesibilitas data yang lebih baik. Dengan menggunakan OPC UA, Mesin CNC dapat terhubung kedalam sistem manajemen produksi, atau sistem pemantauan terpusat. Contoh implementasi teknologi OPC UA dapat melihat **Gambar I.1**.



Gambar I. 1 Arsitektur mesin CNC terintegrasi dengan OPC UA.[1]

Open Platform Communication Unified Architecture atau disingkat OPC UA adalah teknologi yang dirancang untuk komunikasi secara lancar dan aman dalam otomasi industri secara nirkabel. OPC UA menyediakan kerangka kerja standar dalam bertukar informasi antara perangkat, sistem dan *platform* yang berbeda dengan memanfaatkan penyimpanan pribadi sehingga memfasilitasi transfer data yang efisien dan dapat dianalisis secara jarak jauh [4]. Hal ini memungkinkan setiap variabel data yang berada pada server untuk dibaca secara *update* setiap saat oleh semua klien[5], [6]. Oleh karena itu, integrasi antara sistem kontrol CNC dengan teknologi OPC UA memungkinkan *Realtime Monitoring* untuk memantau aktivitas seperti *downtime*, *cutting time*, *cycle time* pada mesin secara langsung dan analisis efektivitas keseluruhan mesin tersebut.[7]

Politeknik Manufaktur Bandung (Polman Bandung) merupakan institusi vokasi yang juga bergerak pada bidang produksi manufaktur. Dalam kegiatan produksi tersebut, proses monitoring kegiatan produksi masih dilakukan secara manual. Oleh karena itu diperlukan pembaharuan teknologi dalam kegiatan monitoring produksi di bengkel produksi Politeknik Manufaktur Bandung. Dengan deskripsi yang dijelaskan pada paragraf sebelumnya mengenai teknologi *realtime monitoring* yang dapat dilakukan dengan sistem OPC UA pada kegiatan permesinan seperti *downtime*, *cutting time*, *cycle time* dan lain-lain melalui sebuah *interface* secara nirkabel. Maka penulis akan membuat penelitian mengenai “Pengembangan Sistem Monitoring Data Produksi Pada Mesin CNC Hyundai I-Cut 380 Ti Berbasis Komunikasi OPC UA dan Node-Red”. Untuk menggambarkan prinsip kerja dari gambaran umum penelitian ini dapat melihat Gambar I.2.



Gambar I. 2 Skema integrasi mesin CNC dengan interface Node-Red.

Proses produksi di Polman Bandung salah satunya memanfaatkan mesin CNC Hyundai I-Cut 380 Ti sebagai salah satu peralatannya. Mesin CNC tersebut telah memakai sistem kontrol Sinumerik 828D dengan OPC UA yang telah terintegrasi didalamnya yang dapat dimanfaatkan sebagai server. Selanjutnya dengan memanfaatkan aplikasi UA Expert sebagai *Client* kita dapat mengakses data proses produksi yang terjadi didalam mesin dan kemudian ditampilkan pada *Interface* yang telah dibuat menggunakan *platform* Node-Red. Dengan adanya pengembangan sistem monitoring produksi pada mesin CNC ini dengan mengandalkan OPC UA sebagai sistem komunikasinya, diharapkan informasi proses produksi dapat dipantau secara *realtime* dan dapat dianalisis tingkat keefektifan proses produksi dengan dikembangkannya sistem tersebut.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana tahapan pembuatan sistem monitoring produksi pada mesin dengan OPC UA.
2. Bagaimana cara mengidentifikasi data produksi mesin pada mesin CNC.
3. Bagaimana proses sistem monitoring data produksi pada mesin CNC dilakukan.
4. Bagaimana tingkat keefektifan dari perangkat *interface* dengan implementasi OPC UA.

I.3 Batasan Masalah

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

1. Uji coba dilakukan pada mesin CNC Hyundai I-Cut 380 Ti.
2. Komponen Utama mesin yang digunakan kontroler CNC SINUMERIK 828D.
3. Pembuatan *interface* menggunakan Node Red.

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada Tugas Akhir ini ialah

1. Melakukan pengkajian penerapan *platform* Node Red sebagai *tools* sistem monitoring produksi pada mesin CNC.
2. Merancang perangkat sistem monitoring produksi secara *realtime* pada mesin CNC.
3. Melakukan pengujian pada sistem monitoring yang telah dikaji dan dirancang hingga menentukan nilai keefektifan sistem yang dibuat.

I.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penyusunan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Bagi institusi, diharapkan penulisan tugas akhir ini dapat berguna untuk melakukan monitoring sistem produksi secara efektif pada mesin CNC *Milling 3 axis*, sehingga dari sistem pemantauan dapat digunakan sebagai analisis di bidang produksi maupun di bidang pendidikan
2. Bagi Penyusun, diharapkan dapat menambahkan pengetahuan serta pengaplikasian ilmu dalam pembuatan sistem kontrol monitoring secara *realtime* terutama pada mesin CNC *milling*.

I.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH

Berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN

Berisi rancangan jadwal kegiatan TA dan rincian anggaran biaya untuk penyelesaian TA.