

**Pembuatan *Platform* Utama Perangkat Lunak *Computer Aided*
*Inspection Planning***

Tugas Akhir

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

Oleh

Muhamad Aji Nugraha

219411010



**PROGRAM STUDI TEKNIK REKAYASA MANUFALTUR
JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

Pembuatan Platform Utama Perangkat Lunak Computer Aided Inspection Planning

Oleh:

Muhamad Aji Nugraha

219411010

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

Bandung, 08 Agustus 2023

Disetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Andri Pratama, S.ST., M.Sc

NIP. 198509252018031001

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

NIP. 198611222009121004

Disahkan,

Penguji 1

Penguji 2

Penguji 3

Jata Budiman, SST., MT.

NIP.197703052006041012

Nandang R, ST., MT.

NIP.197206181998031003

Gamawan A. S, SST., MM.

NIP.196001101985031005

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Muhamad Aji Nugraha
NIM : 219411010
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pembuatan *Platform* Utama Perangkat Lunak
Computer Aided Inspection Planning

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 : 08 – 08 – 2023
Yang Menyatakan,

(Muhamad Aji Nugraha)
NIM 219411010

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Muhamad Aji Nugraha
NIM : 219411010
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pembuatan *Platform* Utama Perangkat Lunak
Computer Aided Inspection Planning

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 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, mengalih media/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 : 08 – 08 – 2023
Yang Menyatakan,

(Muhamad Aji Nugraha)
NIM 219411010

MOTO PRIBADI

"Jika mencari satu orang yang bisa mengubah hidupmu, lihatlah di cermin."

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas berkat rahmat, karunia dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan karya tulis Tugas Akhir ini yang berjudul “Pembuatan *Platform* Utama Perangkat Lunak *Computer Aided Inspection Planning*” merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma IV di Politeknik Manufaktur Bandung.

Tugas Akhir ini dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penulisan dan penyusunan tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Keluarga tercinta, Bapak Suparman, Ibu Ermy Budiani Karwati, juga kedua kakak penulis yaitu Eva Sundari dan Fitri Febrianti yang selalu memberikan doa serta dukungan kepada penulis
2. Bapak Andri Pratama dan Bapak Yogi Muldani Hendrawan selaku pembimbing di Politeknik Manufaktur Bandung yang telah memberi arahan dan bantuan kepada penulis dalam melakukan pembuatan aplikasi serta penyusunan karya tulis ini.
3. Rekan-rekan Diploma IV kelas MED angkatan 2019 yang telah mendukung penulis serta atas kerja sama selama menempuh pendidikan di Politeknik Manufaktur Bandung.
4. Sherin Viendra Permana yang selalu memberikan doa serta dukungan kepada penulis.

Semoga semua bantuan dan dukungan yang telah diberikan mendapat pahala dari Allah Subhanahu Wa Ta 'ala, serta karya tulis Tugas Akhir ini bermanfaat baik bagi penulis, pembaca maupun yang akan melanjutkan penelitian analisis ini.

Bandung, Agustus 2023

Penulis

ABSTRAK

Inspeksi adalah proses penting yang tidak meningkatkan nilai tambah terhadap produk. Proses inspeksi memiliki peluang untuk dibuat lebih efisien dengan mengimplementasikan teknologi *Computer Aided Inspection Planning* (CAIP). *Computer Aided Inspection Planning* (CAIP) merupakan sistem pemodelan produk yang dapat mendeskripsikan kebutuhan pengukuran geometri dan dimensi secara cerdas. Penelitian CAIP di Politeknik Manufaktur Bandung yang sudah berjalan sejak tahun 2016 menghasilkan kepingan-kepingan aplikasi yang belum terintegrasi sehingga penggunaan aplikasi dilakukan secara terpisah yang dimana kurang efisien. Untuk mengefisienkan seluruh kepingan aplikasi yang dihasilkan di penelitian sebelumnya maka dibuatlah *platform* utama perangkat CAIP yang bisa mengintegrasikan seluruh kepingan aplikasi sebelumnya. Penulis membuat *platform* menggunakan metode *waterfall* yang umum digunakan untuk membuat *platform*. Setelah *platform* utama terbentuk penulis mengevaluasi dengan membandingkan hasil dari *platform* utama dengan hasil dari aplikasi aslinya. Hasil dari penelitian ini adalah terbentuknya *platform* utama perangkat lunak CAIP yang berhasil mengintegrasikan seluruh aplikasi dari penelitian sebelumnya.

Kata kunci: CAIP, OMM, *Platform* Utama Perangkat Lunak CAIP

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR DIAGRAM.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I BAB I.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah.....	I-3
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-3
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-3
II BAB II.....	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 <i>Computer Aided Inspection Planning (CAIP)</i>	II-1
II.1.2 STEP (Standard for Exchange of Product data model).....	II-1
II.1.3 <i>Feature</i>	II-2
II.1.4 <i>On Machine Measurement (OMM)</i>	II-2
II.1.5 Model Pembuatan Perangkat Lunak	II-2
II.2 Tinjauan Alat	II-4
II.2.1 Visual Studio Code	II-4
II.2.2 Python	II-5
II.2.3 Anaconda.....	II-6
II.2.4 <i>Vertical Machining Center</i> Hyundai-WIA F510M.....	II-7
II.2.5 Renishaw Primo Radio Part Setter	II-8
II.3 Studi Penelitian Terdahulu	II-9
III BAB III	III-1
III.1 Metodologi Penelitian.....	III-1

III.2	Tahapan pembuatan GUI <i>Main Platform</i> menggunakan Python.....	III-7
III.3	Pengintegrasian Aplikasi Sebelumnya ke dalam <i>Main Platform</i> ..	III-10
III.3.1	Pengintegrasian Aplikasi Sebelumnya menjadi sebuah Fitur Button	III-11
III.3.2	Pembuatan Tombol Otomatis.....	III-14
III.3.3	Pembuatan Fitur Form Inspeksi	III-16
IV	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1	Hasil <i>Interface Platform</i> Utama.....	IV-1
IV.2	Perbandingan Hasil Uji <i>Main platform</i> Dengan Aplikasi Aslinya ..	IV-2
IV.2.1	Pengujian Fitur Hector	IV-2
IV.2.2	Pengujian Path Generator	IV-9
IV.2.3	Pengujian G-Code Generator	IV-17
IV.2.4	Pengujian Holes Evaluator.....	IV-24
IV.2.5	Pengujian Roundness Evaluation.....	IV-32
IV.2.6	Fitur Otomatis	IV-41
IV.2.7	Fitur Pembuatan Form Inspeksi	IV-47
IV.3	Hasil Perbandingan <i>File Step Viewer</i>	IV-55
IV.4	Petunjuk Penggunaan <i>Platform</i> Utama CAIP.....	IV-57
V	BAB V.....	V-1
V.1	Kesimpulan	V-1
V.2	Saran.....	V-1
VI	DAFTAR PUSTAKA	xii

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Mesin Hyundai-WIA F510M.....	II-8
Tabel 2. 2 Spesifikasi Renishaw Primo Radio Part Setter.	II-9
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu.....	II-9
Tabel 3. 1 Tabel Penjelasan Diagram Alir Perencanaan Pembuatan Aplikasi..	III-4
Tabel 4. 1 Pengujian Fitur Hector	IV-3
Tabel 4. 2 Hasil Perbandingan Fitur Hector	IV-8
Tabel 4. 3 Pengujian Path Generator	IV-10
Tabel 4. 4 Hasil Perbandingan Fitur Path Generator.....	IV-16
Tabel 4. 5 Pengujian G-Code Generator	IV-18
Tabel 4. 6 Hasil Perbandingan Fitur G-Code Generator	IV-23
Tabel 4. 7 Pengujian Holes Evaluator	IV-26
Tabel 4. 8 Pengujian Roundness Evaluation	IV-32
Tabel 4. 9 Fitur Otomatis	IV-41
Tabel 4. 10 Hasil Perbandingan Fungsi Fitur Otomatis	IV-46
Tabel 4. 11 Fitur Pembuatan Form Inspeksi	IV-48
Tabel 4. 12 Hasil Perbandingan <i>File Step Viewer</i>	IV-55
Tabel 4. 13 Perbandingan 3D Viewer	IV-57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Ilustrasi Hubungan Penelitian Sebelumnya dengan <i>Platform</i> Utama CAIP.....	I-2
Gambar 2. 1 Waterfall Model Illustration	II-3
Gambar 2. 2 Logo Visual Studio Code.....	II-4
Gambar 2. 3 Logo Aplikasi Python.....	II-5
Gambar 2. 4 Logo Aplikasi Anaconda	II-7
Gambar 2. 5 Vertical Machining Center Hyundai-WIA F510M.....	II-7
Gambar 2. 6 Renishaw Primo Radio Part Setter.	II-9
Gambar 3. 1 Tampilan <i>Interface</i> Awal.....	III-10
Gambar 3. 2 Menu Ribbon	III-13
Gambar 3. 3 Tampilan Fitur Hector	III-13
Gambar 3. 4 Tampilan Fitur Form Inspeksi	III-18
Gambar 4. 1 Bagian <i>Interface Platform</i> Utama.....	IV-1
Gambar 4. 2 Desain Uji Holes Evaluator	IV-25
Gambar 4. 3 Hasil Run pada Fitur Holes Evaluator pada <i>Platform</i> Utama....	IV-30
Gambar 4. 4 Hasil Run pada Aplikasi Holes Evaluator.	IV-32
Gambar 4. 5 Hasil Run pada Fitur Round Evaluation.....	IV-39
Gambar 4. 6 Hasil Run pada Aplikasi Round Evaluation.	IV-40
Gambar 4. 7 Hasil Run pada Fitur Form Inspeksi	IV-53
Gambar 4. 8 Hasil Run Holes Evaluation	IV-54
Gambar 4. 9 Hasil Run Round Evaluation	IV-54

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 3. 1 Diagram Alir Pembuatan Aplikasi.....	III-1
Diagram 3. 2 Diagram Alir Pembuatan Aplikasi.....	III-2
Diagram 3. 3 Diagram Alir Pembuatan Aplikasi.....	III-3
Diagram 3. 4 Diagram Pembuatan GUI.....	III-8
Diagram 3. 5 Alur Pengintegrasian Aplikasi	III-11
Diagram 3. 6 Alur Pengintegrasian Aplikasi	III-12
Diagram 3. 7 Alur Pembuatan Tombol Otomatis	III-14
Diagram 3. 8 Alur Pembuatan Tombol Otomatis	III-15
Diagram 3. 9 Alur Pembuatan Fitur Form Inspeksi.....	III-16
Diagram 3. 10 Alur Pembuatan Fitur Form Inspeksi.....	III-17
Diagram 3. 11 Alur Step Viewer	III-19

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Program Pembuatan <i>Platform</i> Utama
Lampiran B	Design Uji
Lampiran C	Hasil Perbandingan Fungsi Hector
Lampiran D	Hasil Perbandingan Fungsi Path Generator
Lampiran E	Hasil Perbandingan Fungsi G-Code Generator
Lampiran F	Hasil Perbandingan Fungsi Holes Evaluator
Lampiran G	Hasil Perbandingan Fungsi Round Evaluate
Lampiran H	Hasil Perbandingan Fungsi Otomatis
Lampiran I	Hasil Perbandingan Fungsi Form Inspeksi
Lampiran J	Hasil Perbandingan 3D Viewer
Lampiran K	Petunjuk Penggunaan Aplikasi

BAB I

PENDAHULUAN

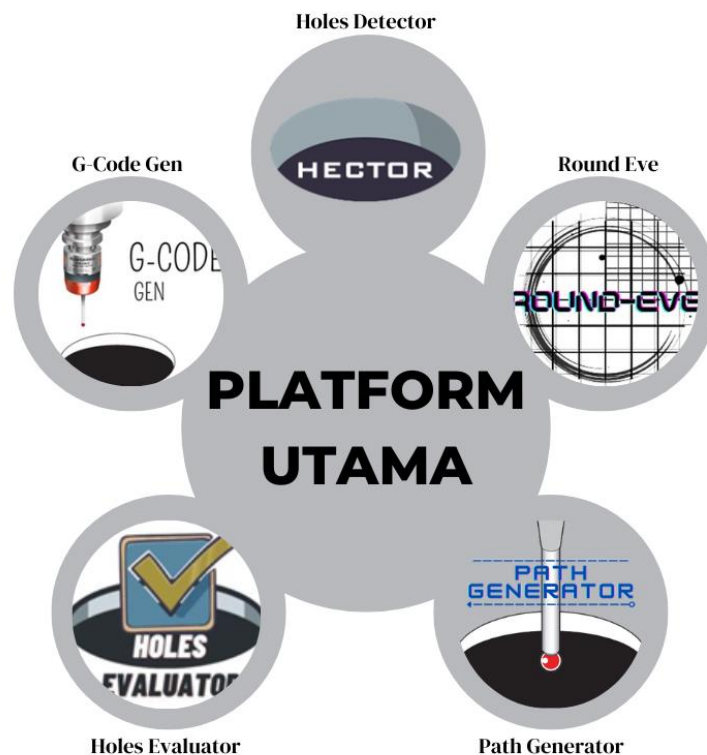
I.1 Latar Belakang

Seiring bertambahnya populasi manusia membuat tingkat produksi terus menerus meningkat. Industri manufaktur terus berusaha memenuhi tuntutan pasar dan memuaskan pelanggan. Dalam mewujudkan hal tersebut, maka siklus manufaktur perlu di percepat dengan cara meminimalisir proses manufaktur yang tidak menghasilkan nilai tambah. Proses tersebut meliputi proses pengaturan mesin, inspeksi, dan pengiriman [1]. Diantara tiga proses tersebut, proses inspeksi lebih banyak dilakukan karena jumlah proses inspeksi sesuai dengan jumlah dimensi fungsional pada produk. Proses inspeksi memiliki peluang untuk dibuat lebih efisien dengan mengimplementasikan teknologi *Computer Aided Inspection Planning* (CAIP) sehingga penelitian ini berfokus pada perencanaan perbaikan dalam proses inspeksi.

Computer Aided Inspection Planning (CAIP) merupakan sistem pemodelan produk yang dapat mendeskripsikan kebutuhan pengukuran geometri dan dimensi secara cerdas. CAIP terbagi menjadi empat tahap yaitu *face detection*, *feature reconstruction*, *inspection planning*, dan *inspection code generated* [2]. Proses inspeksi dilakukan dengan metode *On Machine Measurement* (OMM), yang mana suatu produk diukur langsung pada mesin setelah proses permesinan selesai. Dengan demikian kombinasi dari CAIP dan OMM memungkinkan untuk mengotomatisasi dan mengintegrasikan proses inspeksi.

Politeknik Manufaktur (POLMAN) Bandung, merupakan institusi pendidikan vokasi yang juga bergerak pada bidang produksi manufaktur. Dalam kegiatan berproduksi POLMAN Bandung sudah mulai meneliti teknologi CAIP untuk di terapkan dalam proses inspeksi kedepannya. Penelitian CAIP di Politeknik Manufaktur Bandung sudah dilakukan sejak tahun 2020, pada tahun pertama dilakukan penelitian yang menghasilkan aplikasi pendeteksi fitur lubang silinder. Aplikasi tersebut mampu mengolah model 3D menjadi informasi data fitur lubang

silinder. Jenis fitur yang dapat dideteksi pada aplikasi ini berupa *single* fitur meliputi *Blind Hole*, *Through Hole*, dan *Tapered Hole*. Pada tahun kedua penelitian dikembangkan dengan menambah dua fitur pada aplikasi yang telah dibuat di tahun sebelumnya. Jenis fitur yang ditambahkan yaitu jenis *intersection hole* yang meliputi *counterbore* dan *countersink*. Penelitian dikembangkan lebih lanjut pada tahun ketiga dengan beberapa fokus penelitian. Pertama, membuat algoritma untuk mengoptimasi jalur *probe* untuk inspeksi lubang silinder pada operasi *On-Machine Measurement* di mesin Hyundai WIA F510M. Kedua, membuat G-Code Generator untuk fitur lubang silinder pada operasi *On-Machine Measurement* di mesin Hyundai WIA F510M dengan RENISHAW untuk kontrol SIEMENS 828D. Ketiga, pembuatan algoritma komparasi dimensi posisi dan ukuran *hole cylindrical feature*. Keempat, pembuatan algoritma evaluasi geometri kebulatan, yang mana pada penelitian ini mampu mengevaluasi penyimpangan kebulatan pada lubang profil silinder.



Gambar 1.1 Ilustrasi Hubungan Penelitian Sebelumnya dengan *Platform* Utama CAIP

Dari hasil penelitian sebelumnya terbentuk kepingan-kepingan aplikasi yang belum terintegrasi sehingga penggunaan aplikasi kurang efisien. Sehingga dibutuhkan lah sebuah *platform* utama yang bisa mengintegrasikan seluruh model sistem aplikasi CAIP agar tidak perlu menggunakan aplikasi secara terpisah. Oleh karena itu, penulis akan membuat penelitian mengenai “Pembuatan *Platform* Utama Perangkat Lunak *Computer Aided Inspection Planning*”.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara membuat algoritma *platform* utama perangkat lunak CAIP.
2. Bagaimana cara memvisualisasikan *file* STEP (*.STEP) dalam bentuk 3 dimensi pada *Platform* utama perangkat lunak CAIP.
3. Bagaimana cara menggunakan *Platform* utama perangkat lunak CAIP.

I.3 Batasan Masalah

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

1. Bahasa Pemrograman yang digunakan yaitu Python.
2. *File* gambar 3D yang diolah adalah *file* (*.STEP).
3. Proses evaluasi dan inspeksi hanya dilakukan pada mesin Hyundai WIA 510M dengan kontrol SIEMENS.
4. Touch probe yang digunakan adalah touch probe RENISHAW.

I.4 Tujuan dan Manfaat

1. Membuat algoritma *platform* utama perangkat lunak CAIP .
2. Memvisualisasikan data 3D model dengan format *file* (*.STEP).
3. Membuat petunjuk penggunaan *platform* utama perangkat lunak CAIP .

I.5 Sistematika Penulisan

Karya tulis tugas akhir ini memiliki sistematika dalam penulisannya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN: Bab I membahas mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, ruang lingkup dan batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode pengumpulan data, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA: Bab II memaparkan tentang landasan teori yang berhubungan dengan pembahasan dan analisa yang dipaparkan pada karya tulis tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN: Bab III menjelaskan bagaimana metodologi pengerjaan pada penelitian tugas akhir ini.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS: Bab IV berisi beberapa hasil pengambilan data yang telah dilakukan dan di analisa setiap data.

BAB V PENUTUP: Bab V berisi kesimpulan tugas akhir dan saran untuk penelitian analisis yang selanjutnya.