

**REKAYASA PERANGKAT LUNAK *COMPUTER AIDED*
PROCESS PLANNING UNTUK MENGHITUNG ESTIMASI
BIAYA PADA KOMPONEN BALOK PRISMATIK UNTUK
KEGIATAN PRODUKSI DI JURUSAN TEKNIK
MANUFAKTUR POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

Tugas Akhir

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

Oleh

Adrian Fajar Nugraha

221411003



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

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Rekayasa Perangkat Lunak Computer Aided Process Planning
untuk Menghitung Estimasi Biaya pada Komponen Balok
Prismatik untuk Kegiatan Produksi di Jurusan Teknik
Manufaktur Politeknik Manufaktur Bandung**

Oleh:

Adrian Fajar Nugraha
22141103

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

Bandung, 4 Juli 2025

Disetujui,

Pembimbing I,



Andri Pratama, S.ST., M.Sc.
NIP. 198509252018031001

Pembimbing II,



Yogi Muldani H, S.ST., M.T., Ph.D., IPM
NIP. 198611222009121004

Disahkan,

Ketua penguji,



Ketua Purnawarman, S.T., M.T.
NIP. 196207101989031004

Penguji I,



Iwan Harianton, BSME. M.Eng.
NIP. 196405071992011001

Penguji II,



Risky Ayu Febriani, S.Tr., M.Sc
NIP. 199402052022032010

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Adrian Fajar Nugraha
NIM : 221411003
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rekayasa Perangkat Lunak *Computer Aided Process Planning* untuk Menghitung Estimasi Biaya pada Komponen Balok Prismatik untuk Kegiatan Produksi di Jurusan Teknik Manufaktur Politeknik Manufaktur Bandung

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 : 04 – 07 – 2025
Yang Menyatakan,

Adrian Fajar Nugraha
NIM 221411003

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Adrian Fajar Nugraha
NIM : 221411003
Jurusan : Teknik Manufaktur
Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Rekayasa Perangkat Lunak *Computer Aided Process Planning* untuk Menghitung Estimasi Biaya pada Komponen Balok Prismatik untuk Kegiatan Produksi di Jurusan Teknik Manufaktur Politeknik Manufaktur Bandung

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, 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 : 19 – 06 – 2025
Yang Menyatakan,

Adrian Fajar Nugraha
NIM 221411003

MOTO PRIBADI

Bukan pribadi yang mudah percaya, namun berdiri tegak ketika kepercayaan ditanamkan. Sadar bahwa tidak sempurna, namun bertanggung jawab atas siapa diri hari ini. Dan bila amarah hadir, itu bukan kelemahan, melainkan bentuk kepedulian yang mendalam terhadap apa yang benar-benar dihargai.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “ Rekayasa Perangkat Lunak Computer Aided Process Planning untuk Menghitung Estimasi Biaya pada Komponen Balok Prismatik untuk Kegiatan Produksi di Jurusan Teknik Manufaktur Politeknik Manufaktur Bandung”.

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 menghaturkan 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. Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia-Nya
2. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Komala dan Bapak Hendarwan yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah Undayat, S.ST., M.T.
4. Ketua Jurusan Teknik Manufaktur, Bapak Dr. Herman Budi Harja, S.T., M.T.

5. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Bapak Dr. Heri Setiawan, S.T., M.T.
6. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Andri Pratama, S.ST., M.Sc. dan Bapak Yogi Muldani H, S.ST., M.T., Ph.D., IPM.
7. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Otto Purnawarman, S.T., M.T., Bapak Iwan Harianton, BSME. M.Eng., dan Ibu Risky Ayu Febriani, S.Tr., M.Sc..
8. Panitia tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta fasilitas dalam proses penyusunan dan pelaksanaan tugas akhir ini.
9. Untuk kakak saya yang telah memberikan semangat, dukungan, serta doa yang tulus selama proses penyusunan tugas akhir ini.
10. Buat sahabat – sahabat saya yang selalu hadir memberi semangat, menjadi tempat berdiskusi, serta membantu dalam suka dan duka selama masa perkuliahan hingga tugas akhir ini selesai.

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

Bandung, Juli 2025

Penulis

ABSTRAK

Estimasi biaya produksi merupakan bagian penting dalam perencanaan proses manufaktur, namun proses ini seringkali memerlukan waktu yang lama dan hasil yang bervariasi tergantung pengalaman estimator. Penelitian ini bertujuan mengembangkan perangkat lunak *Computer Aided Process Planning (CAPP)* berbasis Python dengan antarmuka grafis Tkinter untuk menghitung estimasi biaya secara otomatis pada komponen balok prisma. Sistem menerima *input* berupa *file* teks berisi spesifikasi fitur geometri, kemudian memprosesnya menggunakan data dari *database* material, alat potong, dan mesin. Estimasi dilakukan terhadap biaya material dan proses, berdasarkan volume fitur, parameter pemotongan, dan tarif mesin. Hasil estimasi ditampilkan langsung dalam antarmuka pengguna dan dapat diekspor ke *file* Excel untuk keperluan dokumentasi dan analisis lanjutan. Validasi dilakukan melalui lima metode pembandingan, yaitu simulasi Excel, Siemens NX, estimator berpengalaman, dan data waktu aktual mesin. Hasil menunjukkan deviasi estimasi berkisar dari -14,00% hingga +9,52% untuk pendekatan manual, serta di bawah $\pm 3\%$ untuk simulasi terstandar. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat lunak CAPP yang dikembangkan mampu memberikan hasil yang cepat, konsisten, terstruktur, dan layak digunakan untuk mendukung perencanaan biaya proses manufaktur.

Kata kunci: estimasi biaya, CAPP, fitur prisma, Python, perangkat lunak

ABSTRACT

Production cost estimation is an essential part of Manufacturing Process Planning, but it is often time-consuming and produces varying results depending on the estimator's experience. This study aims to develop a Computer Aided Process Planning (CAPP) software based on Python with a Tkinter Graphical User Interface (GUI) to automatically calculate Production cost estimation for prismatic block components. The System receives input in the form of a text file containing geometric Feature specifications, then processes it using data from material, cutting tool, and machine databases. The estimation covers material and process costs based on Feature volume, cutting parameters, and machine hourly rates. The estimation results are displayed directly through the User Interface and can be exported to an Excel file for documentation and further Analysis. Validation was carried out using five comparison methods: Excel Simulation, Siemens NX, manual estimation by experienced estimators, and actual Machining time data. The results show that the estimation deviation ranges from -14.00% to +9.52% for manual approaches, and is below $\pm 3\%$ for standardized Simulations. These findings indicate that the developed CAPP software can provide fast, consistent, and structured estimation results, and is feasible to be used as a decision-support tool in Manufacturing cost planning.

Keywords: *cost estimation, CAPP, prismatic Feature, Python, software*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI).....	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
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 dan Manfaat	I-5
I.5. Sistematika Penulisan.....	I-6
II BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1. Tinjauan Teori.....	II-1
II.1.1. <i>Computer Aided Process Planning</i>	II-1
II.1.2. Balok prismatic	II-2
II.1.3. Parameter Pemesinan Frais	II-4
II.1.4. Model Pembuatan Perangkat Lunak	II-5
II.1.5. Lintasan <i>Tool</i>	II-6
II.1.6. Jenis Material	II-6
II.1.7. Penentuan Alat Potong.....	II-8
II.1.8. Kekasaran Permukaan.....	II-9
II.1.9. Estimasi Waktu Proses.....	II-10
II.1.10. Estimasi Biaya.....	II-10
II.2. Tinjauan Alat.....	II-13
II.2.1. Solidwork	II-13
II.2.2. NX Siemens	II-14

II.2.3.	Python	II-15
II.2.4.	Frais.....	II-16
II.3.	Studi Penelitian Terdahulu.....	II-18
III	BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1.	Metodologi Penelitian	III-1
III.2.	Algoritma Rekayasa Perangkat Lunak Estimasi Biaya.....	III-3
III.2.1.	Simulasi Perhitungan Estimasi Biaya	III-3
III.2.2.	Perancangan <i>Input</i> Estimasi Biaya.....	III-15
III.2.3.	Perancangan Perhitungan Estimasi Biaya.....	III-17
III.2.4.	Pembuatan <i>Graphical User Interface</i>	III-22
III.3.	Alat yang Digunakan.....	III-25
III.4.	Pengujian Perangkat Lunak.....	III-26
IV	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1.	Kajian Data dan Referensi Penunjang.....	IV-1
IV.1.1.	Data Fitur Geometri Komponen.....	IV-1
IV.1.2.	Data Parameter Pemotongan	IV-1
IV.1.3.	Data Biaya Material dan Mesin.....	IV-2
IV.2.	Desain Model Uji	IV-3
IV.3.	Simulasi Perhitungan Estimasi Biaya	IV-5
IV.4.	Implementasi Modul <i>Input</i> Estimasi Biaya.....	IV-8
IV.4.1.	<i>User Uploaded Input</i>	IV-8
IV.4.2.	<i>Predefined Input</i>	IV-10
IV.4.3.	<i>Database Input</i>	IV-11
IV.5.	Implementasi Modul Perhitungan Estimasi Biaya.....	IV-13
IV.6.	Pembuatan <i>Graphical User Interface</i>	IV-19
IV.6.1.	Hasil Implementasi GUI	IV-19
IV.6.2.	Integrasi Pemrograman Sistem	IV-21
IV.6.3.	Hasil Fungsional Sistem.....	IV-22
IV.7.	Pengujian Hasil Estimasi Biaya Perangkat Lunak CAPP	IV-22
IV.7.1.	Validasi Menggunakan Perangkat Lunak CAPP	IV-22
IV.7.2.	Validasi menggunakan Simulasi Microsoft Excel.....	IV-31
IV.7.3.	Validasi terhadap Siemens NX CAM	IV-33
IV.7.4.	Validasi Estimator Berpengalaman.....	IV-35
IV.7.5.	Validasi terhadap Waktu Aktual Pada Mesin	IV-38
IV.8.	Pembahasan Hasil Validasi.....	IV-39
IV.8.1.	Perbandingan Estimasi Biaya Total	IV-39

IV.8.2. Perbandingan Estimasi Biaya pada Komponen <i>Base</i> oleh Estimator Berpengalaman dan Data Waktu Aktual Mesin.....	IV-40
V BAB V PENUTUP	V-1
V.1. Kesimpulan	V-1
V.2. Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA	xvi
LAMPIRAN.....	xix

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Model Waterfall	II-5
Tabel II. 2 Studi Penelitian Terdahulu	II-18
Tabel III. 1 Diagram Alir Metodologi Penelitian... Error! Bookmark not defined.	
Tabel III. 2 Penjelasan metodologi penelitian.....	III-2
Tabel III. 3 Parameter pemesinan	III-4
Tabel III. 4 hasil perbandingan perhitungan MRR konvensional & NX CAM.	III-8
Tabel III. 5 hasil perbandingan perhitungan MRR <i>toolpath</i> dan NX CAM	III-11
Tabel III. 6 Diagram alir perancangan <i>input</i> estimasi biaya	III-15
Tabel III. 7 Diagram Alir Perancangan Perhitungan Estimasi Biaya	III-17
Tabel III. 8 Diagram alir <i>Graphical User Interface</i>	III-22
Tabel III. 9 Simulasi perhitungan estimasi biaya material.....	IV-5
Tabel III. 10 Simulasi Estimasi Biaya Proses komponen <i>Base</i>	IV-6
Tabel III. 11 Simulasi Estimasi Biaya Proses komponen <i>movable jaw</i>	IV-6
Tabel III. 12 Simulasi Estimasi Biaya Proses komponen <i>Fixed Jaw</i>	IV-6
Tabel III. 13 Simulasi Estimasi Biaya Proses komponen <i>Vice Stand</i>	IV-7
Tabel III. 14 Simulasi Estimasi Biaya Total	IV-7
Tabel III. 15 Ringkasan struktur fungsi penentuan diameter cutter.....	IV-13
Tabel III. 16 Ringkasan struktur fungsi biaya material.....	IV-14
Tabel III. 17 Ringkasan struktur fungsi nilai <i>stepover</i>	IV-14
Tabel III. 18 Ringkasan fungsi <i>calculate machining parameters</i>	IV-16
Tabel III. 19 Ringkasan Struktur fungsi total waktu pemesinan.....	IV-17
Tabel III. 20 Ringkasan struktur fungsi estimasi biaya produksi.....	IV-18
Tabel IV. 1 Komponen-komponen model uji	IV-4
Tabel IV. 2 Spesifikasi Produk pada file .txt	IV-9
Tabel IV. 3 program untuk mengolah database material	IV-11
Tabel IV. 4 Penjelasan program database material	IV-12
Tabel IV. 5 program untuk mengolah database mesin.....	IV-12
Tabel IV. 6 Penjelasan modul <i>database</i> mesin	IV-12
Tabel IV. 7 Validasi estimasi biaya material menggunakan Microsoft Excel.	IV-31
Tabel IV. 8 Validasi estimasi biaya proses <i>base</i> menggunakan Excel	IV-32

Tabel IV. 9 Validasi estimasi biaya proses <i>movable jaw</i> menggunakan Excel	IV-32
Tabel IV. 10 Validasi estimasi biaya proses <i>Fixed Jaw</i> menggunakan Excel	IV-32
Tabel IV. 11 Validasi estimasi biaya proses <i>Vice Stand</i> menggunakan Excel	IV-32
Tabel IV. 12 Validasi estimasi biaya total menggunakan Microsoft Excel	IV-33
Tabel IV. 13 Perhitungan Estimator Berpengalaman (OP1)	IV-36
Tabel IV. 14 Perhitungan Estimator Berpengalaman (OP2)	IV-37
Tabel IV. 15 Hasil Estimasi Biaya oleh Estimator Berpengalaman	IV-38
Tabel IV. 16 Monitor Mesin CNC dengan Informasi <i>Time Counter</i>	IV-38
Tabel IV. 17 Estimasi waktu pada aktual mesin	IV-38
Tabel IV. 18 Perbandingan Estimasi Biaya Total	IV-39
Tabel IV. 19 Perbandingan Estimasi Biaya per Fitur	IV-40

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Grafik Respons Olah Data BLU Polman Bandung.....	I-2
Gambar II. 1 Fitur bentuk prisma balok.....	II-2
Gambar II. 2 Ikon Solidwork	II-13
Gambar II. 3 Ikon Python.....	II-15
Gambar II. 4 Mesin Frais	II-16
Gambar II. 5 Mesin CNC Milling.....	II-17
Gambar III. 1 <i>sub assy fix jaw</i>	III-5
Gambar IV. 1 Model Uji.....	IV-3
Gambar IV. 2 Panel <i>User Uploaded Input</i>	IV-8
Gambar IV. 3 Movable jaw.....	IV-8
Gambar IV. 4 Panel <i>Predefined Inp</i>	IV-10
Gambar IV. 5 <i>Interface Database Material</i>	IV-11
Gambar IV. 6 <i>Interface Database Mesin</i>	IV-12
Gambar IV. 7 Panel pemilihan mode	IV-19
Gambar IV. 8 tampilan pada mode <i>User</i>	IV-20
Gambar IV. 9 tampilan pada mode admin	IV-21
Gambar IV. 10 panel hasil estimasi biaya material <i>base</i>	IV-23
Gambar IV. 11 panel hasil estimasi biaya material <i>movable jaw</i>	IV-24
Gambar IV. 12 panel hasil estimasi biaya material <i>Fixed Jaw</i>	IV-25
Gambar IV. 13 panel hasil estimasi biaya material <i>Vice Stand</i>	IV-26
Gambar IV. 14 panel hasil estimasi biaya proses <i>base</i>	IV-27
Gambar IV. 15 panel hasil estimasi biaya proses <i>movable jaw</i>	IV-28
Gambar IV. 16 panel hasil estimasi biaya proses <i>Fixed Jaw</i>	IV-29
Gambar IV. 17 panel hasil estimasi biaya proses <i>Vice Stand</i>	IV-30
Gambar IV. 18 NX CAM <i>Base</i>	IV-33
Gambar IV. 19 NX CAM <i>movable jaw</i>	IV-34
Gambar IV. 20 NX CAM <i>Fixed Jaw</i>	IV-34
Gambar IV. 21 NX CAM <i>Vice Stand</i>	IV-35
Gambar IV. 22 Master CAM OP1	IV-36
Gambar IV. 23 Master CAM OP2	IV-37

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Program estimasi biaya produksi	xix
LAMPIRAN 2	Simulasi perhitungan MRR konvensional menggunakan Excel...	xx
LAMPIRAN 3	Simulasi perhitungan MRR with toolpath menggunakan Excel	xxi
LAMPIRAN 4	Simulasi perhitungan model uji menggunakan Excel.....	xxi

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

VBB	= volume bahan baku [mm ³]
XBB	= panjang bahan baku [mm]
YBB	= lebar bahan baku [mm]
ZBB	= tebal bahan baku [mm]
m	= massa material [kg]
ρ	= massa jenis material [kg/mm ³]
C _{mat}	= estimasi biaya material [Rupiah]
C _m	= harga material per kilogram [Rupiah/kg]
D _c	= diameter alat potong (<i>cutter</i>) [mm]
D	= kedalaman fitur [mm]
n	= putaran <i>spindle</i> per menit (RPM) [rpm]
V _c	= kecepatan potong [m/min]
V	= <i>feed rate</i> [mm/min]
f	= <i>feed per tooth</i> [mm/tooth]
N	= jumlah gigi <i>cutter</i> (<i>flute</i>) [-]
A _e	= <i>stepover</i> [mm]
n _{main}	= jumlah lintasan utama [lintasan]
w	= lebar fitur [mm]
n _{ae}	= jumlah lintasan <i>stepover</i> [lintasan]
N _{ap}	= jumlah pengulangan lintasan kasar [lintasan]
a _p	= kedalaman pemotongan (<i>depth of cut of cut</i>) [mm]
n _{ap_fin}	= jumlah lintasan <i>finishing</i> [lintasan]
t _p	= estimasi waktu proses [menit]
L	= panjang fitur [mm]
C _p	= estimasi biaya proses [Rupiah]
c _{mach}	= harga rata-rata mesin per jam [Rupiah/jam]
C _t	= estimasi biaya total produksi [Rupiah]

BAB I

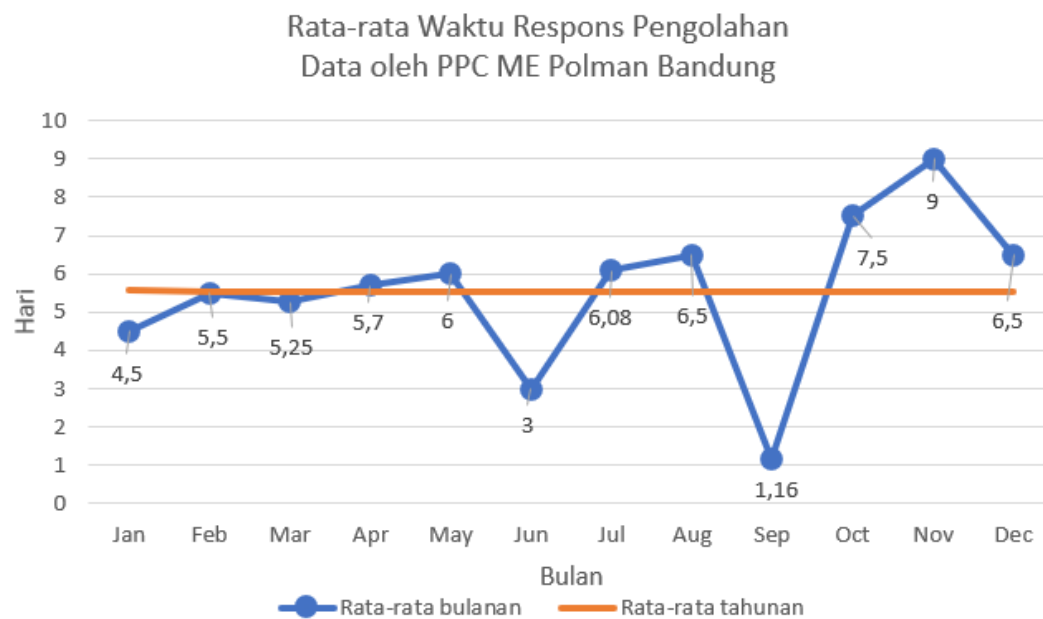
PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Tantangan di sektor manufaktur terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi yang ada. Cara pandang terhadap tantangan tersebut memengaruhi berbagai aspek, mulai dari *strategi* bisnis, desain produk, proses produksi, hingga distribusi. Hal ini juga berdampak pada perencanaan sistem manufaktur serta cara berkomunikasi dan menjalin kerjasama dengan perusahaan lain yang berpotensi menjadi pemasok [1].

Penentuan perencanaan proses merupakan dasar untuk membuat keputusan yang baik dalam praktik manufaktur, karena sistem produksi seharusnya mampu menentukan biaya secara cepat dan standar [2]. Perencanaan proses termasuk dalam 51 jenis aktivitas *non value adding* (NVAA) yang tidak langsung menciptakan nilai di mata pelanggan, sehingga pelanggan tidak bersedia membayarnya, tapi tetap dianggap perlu dari sudut operasional [3].

Perencanaan proses secara manual telah lama digunakan dalam industri manufaktur, namun metode ini memiliki berbagai keterbatasan yang signifikan. Seperti dijelaskan oleh Okpala dan Okonkwo, pendekatan manual sangat bergantung pada pengalaman individu perencana, sehingga menghasilkan rencana proses yang tidak konsisten dan sulit direproduksi. Lebih dari 45% aktivitas perencanaan bersifat administratif, menyebabkan pemborosan waktu dan sumber daya. Catatan proses yang tidak terpelihara dengan baik, informasi yang tersimpan menjadi tidak akurat atau bahkan hilang, terutama saat tenaga ahli yang membuatnya sudah tidak lagi bekerja di perusahaan [4]. Perbedaan estimator dapat menghasilkan rencana proses yang berbeda-beda meskipun menghadapi masalah serupa. Hal ini menunjukkan sifat heterogen dari perencanaan proses, di mana keputusan sangat bergantung pada keahlian individu dan sudut pandang masing-masing perencana [5].



Gambar I. 1 Grafik Respons Olah Data PPC ME

Sebagai ilustrasi nyata dari permasalahan tersebut, data yang diperoleh dari pihak DPB Polman Bandung sepanjang tahun 2024 menunjukkan bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk merespon permintaan estimasi biaya (RFQ) oleh tim perencana khususnya di jurusan teknik manufaktur adalah sekitar 5,5 hari kerja. Selain waktu rata-rata yang relatif tinggi, grafik juga memperlihatkan adanya variasi waktu yang cukup besar antar bulan, mencerminkan ketidakkonsistenan dalam proses perencanaan. Kondisi ini menegaskan bahwa perencanaan proses secara manual masih mengandung unsur ketidakteraturan, baik dari segi efisiensi waktu maupun keseragaman prosedur. Fakta ini memperkuat urgensi pengembangan perangkat lunak perencanaan proses yang mampu mempercepat dan menstandarkan proses estimasi biaya secara lebih sistematis [5].

Strategi serta teknologi otomatis perlu diterapkan untuk menghadapi tantangan tersebut. Maka diperlukan penerjemah rancangan produk menjadi informasi penunjang operasional. Hal tersebut menjadi ide munculnya teknologi komputerisasi pada proses perencanaan guna mencapai efektivitas dan efisiensi dengan menggunakan teknologi *Computer Aided Process Planning (CAPP)* [5].

Dalam dunia manufaktur, CAPP adalah teknologi dengan mengintegrasikan CAD & CAM untuk menyederhanakan dan meningkatkan perencanaan proses pada suatu

produksi [5]. CAPP menghasilkan variabel yang berguna untuk mengembangkan perencanaan proses manufaktur salah satu contohnya yakni estimasi biaya produksi. Estimasi biaya memiliki peran krusial dalam perencanaan keuangan. Estimasi dapat membantu memproyeksikan potensi keuntungan, memastikan keberlanjutan proyek serta mengurangi pengeluaran dalam proses pengembangan dan produksi suatu produk [6].

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Bella (2017) dalam tugas akhirnya berjudul “*Computer Aided Process Planning Berdasarkan Fitur Manufaktur Independen untuk Komponen Prismatik Dies*” telah berhasil merancang sistem CAPP untuk mengotomatisasi perencanaan proses manufaktur berbasis fitur, meliputi identifikasi fitur geometri, pemilihan operasi pemesinan, serta perhitungan parameter seperti kecepatan potong, putaran *spindle*, dan kecepatan pemakanan. Meskipun sistem yang dikembangkan mampu menghasilkan urutan proses manufaktur yang tepat untuk komponen balok prismatic, penelitian tersebut belum mengintegrasikan estimasi biaya sebagai *output* sistem [7]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melanjutkan dan melengkapi sistem CAPP tersebut dengan menambahkan modul estimasi biaya berdasarkan fitur manufaktur dan parameter pemotongan, sehingga sistem tidak hanya mendukung perencanaan proses, tetapi juga pengambilan keputusan dalam perhitungan biaya produksi secara otomatis. Kesesuaian antara fitur geometri dan proses manufaktur menjadikan balok prismatic sebagai pilihan yang tepat untuk pengembangan perangkat lunak estimasi biaya berbasis CAPP [8].

Dalam rangkaian aktivitas perencanaan produksi manufaktur, perangkat lunak *Computer Aided Process Planning* (CAPP) yang dikembangkan pada penelitian ini diposisikan setelah tahap perencanaan produk dan pembuatan *file .txt* spesifikasi fitur, yang dihasilkan oleh rekan peneliti lain melalui algoritma *Feature recognition* untuk *intersection Feature primitive box* pada model 3 dimensi. *File .txt* tersebut berisi data fitur geometris komponen prismatic yang menjadi *input* awal sistem. Setelah *file* fitur tersedia, tahapan berikutnya dalam perencanaan proses mencakup penentuan alat bantu produksi seperti jenis ragam, pemilihan mesin frais, tipe alat potong, serta kelengkapan arbor dan collet yang sesuai. Barulah setelah seluruh data dasar teknis tersedia, perangkat lunak CAPP digunakan untuk menghitung

parameter pemotongan, estimasi waktu proses, dan estimasi biaya material serta biaya proses secara otomatis.

Dengan memperhatikan studi penelitian terdahulu belum ditemukan pengembangan sistem CAPP yang secara eksplisit mengembangkan perangkat lunak *Computer Aided Process Planning* (CAPP) yang mampu menghitung estimasi biaya secara otomatis berdasarkan dari komponen balok prisma. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menyediakan solusi praktis yang dapat mempercepat proses perencanaan produksi serta meningkatkan presisi dalam perhitungan biaya. Urgensi dari pengembangan sistem ini terletak pada pentingnya digitalisasi proses manufaktur agar mampu bersaing dalam iklim industri yang menuntut efisiensi waktu, pengendalian biaya, dan ketepatan pengambilan keputusan [9].

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang masalah di atas, rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menyusun perencanaan proses yang dapat menghasilkan estimasi biaya material dan biaya proses?
2. Bagaimana perencanaan proses tersebut diimplementasikan ke dalam sebuah perangkat lunak?
3. Bagaimana melakukan validasi terhadap hasil estimasi biaya yang dihasilkan oleh perangkat lunak CAPP?

I.3. Batasan Masalah

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

1. Fitur yang diolah merupakan balok prisma.
2. Program hanya digunakan untuk fitur independen (tidak ada fitur dalam fitur).
3. Biaya *Overhead* & nilai waktu tanpa pemotongan tidak diperhitungkan.
4. Operasi pemesinan menggunakan mesin frais.
5. Bahasa program yang digunakan adalah python.

I.4. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari rekayasa *Computer Aided Process Planning (CAPP)* adalah:

1. Menyusun perencanaan proses yang dapat menghasilkan estimasi biaya material dan biaya proses
2. Mengembangkan perangkat lunak CAPP yang mengimplementasikan perencanaan proses tersebut
3. Melakukan validasi terhadap hasil estimasi biaya yang dihasilkan oleh perangkat lunak CAPP?

Penelitian karya tulis ini diharapkan memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan solusi praktis bagi pelaku industri manufaktur dalam menyusun perencanaan proses standar dan terintegrasi dengan sistem estimasi biaya.
2. Menghasilkan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk membantu pengambilan keputusan awal dalam proses perencanaan produksi, khususnya dalam hal estimasi biaya material dan proses secara cepat.
3. Dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem smart *Manufacturing*, khususnya melalui digitalisasi proses perencanaan yang sejalan dengan arah transformasi industri menuju industri 4.0.

I.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam Karya Tulis Ilmiah ini disusun secara sistematis agar memudahkan pembaca dalam memahami alur logika penelitian dan pengembangan yang dilakukan. Adapun sistematika penulisan ini terdiri dari lima bab utama sebagai berikut:

BAB I – PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.

BAB II – TINJAUAN PUSTAKA, memuat landasan teori dan referensi yang relevan sebagai dasar ilmiah dalam pengembangan sistem. Tinjauan pustaka mencakup teori tentang *Computer Aided Process Planning (CAPP)*, fitur geometris balok prisma, parameter pemesinan frais, model pengembangan perangkat lunak, hingga studi penelitian terdahulu yang mendukung.

BAB III – METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, menjelaskan metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir, termasuk diagram alir penelitian, perancangan algoritma, pengembangan *database* dan antarmuka sistem, hingga strategi validasi dan pengujian sistem CAPP yang dikembangkan.

BAB IV – HASIL DAN PEMBAHASAN, menyajikan hasil implementasi sistem berupa tampilan perangkat lunak, hasil simulasi estimasi biaya, serta analisis terhadap performa dan akurasi sistem. Pembahasan mencakup interpretasi data, pengaruh parameter terhadap estimasi, serta kelebihan dan keterbatasan perangkat lunak.

BAB V – PENUTUP, berisi kesimpulan dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan lebih lanjut guna meningkatkan fungsi dan cakupan sistem CAPP yang telah dibuat.