

***PROVE OF CONCEPT* METODOLOGI CAD/CAM DENGAN  
MENGINTEGRASIKAN *OPENSOURCE* CAD DAN CNC  
*CONTROLLER (Universal G-code Sender & Candle 1.1.7)*  
LABORATORIUM TEKNIK INDUSTRI**

**TUGAS AKHIR**



**Nicolas Krishna Devara  
1192003010**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BAKRIE  
JAKARTA  
2023**

***PROVE OF CONCEPT* METODOLOGI CAD/CAM DENGAN  
MENGINTEGRASIKAN *OPENSOURCE* CAD DAN CNC  
*CONTROLLER (Universal G-code Sender & Candle 1.1.7)*  
LABORATORIUM TEKNIK INDUSTRI**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**



**Nicolas Krishna Devara  
1192003010**


**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BAKRIE  
JAKARTA  
2023**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Nicolas Krishna Devara

NIM 1192003010

Tanda Tangan : 

Tanggal :

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Nicolas Krishna Devara  
NIM : 1192003010  
Program Studi : Teknik Industri  
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer  
Judul Skripsi : PROVE OF CONCEPT METODOLOGI  
CAD/CAM DENGAN  
MENGINTEGRASIKAN OPENSOURCE  
CAD DAN CNC CONTROLLER (Universal G-  
code Sender & Candle 1.1.7)  
LABORATORIUM TEKNIK INDUSTRI

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.**

## DEWAN PENGUJI

**Pembimbing** : Ir. Invanos Tertiana, M.M.MBA

**Penguji I** : Ir. Gunawarman Hartono, M.Eng.

**Penguji II** : Arief Bimantoro Suharko, Ph.D.



Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal :

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan YME, karena atas rahmat dan hidayah – Nya, atas kekuatan dan kedamaian pikir yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul **“Prove of concept metodologi CAD/CAM dengan mengintegrasikan open source CAD dan CNC Controller (Universal G-Code Sender & Candle 1.1.7) Laboratorium Teknik Industri”**.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mengalami hambatan yang menimbulkan kesulitan dalam penyelesaian skripsi ini, namun berkat bantuan, arahan, dorongan, serta bimbingan dari berbagai pihak, akhirnya kesulitan yang timbul dapat teratasi. Untuk itu dalam kesempatan ini, penulis sampaikan rasa terima kasih setinggi-tingginya kepada :

1. Seluruh keluarga yang selalu memberikan doa dan semangat selama ini.
2. Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D selaku Rektor Universitas Bakrie.
3. Bapak Dr, Mohammad Ihsan, ST., MT., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik & Ilmu Komputer Universitas Bakrie.
4. Mirsa Diah Novianti, S.T., M.T., IPM selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Bakrie.
5. Bapak Ir. Invanos Tertiana, M.M.MBA selaku pembimbing yang telah memberi arahan dan ilmu serta memotivasi penulis selama pengerjaan Tugas Akhir.
6. Seluruh keluarga yang selalu memberikan doa dan semangat selama ini.
7. Teman-teman Teknik Industri 19 dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dengan segala kemampuan yang ada, penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk menyusun Tugas Akhir ini dengan sebaik – baiknya, namun penulis menyadari masih banyak kekurangan maupun

kesalahan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhirnya harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulissendiri, para pembaca, dan dunia ilmu pengetahuan.

Jakarta, 17 Mei 2023

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a stylized, cursive representation of the author's name.

(1192003010)

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nicolas Krishna Devara

NIM 1192003010

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Jenis Tugas Akhir : Kualitatif

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“PROVE OF CONCEPT METODOLOGI CAD/CAM DENGAN MENGINTEGRASIKAN OPEN SOURCE CAD DAN CNC CONTROLLER (Universal G-code Sender & Candle 1.1.7) LABORATORIUM TEKNIK INDUSTRI”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal:

Yang menyatakan



(Nicolas Krishna Devara)

**PROVE OF CONCEPT METODOLOGI CAD/CAM DENGAN  
MENGINTEGRASIKAN OPEN SOURCE CAD DAN CNC CONTROLLER  
(Universal G-code Sender & Candle 1.1.7) LABORATORIUM TEKNIK  
INDUSTRI**

**Nicolas Krishna Devara**

---

**ABSTRAK**

Metode CAD/CAM merupakan metode yang digunakan untuk mendesain dan mengontrol proses pemesinan dengan menggunakan mesin CNC. Metode ini terdiri dari dua tahap utama, yaitu tahap desain CAD dan tahap pemrograman CAM. Tahap desain CAD digunakan untuk membuat model 3D dari produk yang akan dibuat. Model 3D ini kemudian dapat digunakan untuk simulasi proses pemesinan, sehingga operator dapat mengetahui hasil pemesinan sebelum proses pemesinan dilakukan secara nyata. Tahap pemrograman CAM digunakan untuk membuat program pemesinan yang akan dijalankan oleh mesin CNC. Program pemesinan ini berisi instruksi-instruksi yang akan menggerakkan alat potong mesin CNC untuk membentuk produk sesuai dengan model 3D yang telah dibuat pada tahap desain CAD. Metode CAD/CAM memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan metode pemesinan konvensional. Metode CAD/CAM telah banyak diadopsi oleh industri manufaktur untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas produk. Metode ini juga dapat digunakan untuk pendidikan dan pelatihan pemesinan, sehingga dapat menghasilkan tenaga kerja yang terampil dan kompeten di bidang pemesinan.

Kata kunci: CAD, CAM, mesin CNC



**PROVE OF CONCEPT METODOLOGI CAD/CAM DENGAN  
MENGINTEGRASIKAN OPEN SOURCE CAD DAN CNC CONTROLLER  
(Universal G-code Sender & Candle 1.1.7) LABORATORIUM TEKNIK  
INDUSTRI**

**Nicolas Krishna Devara**

---

**ABSTRACT**

*The CAD/CAM method is a method used to design and control machining processes using CNC machines. This method consists of two main stages, namely the CAD design stage and the CAM programming stage. The CAD design stage is used to create a 3D model of the product to be made. This 3D model can then be used to simulate the machining process, so that operators can know the machining results before the actual machining process is carried out. The CAM programming stage is used to create machining programs that will be executed by the CNC machine. This machining program contains instructions that will move the CNC machine cutting tool to shape the product according to the 3D model that was created at the CAD design stage. The CAD/CAM method has many advantages compared to conventional machining methods. CAD/CAM methods have been widely adopted by the manufacturing industry to improve product quality and productivity. This method can also be used for machining education and training, so that it can produce skilled and competent workers in the machining field.*

*Keywords : CAD, CAM, CNC Machine*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Peneliti .....	2
1.4    Tujuan Penelitian .....	2
1.5    Manfaat Penelitian .....	3
1.5.1    Manfaat Bagi Penulis .....	3
1.5.2    Manfaat Bagi Universitas.....	3
1.6    Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>4</b>
2.1    Tinjauan Pustaka .....	4
2.2    Klasifikasi Mesin CNC Milling .....	6
2.3    Komponen Mesin CNC Milling (Frais) .....	7
2.4    Arsitektur Mesin CNC Milling .....	7
2.5    Bahasa Pemrograman CNC .....	8
2.5.1    G-code .....	8
2.5.2    M-code .....	11
2.6    Material Teflon (Polytetrafluoroethylene) .....	13
2.7    Proses Desain CNC .....	14
2.7.1    Computer Aided design / Computer Aided Manufacturing.....	15
2.7.2    Teknologi CAD/CAM.....	16
2.7.3    Teknologi Perangkat Keras (Hardware) dan Sistem Operasi .....	17
2.7.4    Interface Antara CAD dan CAM .....	19
2.8    Material Removal Process .....	20
2.8.1    Jenis Kondisi Pemesinan.....	20
2.8.2    Cutting Tool .....	20
2.8.3    Kondisi Pemotongan (Cutting Condition) .....	21
2.8.4    Parameter Pemotongan pada Proses CNC Milling .....	22
2.8.5    Toolpath .....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1    Diagram Alur Penelitian .....	25

3.2	Tempat Penelitian .....	26
3.3	Alat dan Bahan Penelitian.....	26
3.4	Prosedur Penelitian .....	26
3.4.1	Persiapan Bahan .....	26
3.4.2	Menentukan Software untuk Mendesain Ukiran Sederhana.....	27
3.4.3	Mendesain Gambar Ukiran Sederhana .....	27
3.4.4	Persiapan Alat .....	27
3.4.5	Menterjemahkan Gambar Desain ke Program NC .....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>28</b>
4.1	Pemahaman Konsep Dasar dan Prosedur CAD/CAM.....	28
4.1.1	Pemahaman konsep CAD/CAM .....	28
4.1.2	Prosedur CAD / CAM.....	28
4.1.3	Manfaat Penggunaan CAD/CAM .....	29
4.1.4	Contoh Penggunaan CAD/CAM.....	29
4.2	Pembuatan Citra Grafis Pada Software CAD Sebagai Basis Pengoperasian CAM .....	29
4.2.1	Sketch Up.....	30
4.2.2	FreeCAD .....	30
4.3	Membuat Program NC untuk Proses Mesin CNC Frais Dengan Software CAM .....	31
4.3.1	Tahapan Proses membuat program pada CAM .....	31
4.3.2	Membuat Datum/Centroid pada benda kerja .....	31
4.3.3	Membuat ukuran Raw Material (Box) .....	32
4.3.4	Membuat Batasan (Boundary) pada Benda Kerja.....	33
4.3.5	Menyesuaikan Cutting Tool.....	33
4.3.6	Parameter Mesin .....	35
4.3.6.1	Roughing.....	35
4.3.6.2	Semi Finish .....	36
4.3.6.3	Finish .....	37
4.3.7	Membuat Toolpath.....	37
4.3.7.1	Roughing.....	37
4.3.7.2	Semi Finish .....	38
4.3.7.3	Finish .....	39
4.4	Menstransfer data NC dari PC ke mesin CNC freis Menggunakan GRBL Controller.....	39
4.4.1	Transfer Hasil Program NC dari CAM ke GRBL Controller .....	39
4.5	Menyesuaikan data program NC pada mesin CNC freis untuk siap dioperasikan .....	41
4.6	Uji Coba Hasil Program NC dari CAM ke Mesin CNC Tanpa Benda Kerja dan Cutting tool.....	42
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>43</b>
5.1	Kesimpulan .....	45

5.2	Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		<b>xiii</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....		<b>xiv</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1</b> <i>Kerangka Berpikir</i> .....	4
<b>Gambar 2</b> <i>Macam-macam Jenis Mesin Bubut</i> .....	6
<b>Gambar 3</b> <i>Computer Aided Design</i> .....	14
<b>Gambar 4</b> <i>Siklus produksi dan CAE (Computer Aided Engineering), CAD, CAM...</i>	19
<b>Gambar 5</b> <i>Proses material removal</i> .....	20
<b>Gambar 6</b> <i>Diagram Alur Penelitian</i> .....	25
<b>Gambar 7</b> <i>Ukuran Material Teflon</i> .....	26
<b>Gambar 8</b> <i>Desain Grafis Sketch Up</i> .....	30
<b>Gambar 9</b> <i>Desain Grafis FreeCAD</i> .....	31
<b>Gambar 10</b> <i>Membuat Workplane</i> .....	32
<b>Gambar 11</b> <i>Membuat Ukuran Bahan Baku</i> .....	32
<b>Gambar 12</b> <i>Membuat Boundary</i> .....	33
<b>Gambar 13</b> <i>Cutting Tool End Mill 2mm</i> .....	34
<b>Gambar 14</b> <i>Tip</i> .....	34
<b>Gambar 15</b> <i>Shank</i> .....	35
<b>Gambar 16</b> <i>Holder</i> .....	35
<b>Gambar 17</b> <i>Parameter Mesin Roughing</i> .....	36
<b>Gambar 18</b> <i>Parameter Mesin Semi-Finish</i> .....	36
<b>Gambar 19</b> <i>Parameter Mesin Finish</i> .....	37
<b>Gambar 20</b> <i>Toolpath Roughing</i> .....	38
<b>Gambar 21</b> <i>Toolpath Semi Finish</i> .....	38
<b>Gambar 22</b> <i>Toolpath finish</i> .....	39
<b>Gambar 23</b> <i>GRBL Controller</i> .....	40
<b>Gambar 24</b> <i>GRBL Controller</i> .....	40
<b>Gambar 25</b> <i>GRBL Controller</i> .....	41
<b>Gambar 26</b> <i>Penyesuaian Program NC</i> .....	41

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1</b> <i>Kode dan Fungsi G-code untuk Mesin CNC Milling</i> .....	9
<b>Tabel 2</b> <i>Kode dan Fungsi M-code untuk Mesin CNC Milling</i> .....	12