

**Implementasi Alur Kerja *CNC Router* untuk Konversi Gambar 2D
Menjadi *Toolpath* 3D pada Laboratorium Teknik Industri Universitas
Bakrie**

TUGAS AKHIR



WILLY SANJAYA PANDIANGAN

1212003016

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

2025

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 : Willy Sanjaya Pandiangan

NIM : 1212003016

Tanda Tangan :



Tanggal : 5 September 2025

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh,

Nama : Willy Sanjaya Pandiangan
NIM : 1212003016
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Jusul Skripsi : Implementasi Alur Kerja CNC Router untuk konversi
Gambar 2D menjadi Toolpath 3D pada Laboratorium Teknik
Industri Universitas Bakrie.

Telah berhasil mempertahankan 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 1 : Edo Suryopratomo, S.T., M.Sc., Ph.D.



Pembimbing 2 : Wijaya Adidarma, S.T., M.M., CRMO



Penguji 1 : Ir. Invanos Tertiana, M.M. MBA, CITPM



Penguji 2 : Ir. Gunawarman Hartono, M.Eng., IPU, CEAP



Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 5 September 2025

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *“Implementasi Alur Kerja CNC Router untuk Konversi Gambar 2D Menjadi Toolpath 3D pada Laboratorium Teknik Industri Universitas Bakrie”*. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua serta keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan moral, serta semangat yang tiada henti.
2. Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng., selaku rektor universitas bakrie.
3. Bapak Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik & Ilmu Komputer Universitas Bakrie.
4. Bapak Edo Suryo Pratomo, S.T., M.Sc., Ph.D selaku kepala program Teknik Industri Universitas Bakrie.
5. Bapak Edo Suryoprato, S.T., M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan, saran, serta masukan yang sangat berharga selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Wijaya Adidarma, S.T., M.M., CRMO selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan arahan, motivasi, serta koreksi dalam penyempurnaan penelitian ini.
7. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Industri Universitas Bakrie angkatan 2021 yang telah memberikan bantuan, kerja sama, serta kebersamaan selama proses studi hingga penyelesaian penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan, baik dari segi isi maupun penyajian. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang implementasi teknologi CNC dan penerapannya di lingkungan akademik maupun industri.

Jakarta, 5 September 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Willy Sanjaya Pandiangan', written in a cursive style.

Willy Sanjaya Pandiangan
(1212003016)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Willy Sanjaya Pandiangan

NIM : 1212003016

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Jenis Tugas Akhir : Skripsi

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:

“Implementasi Alur Kerja *CNC Router* untuk Konversi Gambar 2D Menjadi *Toolpath* 3D pada Laboratorium Teknik Industri Universitas Bakrie” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data Base), 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 : 5 September 2025

Yang menyatakan



Willy Sanjaya Pandiangan
(1212003016)

Implementasi Alur Kerja *CNC Router* untuk Konversi Gambar 2D Menjadi *Toolpath* 3D pada Laboratorium Teknik Industri Universitas

Willy Sanjaya Pandiangan

ABSTRAK

Penelitian ini membahas implementasi alur kerja CNC Router untuk konversi gambar 2D menjadi toolpath 3D pada skala laboratorium Teknik Industri Universitas Bakrie. Latar belakang penelitian ini adalah kebutuhan solusi praktis, ekonomis, dan sederhana untuk mendukung kegiatan edukasi serta prototyping di lingkungan akademik dengan keterbatasan perangkat. Metodologi yang digunakan meliputi tahapan job setup, konversi gambar 2D ke model 3D menggunakan perangkat lunak Vectric Aspire, pembuatan toolpath (profil, roughing, dan finishing), hingga penyimpanan G-code dan transfer ke software kontrol Candle untuk dieksekusi pada mesin CNC 3018. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaturan parameter pemotongan yang tepat (pass depth, stepover, feed rate, spindle speed, dan plunge rate) berpengaruh signifikan terhadap presisi hasil dan efisiensi waktu machining. Workflow yang dihasilkan terbukti sederhana, stabil, dan dapat diterapkan di laboratorium, sehingga dapat menjadi referensi dalam pengembangan pembelajaran CNC dan otomasi CAM berbasis gambar 2D.

Kata kunci: CNC Router, Vectric Aspire, Toolpath 3D, G-code, CAD/CAM

Implementasi Alur Kerja *CNC Router* untuk Konversi Gambar 2D Menjadi *Toolpath* 3D pada Laboratorium Teknik Industri Universitas

Willy Sanjaya Pandiangan

ABSTRAK

This research discusses the implementation of a CNC Router workflow for converting 2D images into 3D toolpaths in the Industrial Engineering Laboratory of Bakrie University. The study is motivated by the need for a practical, cost-effective, and simple solution to support educational and prototyping activities within academic environments with limited resources. The methodology includes job setup, conversion of 2D images into 3D models using Vectric Aspire, toolpath creation (profiling, roughing, and finishing), saving G-code, and transferring it to Candle software for execution on a CNC 3018 machine. The results indicate that appropriate cutting parameters (pass depth, stepover, feed rate, spindle speed, and plunge rate) significantly affect machining efficiency and output precision. The developed workflow proved to be simple, reliable, and applicable in laboratory settings, serving as a reference for further CNC learning and 2D image-based CAM automation development.

Keywords: CNC Router, Vectric Aspire, 3D Toolpath, G-code, CAD/CAM

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Kerangka Berpikir.....	4
2.2 Teori Dasar CNC <i>Router</i>	4
2.2.1 Pengertian dan Prinsip Kerja CNC <i>Router</i>	4
2.2.2 Jenis-Jenis Mesin CNC <i>Router</i>	4
2.2.3 <i>Tool</i> dan Parameter Pemotongan CNC.....	4
2.3 CNC Router 3018.....	5
2.3.1 Spesifikasi Umum CNC Router 3018.....	5
2.3.2 Spindle motor	5
2.3.3 Kontrol & <i>Software</i>	5
2.3.4 Material yang Bisa Dikerjakan	5
2.3.5 Kebutuhan Listrik.....	5
2.4 Instruksi Alat Mesin CNC	5
2.4.1 Persiapan Awal	5
2.4.2 Pengaturan Bahan	6
2.4.3 Pemrograman	6
2.4.4 Inisialisasi Mesin	6
2.4.5 Pemantauan.....	6
2.4.6 Penyelesaian Pekerjaan	6
2.4.7 Pembersihan.....	6
2.4.8 Pemeliharaan.....	7
2.4.9 Dokumentasi	7
2.4.10 Keamanan.....	7

2.5	Konversi Gambar 2D ke Model 3D	7
2.5.1	CAD dan CAM.....	7
2.5.2	Proses Ekstrusi, Revolusi, dan Surface Modeling	8
2.6	<i>Toolpath</i> dan <i>G-code</i>	8
2.6.1	Jenis-jenis <i>Toolpath</i>	8
2.6.2	<i>G-code</i> dan <i>M-code</i>	8
2.7	Alur Kerja (<i>Workflow</i>) <i>CNC Router</i> Berbasis CAD/CAM	9
2.8	Penelitian Terdahulu	9
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		11
3.1	Diagram alir penelitian	11
3.2	Jenis dan Pendekatan Penelitian	12
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	13
3.4	Alat Dan Bahan	13
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		15
4.1	Vectric Aspire	15
4.1.1	Fungsi dan fitur utama:	15
4.1.2	<i>Toolpath</i> & Pemrograman CNC	15
4.1.3	Integrasi & <i>Workflow</i>	15
4.2	Tahapan membuat ulang 2D ke design 3D pada software vectric aspire	15
4.2.1	<i>Job Setup</i>	15
4.2.1.1	Job Type	16
4.2.1.2	Job Size & Position	16
4.2.1.3	Modeling Resolution	16
4.2.1.4	Appearance	16
4.2.2	<i>Auto Layout Text</i>	17
4.2.2.1	Text Entry & Font Settings	17
4.2.2.2	Alignment	17
4.2.2.3	Bounding Box Placement	17
4.2.3	<i>Create Shape</i>	18
4.2.2.4	Shape Profile	18
4.2.2.5	Base Height	18
4.2.2.6	Combine Mode	18
4.3	Tahapan membuat <i>Toolpath</i> pada software Vectric Aspire	19
4.3.1	<i>Material Setup</i>	19
4.3.1.1	Material Thickness	19
4.3.1.2	Z Zero Position	19
4.3.1.3	Model Position in Material	19
4.3.1.4	Rapid Z Gaps Above Material	19
4.3.1.5	Home / Start Position	20

4.3.2	<i>2D Profile Toolpath</i>	20
4.3.2.1	Cutting Depths	20
4.3.2.2	Tool	20
4.3.2.3	Machine Vectors	21
4.3.2.4	Cut Direction	21
4.3.3	<i>Rough Machining Toolpath</i>	22
4.3.3.1	Tool	22
4.3.3.2	Machining Limit Boundry	23
4.3.3.3	Machining Allowance.....	23
4.3.3.4	Roughing Strategy	23
4.3.4	<i>Finish Machining Toolpath</i>	25
4.3.4.1	Tool	25
4.3.4.2	Machining Limit Boundry	26
4.3.4.3	Area Machine Strategy	26
4.3.5	Ringkasan informasi <i>Toolpath</i>	28
4.3.6	<i>Save Toolpath</i>	29
4.4	Tahapan Transfer Data G-code ke CNC Menggunakan Software Candle.....	30
4.4.1	Persiapan File G-code	30
4.4.2	Instalasi dan Pembukaan <i>Software</i> Candle.....	30
4.4.3	Koneksi CNC ke Komputer	30
4.4.4	Setting Awal Mesin	30
4.4.5	Load File G-code.....	30
4.4.6	Menjalankan Proses Pemotongan	30
4.4.7	Proses Pasca-Pemotongan	30
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran	34
DAFTAR	PUSTAKA	35
LAMPIRAN		36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mind Mapping	4
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	11
Gambar 4. 1 Job Setup	17
Gambar 4. 2 Auto Layout Text	18
Gambar 4. 3 Create Shape	19
Gambar 4. 4 Material Setup.....	20
Gambar 4. 5 2D Profile Toolpath	21
Gambar 4. 6 Simulasi jalur Toolpath	22
Gambar 4. 7 Hasil Simulasi 2D Profile Toolpath.....	22
Gambar 4. 8 Rough Machining Toolpath	24
Gambar 4. 9 Simulasi Jalur Toolpath.....	24
Gambar 4. 10 Hasil Simulasi Rough Machining Toolpath.....	25
Gambar 4. 11 Finish Machining Toolpath	26
Gambar 4. 12 Simulasi Jalur Toolpath.....	27
Gambar 4. 13 Hasil Simulasi Finish Machining Toolpath.....	27
Gambar 4. 14 Ringkasan informasi 2D Profile Toolpath	28
Gambar 4. 15 Ringkasan informasi Rough Machining Toolpath.....	28
Gambar 4. 16 Ringkasan informasi Finish Machining Toolpath	29
Gambar 4. 17 Save Toolpath	29
Gambar 4. 18 Transfer data G-code ke candle pada simulasi 2D Profile Toolpath	31
Gambar 4. 19 Transfer data G-code ke Candle pada simulasi Rough Machining Toolpath	31
Gambar 4. 20 Transfer data G-code ke Candle pada simulasi Finish Machining Toolpath	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	9
---------------------------------------	---