

**PENGEMBANGAN MINIATUR MESIN BUBUT
OTOMATIS UNTUK PEMBUATAN MOTIF
SPIRAL PADA KAYU SILINDER**

Tugas Akhir

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

Oleh

Dzaky Akmal Hakim

221341030



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MEKATRONIKA
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Pengembangan Miniatur Mesin Bubut Otomatis Untuk
Pembuatan Motif Spiral Pada Kayu Silinder**

Oleh:

Dzaky Akmal Hakim

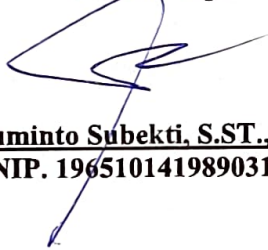
221341030

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

Bandung, 08 Agustus 2025

Disetujui,

Pembimbing I,



Ruminto Subekti, S.ST., M.T.
NIP. 196510141989031002

Pembimbing II,



Ir. Duddy Arisandi, ST, MT
NIP. 224409017

Disahkan,

Penguji I,



Siti Aminah, S.T., M.T.
NIP.197408172009122001

Penguji II,



Wahyu Adhie Candra,
S.T., M.SC.
NIP.197701092023211004

Penguji III,



Abdur Rohman Harits
Martawireja, S.Si., M.T
NIP.198803132019031009

PERTANYAAN ORISINALITAS

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

Nama : Dzaky Akmal Hakim
NIM : 221341030
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pengembangan Miniatur Mesin Bubut Otomatis Untuk Pembuatan Motif Spiral Pada Kayu Silinder

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 pertanyaan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 08 – 08 – 2025
Yang Menyatakan,

Dzaky Akmal Hakim
NIM 221341030

PERTANYAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Dzaky Akmal Hakim
NIM : 221341030
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pengembangan Miniatur Mesin Bubut Otomatis
Untuk Pembuatan Motif Spiral Pada Kayu
Silinder

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 pertanyaan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 08 – 08 – 2025
Yang Menyatakan,

Dzaky Akmal Hakim
NIM 221341030

MOTO PRIBADI

Awali dengan Bismillah Akhiri dengan Hamdallah.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak dan adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan

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 sembahyan 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: “Pengembangan Miniatur Mesin Bubut Otomatis Untuk Pembuatan Motif Spiral Pada Kayu Silinder”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika 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. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah Undayat, S.ST., M.T.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ridwan, S.S.T., M.Eng.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika Bapak Adhitya Sumardi Sunarya, S.Si.,M.Si.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Ruminto Subekti, S.ST., M.T., dan Bapak Ir. Duddy Arisandi, ST, MT

5. Para Penguji sidang tugas akhir Ibu Siti Aminah, S.T., M.T., Bapak Wahyu Adhie Candra, S.T., M.SC. dan Bapak Abdur Rohman Harits Martawireja, S.Si., M.T
6. Panitia tugas akhir Ibu Fitriya Suryatini, S.Pd., M.T., Ibu Hilda Khoirunnisa. S.Tr.T., M.Sc.Eng., Bapak Muhammad Nursyam Rizal, S.Tr.T., M.Sc., dan Bapak Rizqi Aji Pratama, S.Pd., M.Pd.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Alin Herawati dan Almarhum Bapak Eka Rusyana yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk kakak saya Aditya Pradana A.Md.T dan adik saya Firly Aulia Puteri yang telah memberikan dukungan penuh selama saya menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Buat rekan – rekan AE'21 dan terkhusus kepada kelas AEA-1, terima kasih atas segala canda, tawa, pengalaman, dan dukungan sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini bersama kalian di Politeknik Manufaktur Bandung.
10. Untuk saya sendiri, Dzaky Akmal Hakim. Terima kasih sudah menjadi pribadi yang kuat dan mampu mengendalikan diri dari tekanan luar. Terima kasih sudah mengatur ego dan memilih bangkit dengan rasa semangat sehingga dapat menyelesaikan studi di Politeknik Manufaktur Bandung

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. Aamiiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 08 Agustus 2025

Penulis

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan terhadap produk kayu bermotif kompleks, khususnya motif spiral, mendorong perlunya teknologi produksi yang efisien dan presisi. Namun, proses pembentukan motif spiral secara manual membutuhkan keahlian tinggi dan memakan waktu. Oleh karena itu, dilakukan pengembangan mesin bubut konvensional menjadi mesin otomatis berbasis dengan objek mesin Sherline Model 4410. Metodologi yang digunakan adalah VDI 2206, yang dirancang untuk membantu dalam desain dan implementasi sistem mekatronik. Dengan menambahkan komponen mekanik, elektrik, dan informatik seperti motor stepper sebagai penggerak, Arduino Uno sebagai pengontrol, dan motor DC RS 715-106 sebagai motor pemotong, diharapkan kinerja mesin dan fleksibilitas dalam produksi akan meningkat. Hasil aktual pada penelitian ini adalah terciptanya mesin bubut miniatur otomatis melalui proses *retrofitting* mesin yang tidak hanya berfungsi dengan optimal tetapi juga dapat disesuaikan dengan kebutuhan operasional terkini. Dengan demikian, pengguna dapat menghasilkan produk berkualitas dengan bentuk yang kompleks untuk meningkatkan estetika, yang pada gilirannya akan meningkatkan daya saing produk kayu olahan Indonesia di pasar internasional.

Kata kunci: *Retrofitting* mesin, Sherline Model 4410, Motif spiral, VDI 2206, Arduino Uno

ABSTRACT

The increasing demand for complex patterned wood products, particularly spiral patterns, has driven the need for efficient and precise production technology. However, the manual process of forming spiral patterns requires high skill and is time-consuming. Therefore, a conventional lathe machine was developed into an automated machine based on the Sherline Model 4410 machine. The methodology used is VDI 2206, designed to assist in the design and implementation of mechatronic systems. By adding mechanical, electrical, and informational components such as a stepper motor as the drive, an Arduino Uno as the controller, and a DC motor RS 715-106 as the cutting motor, it is expected that the machine's performance and production flexibility will improve. The actual result of this research is the creation of an automated miniature lathe through the retrofitting process of a machine that not only functions optimally but can also be adapted to current operational needs. As a result, users can produce high-quality products with complex shapes to enhance aesthetics, which in turn will boost the competitiveness of Indonesian processed wood products in the international market.

Keywords: *Engine retrofitting, Sherline Model 4410, Spiral motif, VDI 2206, Arduino Uno.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERTANYAAN ORISINALITAS	ii
PERTANYAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	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-4
I.5 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Tinjauan Teori.....	II-1
II.1.1 Konsep Dasar Mesin Bubut	II-1
II.1.2 Parameter Pemotongan Pada Mesin Bubut	II-3
II.1.3 Retrofit Mesin	II-5
II.1.4 Motif Spiral	II-6
II.1.5 CAD dan CAM	II-7
II.1.6 <i>G-Code</i>	II-8
II.2 Tinjauan Alat.....	II-8
II.2.1 Mesin Bubut Sherline Model 4410	II-8
II.2.2 Mikrokontroler Arduino Uno R3	II-9
II.2.3 Papan Kendali Arduino CNC <i>Shield V3</i>	II-10
II.2.4 Motor Stepper NEMA 17.....	II-12
II.2.5 Motor <i>Driver</i> A4988	II-13
II.2.6 <i>Universal G-Code Sender</i>	II-14

II.2.7	GRBL	II-14
II.2.8	<i>Incremental Rotary Encoder</i>	II-15
II.3	Studi Penelitian Terdahulu	II-16
BAB III	METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1	Metode Penelitian.....	III-1
III.2	<i>Requirements</i>	III-1
III.3	<i>System Design</i>	III-2
III.4	<i>Domain-Specific Design</i>	III-3
III.4.1	Rancangan Sistem Mekanik.....	III-3
III.4.2	Rancangan Sistem Elektrik	III-4
III.4.3	Rancangan Sistem Informatik	III-6
III.5	<i>System Integration</i>	III-11
III.6	<i>Verification/Validation</i>	III-12
III.7	Rancangan Pengujian	III-13
III.7.1	Metode Pengujian Akurasi Encoder.....	III-13
III.7.2	Metode Pengujian Akurasi Gerak Motor dan Sumbu Kerja	III-14
III.7.3	Metode Pengujian <i>Repeatability</i>	III-16
III.7.4	Metode Pengujian Linearitas Output PWM.....	III-17
III.7.5	Metode Pengujian Pembuatan Motif Spiral	III-18
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1	Hasil Implementasi Rancangan Sistem Mekanik.....	IV-1
IV.2	Hasil Implementasi Rancangan Sistem Elektrik	IV-2
IV.3	Hasil Implementasi Rancangan Sistem Informatik.....	IV-3
IV.4	Pengujian Encoder	IV-4
IV.5	Pengujian Akurasi Gerak Motor dan Sumbu Kerja	IV-6
IV.6	Pengujian <i>Repeatability</i>	IV-9
IV.7	Pengujian Linearitas Output PWM	IV-11
IV.8	Pengujian Pembuatan Motif Spiral	IV-12
BAB V	PENUTUP.....	V-1
V.1	Kesimpulan	V-1
V.2	Saran.....	V-1
DAFTAR PUSTAKA	xvi
LAMPIRAN	xxi

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Keterangan dan fungsi bagian - bagian mesin bubut[14].....	II-2
Tabel II. 2 Penelitian terdahulu.....	II-16
Tabel III. 1 <i>Requirements List</i>	III-2
Tabel III. 2 Koneksi elektrik antar komponen	III-6
Tabel III. 3 Tuntutan Sistem	III-12
Tabel III. 4 Objek Pengujian.....	III-13
Tabel IV. 1 Dimensi Gerak	IV-2
Tabel IV. 2 Uji Fungsionalitas Fitur Antarmuka	IV-3
Tabel IV. 3 Data Pengujian Sensor Encoder.....	IV-4
Tabel IV. 4 Akurasi Gerak Sumbu X.....	IV-6
Tabel IV. 5 Akurasi Gerak Sumbu Z	IV-8
Tabel IV. 6 Pengujian <i>Repeatability</i> Gerak	IV-9
Tabel IV. 7 Analisa Statistik <i>Repeatability</i> Gerak.....	IV-10
Tabel IV. 8 Pengujian Pembacaan Sinyal PWM pada Sumber 24VDC	IV-11
Tabel IV. 9 Hasil Pemotongan Motif Spiral	IV-13

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Produk Kayu Bermotif Spiral	I-1
Gambar I. 2 Mesin Sherline Model 4410.....	I-2
Gambar II. 1 Bagian - bagian Mesin Bubut[14]	II-2
Gambar II. 2 Spiral Archimedean pada Silinder [18]	II-6
Gambar II. 3 Mesin Bubut Sherline Model 4410[23].....	II-9
Gambar II. 4 Perangkat Keras Mikrokontroler Arduino Uno R3[24].....	II-9
Gambar II. 5 <i>Pinout</i> Perangkat Keras Mikrokontroler Arduino Uno R3[24]... ..	II-10
Gambar II. 6 Papan Kendali Arduino CNC <i>Shield V3</i>	II-11
Gambar II. 7 <i>Pinout</i> Papan Kendali Arduino CNC <i>Shield V3</i> [27].....	II-11
Gambar II. 8 Motor Stepper NEMA 17[31]	II-12
Gambar II. 9 Dimensi Motor Stepper NEMA 17[31].....	II-12
Gambar II. 10 Motor <i>Driver A4988</i>	II-13
Gambar II. 11 <i>Pinout</i> Motor <i>Driver A4988</i> [35]	II-13
Gambar II. 12 <i>Universal G-Code Sender</i> [37].....	II-14
Gambar II. 13 Logo GRBL[39]	II-15
Gambar II. 14 Encoder <i>LPD3806-600BM-G5-24C</i> [41].	II-15
Gambar III. 1 Model VDI 2206	III-1
Gambar III. 2 Gambaran Umum Sistem (Arsitektur Sistem)	III-2
Gambar III. 3 Rancangan Sistem Mekanik	III-3
Gambar III. 4 Rancangan Sistem Elektrik	III-4
Gambar III. 5 <i>Wiring Diagram Electric</i>	III-5
Gambar III. 6 Struktur Program <i>Firmware</i> GRBL	III-7
Gambar III. 7 Proses Integrasi <i>Firmware</i> GRBL.....	III-8
Gambar III. 8 Rancangan Sistem Proses Desain.....	III-9
Gambar III. 9 Rancangan Sistem Proses Permesinan	III-10
Gambar III. 10 Integrasi Sistem	III-11
Gambar III. 11 Pembacaan RPM menggunakan Alat Ukur Tachometer.....	III-14
Gambar III. 12 Pembacaan RPM menggunakan Encoder pada Serial Monitor ..	III-14
Gambar III. 13 Peletakan alat ukur pada sumbu X	III-15
Gambar III. 14 Peletakan alat ukur pada sumbu Z.....	III-15

Gambar III. 15 Pembacaan nilai <i>laser distance meter</i> sumbu X.....	III-16
Gambar III. 16 Pembacaan nilai <i>laser distance meter</i> sumbu Z.....	III-16
Gambar III. 17 Posisi titik referensi yang ditentukan	III-17
Gambar III. 18 Hasil pengukuran <i>laser distance meter</i>	III-17
Gambar III. 19 Perhitungan Rasio <i>Pulley</i>	III-20
Gambar IV. 1 Sistem Mekanik.....	IV-1
Gambar IV. 2 Tampak Atas Mesin	IV-1
Gambar IV. 3 Sistem Elektrik.....	IV-2
Gambar IV. 4 Antarmuka <i>Universal G-Code Sender</i>	IV-3
Gambar IV. 5 Grafik Data Pengujian Encoder	IV-5
Gambar IV. 6 Grafik linear pergerakan sumbu X.....	IV-7
Gambar IV. 7 Grafik linear pergerakan sumbu Z	IV-9

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program <i>Firmware</i> GRBL.....	xxi
Lampiran 2 Pengujian Pembacaan Sinyal PWM pada Sumber 24VDC.....	xxiii
Lampiran 3 Kelas Kuat, Mutu dan Tegangan Ijin dan Kelas Awet Sepuluh Jenis Kayu.....	xxiv
Lampiran 4 Sifat Mekanis Jenis Kayu yang Diteliti (Kering Udara).....	xxv
Lampiran 5 Desain Mekanik Plant.....	xxvii
Lampiran 6 Ukuran <i>Pulley</i>	xxviii
Lampiran 7 Desain Panel Box Kontrol	xxx
Lampiran 8 Hasil Turnitin.....	xxxiii

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

CAD = *Computer-Aided Design*

CAM = *Computer-Aided Manufacturing*

CNC = *Computer Numerical Control*

GRBL = *G-Code Raster Bitmap Library*

UGS = *Universal G-code Sender*

RPM = *Rotations per Minute*

MCB = *Miniature Circuit Breaker*

PWM = *Pulse Width Modulation*

PPR = *Pulses Per Rotation*

GUI = *Graphical User Interface*

HMI = *Human Machine Interface*

VDI = *Verein Deutscher Ingenieure*

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Tren Industri 4.0 mengantarkan industri saat ini ke dalam digitalisasi dan otomatisasi proses manufaktur. Metode dan alat yang melekat pada Industri 4.0 diharapkan dapat menghemat banyak waktu dan biaya, sehingga meningkatkan fleksibilitas produsen dan bisnis lain dalam skala yang lebih besar [1]. Industri 4.0 telah mendorong transformasi fundamental dalam sektor manufaktur global. Teknologi-teknologi canggih seperti *Internet of Things* (IoT), manufaktur aditif, kecerdasan buatan (AI), dan sistem siber-fisik kini menjadi keberlanjutan di lingkungan industri modern[2]. Penggunaan mesin otomatis dapat memudahkan pengrajin dalam mengembangkan inovasi motif yang konsisten, efisien dan presisi. Penggunaan mesin otomatis juga membuka peluang baru dalam desain dan produksi produk kayu. Penerapan mesin otomatis dalam industri akan menunjukkan peningkatan produktivitas dan kualitas produk yang dihasilkan.

Dalam dunia industri, desain merupakan usaha untuk menciptakan model, bentuk, pola, atau corak yang dirancang dengan cermat agar sesuai dengan kebutuhan pengguna, yaitu konsumen akhir. Desain ini bertujuan untuk memenuhi harapan dan keinginan manusia, sehingga produk yang dihasilkan dapat lebih bermanfaat dan menarik bagi mereka [3]. Desain spiral merupakan salah satu motif yang populer dalam produk kayu olahan karena keunikan dan estetikanya. Namun, pembuatan motif pada kayu olahan membutuhkan keterampilan yang tinggi dan memakan waktu yang lama, selain itu desain spiral juga biasanya jarang ditemukan di pasaran.



Gambar I. 1 Produk Kayu Bermotif Spiral

Salah satu teknologi yang paling umum digunakan dalam pembuatan furnitur adalah CNC. Mesin bubut CNC digunakan untuk memproduksi berbagai produk, termasuk kursi, meja, lemari, dan lainnya. Sistem kerja teknologi CNC terintegrasi antara komputer dan mekanik. Oleh karena itu, dibandingkan dengan peralatan mesin sejenis lainnya, CNC menawarkan tingkat presisi yang lebih tinggi, serta fleksibilitas dan sangat cocok untuk produksi massal [4][5][6].



Gambar I. 2 Mesin Sherline Model 4410

Solusi yang dapat diterapkan adalah memanfaatkan mesin bubut miniatur Sherline Model 4410 yang ada di Laboratorium Manufaktur Mekatronika (Manutron) Politeknik Manufaktur Bandung. Mesin ini sudah memiliki komponen dasar yang cukup baik untuk konversi menjadi CNC sederhana, seperti struktur kokoh, akurasi tinggi, dan ukuran yang kompak, yang membuatnya cocok untuk proyek kecil atau prototipe [7]. Dengan menggunakan beberapa komponen tambahan seperti sistem penggerak motor stepper pada sumbu X dan Z yang dikendalikan oleh sistem kontrol GRBL [8][9]. Dengan mengubahnya menjadi mesin CNC, alat ini memungkinkan penggunaan perangkat lunak CAD untuk merancang dan menerjemahkan desain tersebut langsung ke dalam pemotongan. Inovasi ini secara signifikan mengurangi ketergantungan pada keterampilan manual, sehingga para pengrajin kayu dapat memanfaatkan kemampuan mesin ini untuk menciptakan desain yang sebelumnya sulit untuk diproduksi secara manual.

Dengan demikian, inti dari penelitian ini adalah bertujuan untuk mengembangkan alat berupa mesin otomatis pembentuk motif spiral pada kayu silinder. Pada perancangannya menggunakan meja serbaguna sebagai alas untuk menyimpan mesin, material kayu, panel box, dan monitor. Dengan menggunakan alat pengecam dari mesin Sherline Model 4410 untuk membantu mencekam kayu agar saat pembentukan motif spiral kayu akan kokoh dan juga alat pemotong kayu

menggunakan motor DC RS 715-106 untuk membentuk motif yang diinginkan ditambah dengan memanfaatkan teknologi dari sistem penggerak motor stepper pada sumbu X dan Z, karena pembuatannya membutuhkan sinkronisasi gerak dua sumbu. Mesin otomatis ini diharapkan akan membantu pengguna untuk membuat dan menghasilkan produk kayu olahan bermotif spiral yang lebih efisien, optimal, dan konsisten [10].

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, terdapat beberapa masalah yang perlu diselesaikan, antara lain:

1. Bagaimana mengembangkan mesin bubut otomatis yang dapat digunakan dalam pembuatan motif spiral pada kayu silinder?
2. Bagaimana cara untuk mensinkronisasi 2 sumbu kerja pada mesin untuk menghasilkan bentuk spiral pada kayu?

I.3 Batasan Masalah

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

1. Penelitian ini akan fokus pada pengembangan mesin bubut miniatur Sherline Model 4410 menjadi mesin otomatis untuk pembuatan motif spiral.
2. Mikrokontroler Arduino Uno R3 dan *firmware* GRBL digunakan untuk sistem kontrol dalam pengoperasian mesin bubut miniatur otomatis.
3. Analisa untuk tingkat kekerasan atau sifat kayu yang akan dikerjakan tidak dilakukan.
4. Menggunakan jenis kayu pinus sebagai material benda kerja.
5. Kapasitas proses produksi kayu spiral yaitu $\varnothing 20$ mm - $\varnothing 40$ mm dengan panjang dari kayu 100 mm - 400 mm.
6. *Pitch* spiral yang dibuat adalah 30mm dengan dengan mata pahat $\varnothing 10$ mm.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pembuatan mesin otomatis pembentuk motif spiral untuk:

1. Mengembangkan mesin bubut konvensional menjadi mesin bubut otomatis berbasis CNC yang mampu digunakan untuk proses pemotongan kayu silinder dengan motif spiral.
2. Mengimplementasikan sistem kontrol sinkronisasi dua sumbu kerja (sumbu translasi dan rotasi) sehingga mampu menghasilkan pola spiral yang konsisten pada permukaan benda kerja kayu.

Manfaat dari pembuatan mesin otomatis pembentuk motif spiral yang diharapkan yaitu:

1. Menunjukkan potensi retrofitting mesin konvensional sebagai langkah efisien dan ekonomis dalam mengadopsi otomasi untuk kebutuhan produksi skala kecil hingga menengah.
2. Meningkatkan pemahaman tentang teknologi CNC dan penerapannya dalam industri kayu, sehingga pengguna dapat beradaptasi dengan tuntutan pasar yang semakin kompetitif.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah 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 HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi pemaparan hasil pengujian yang dilakukan pada beberapa domain dan sistem, dengan memperhatikan tuntutan yang harus dicapai.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian lebih lanjut.