

**RANCANG BANGUN *SOFTWARE MACH3*
UNTUK SISTEM KENDALI MESIN *3D PRINTING*
BANGUNAN SIPIL**

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk

Menyelesaikan pendidikan Diploma III

Oleh

Akbar Nugraha

220313002



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI MANUFAKTUR

JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR

POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG

2023

LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN SOFTWARE MACH3
UNTUK SISTEM KENDALI MESIN 3D PRINTING
BANGUNAN SIPIL

Oleh :
Akbar Nugraha
220313002

Program Studi Teknologi Manufaktur, Jurusan Teknik Manufaktur,
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, Agustus 2023

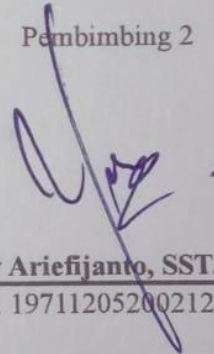
Disetujui,

Pembimbing 1



Iwan Gunawan, ST., MT.
NIP. 196001031985031002

Pembimbing 2



Dedy Ariefijanto, SST., MT.
NIP. 197112052002121001

Disahkan,

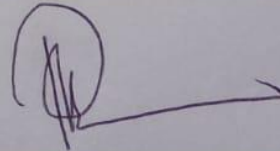
Ketua Penguji

Dr. Heri Setiawan, ST., MT.
NIP. 196707011992031001



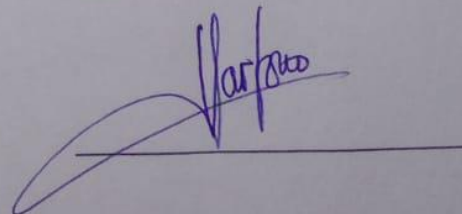
Penguji 1

Pandoe, ST., MT.
NIP. 196903031995121002



Penguji 2

Hartono Widjaja, SST., MT.
NIP. 196111201988031003



ABSTRAK

Mesin *3D printing* adalah sebuah mesin cetak benda 3 dimensi lapis demi lapis. Mesin *3D printing* tidak hanya digunakan untuk mencetak benda-benda kecil. Pada perkembangannya, mesin ini digunakan pada industri konstruksi, terutama pada bangunan sipil yang terbukti dapat mengoptimalkan biaya, waktu, serta desain bangunan tersebut. Mesin *3D printing* bangunan sipil terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian mekanik dan sistem kontrol.

Sistem kontrol dari mesin *3D printing* bangunan sipil ini menjadi salah satu hal yang penting dibuat, karena sebagai pengendali gerakan dari mesin ini. Pembuatan sistem kendali untuk mesin *3D printing* ini menggunakan *software Mach3* yang terkoneksi pada papan kontrol *Novusun NVEM V5* yang nantinya akan menggerakkan komponen sistem kendali.

Sistem kontrol dapat mengaktifkan komponen penggerak seperti motor yang berputar *CW/CCW*, *limit switch* serta *remote handwheel* agar bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Dengan kemampuan mesin untuk mencetak 1 m^2 selama 97 menit, lebih cepat dibandingkan cara konvensional.

Kata kunci : *Mach3*, Kendali, Konfigurasi.

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan teknik proyek akhir yang berjudul “**RANCANG BANGUN *SOFTWARE MACH3* UNTUK SISTEM KENDALI MESIN *3D PRINTING* BANGUNAN SIPIL**” ini tepat waktu.

Karya tulis proyek akhir ini dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Program Diploma III pada Program Studi Teknologi Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan nikmat-Nya;
2. Bapak Iwan Gunawan, ST., MT. dan Bapak Dedy Ariefijanto, SST., MT. selaku pembimbing yang telah membimbing, memfasilitasi dan memotivasi penulis;
3. Bapak Heri Setiawan selaku Ketua Program Studi Teknologi Manufaktur dan yang telah memberikan penjelasan mengenai program proyek akhir;
4. Bapak, mamah dan kakak selaku keluarga, yang telah mendoakan, mendukung, menyayangi dengan penuh kasih dan sayang kepada penulis;
5. Dwi Nur selaku kakak perempuan penulis yang telah membantu dalam penulisan laporan akhir ini;
6. Seluruh keluarga Mak Udju yang selalu memotivasi penulis;
7. Teman-teman MEC 37 yang telah memberikan warna kehidupan selama 3 tahun berkuliah;
8. Wulan selaku kekasih yang selalu menemani dan memberi semangat untuk menyelesaikan proyek akhir ini;
9. Semua pihak yang telah membantu menyelesaikan laporan akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan karya tulis proyek akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya. Besar harapan penulis semoga karya tulis ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya kepada pembaca.

Bandung, Agustus 2023

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Ruang Lingkup.....	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II LAPORAN TEKNIK.....	4
2.1 Landasan Teori.....	4
2.1.1 <i>Additive Manufacturing</i>	4
2.1.2 Rancang Bangun.....	4
2.1.3 3D Concrete Printing	4
2.1.4 Sistem Kendali.....	5
2.1.5 Motor Stepper	5
2.1.6 Motor Servo.....	5
2.1.7 Driver motor	6
2.1.8 <i>Limit Switch</i>	7
2.1.9 Breakout Board.....	7
2.1.10 Power supply	8

2.1.11	MPG (Manual Pulse Generator)	9
2.1.12	Tombol <i>Emergency Stop</i>	9
2.1.13	<i>Software Mach3</i>	9
2.1.14	<i>Port Address</i>	10
2.1.15	Rumusan Untuk <i>Motor Tuning</i>	11
2.2	Metodologi Penyelesaian	12
2.3	Tahapan Kegiatan	13
2.4	Pembahasan.....	14
2.4.1	Tujuan Pembuatan Mesin: Perbandingan Pembangunan Tembok	14
2.4.2	Diagram Hubungan Komponen Sistem Kendali	15
2.4.3	Penentuan Komponen.....	16
2.4.4	Diagram Konfigurasi Mach3	20
2.4.5	Pengaturan Konfigurasi <i>Software Mach3</i>	23
2.4.6	Hasil.....	36
BAB III PENUTUP		47
3.1	Kesimpulan	47
3.2	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA.....		48
LAMPIRAN		50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 3D Concrete Printing.....	5
Gambar 2. 2 Motor Stepper	5
Gambar 2. 3 Konstruksi Motor Servo	6
Gambar 2. 4 Driver Motor Servo (Kiri); Driver Motor Stepper (Kanan)	7
Gambar 2. 5 Konstruksi Limit Switch	7
Gambar 2. 6 BOB Novusun 6 Axis.....	8
Gambar 2. 7 Power Supply	8
Gambar 2. 8 Standar MPG.....	9
Gambar 2. 9 Simbol Emergency Stop Button	9
Gambar 2. 10 Tampilan Software Mach3	10
Gambar 2. 11 Parallel Port.....	10
Gambar 2. 12 Diagram Alir Proyek	12
Gambar 2. 13 Diagram Hubungan Komponen.....	15
Gambar 2. 14 Novusun NVEM V5.....	16
Gambar 2. 15 Power Supply	17
Gambar 2. 16 Personal Computer	17
Gambar 2. 17 Driver Motor Panasonic MCDLT35SF	18
Gambar 2. 18 Motor Servo MHMF082L1U2M.....	18
Gambar 2. 19 Limit Switch.....	19
Gambar 2. 20 Emergency Stop	19
Gambar 2. 21 Joypad XBox360.....	20
Gambar 2. 22 Diagram Konfigurasi Mach3.....	21
Gambar 2. 23 Pengaturan IP Address	25
Gambar 2. 24 Native unit.....	25
Gambar 2. 25 Slave Axis	26
Gambar 2. 26 Communications Port.....	26
Gambar 2. 27 Spesifikasi Device Laptop.....	27
Gambar 2. 28 Port Setup and Axis Selection	27
Gambar 2. 29 Motor Outputs.....	28
Gambar 2. 30 Input Signal.....	29
Gambar 2. 31 Output Signal	29
Gambar 2. 32 Spesifikasi Untuk Motor Step per Rev	31
Gambar 2. 33 Motor Tuning Setup	32

Gambar 2. 34 Langkah Kalibrasi	33
Gambar 2. 35 Langkah Mengubah HMI.....	37
Gambar 2. 36 Default HMI Mach3	37
Gambar 2. 37 HMI yang Digunakan.....	38
Gambar 2. 38 Joypad XBox360.....	39
Gambar 2. 39 Contoh G-Code yang Dikeluarkan Cura.....	40
Gambar 2. 40 Hasil Dari Merubah G-Code "E" Menjadi "A"	41
Gambar 2. 41 Ladder Menyalakan Lampu.....	44
Gambar 2. 42 (a) Kondisi program saat limit switch1 ditekan; (b) Kondisi aktual lampu	44
Gambar 2. 43 (a) Kondisi program saat limit switch2 ditekan; (b) Kondisi aktual Lampu	44
Gambar 2. 44 (a) Kondisi program saat limit switch 1 dan 2 ditekan; (b) Kondisi aktual lampu.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Fungsi Port Parallel 0x378 [7]	11
Tabel 2. 2 Tabel Perhitungan Motor Tuning Servo.....	11
Tabel 2. 3 Tabel Penjelasan Diagram Alir Proyek.....	13
Tabel 2. 4 Peranan Komponen Sistem kendali	15
Tabel 2. 5 Tabel Penjelasan Diagram Konfigurasi Mach3.....	21
Tabel 2. 6 Langkah Peng-install-an Aplikasi Mach3	23
Tabel 2. 7 Mengaktifkan MPG	30
Tabel 2. 8 Tabel Perhitungan Step/unit X, Y, Z, B, C	31
Tabel 2. 9 Tabel Perhitungan Step/Unit A.....	32
Tabel 2. 10 Tahapan Membuat Brain Control	34
Tabel 2. 11 Langkah mengaktifkan Joypad XBox360.....	39
Tabel 2. 12 Tabel Validasi Fungsi Sistem Kendali Mesin	43

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A GAMBAR KERJA DAN I/O

LAMPIRAN B ESTIMASI BIAYA DAN JADWAL PELAKSANAAN

LAMPIRAN C DATA-DATA KOMPONEN DAN PERHITUNGAN

LAMPIRAN D DATA PELENGKAP

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Politeknik Manufaktur Bandung merupakan institusi pendidikan yang berfokus pada bidang manufaktur yang diharapkan terus membantu dalam perkembangan dunia industri di Indonesia. Dengan sistem pembelajaran berbasis produksi atau *Production Based Education* (PBE), mahasiswa Polman ikut terlibat dalam *project-project* yang ada sebagai media pembelajaran. Salah satu terobosan yang sedang digagas khususnya di jurusan teknik manufaktur adalah teknologi *Additive Manufacturing* (AM). *Additive Manufacturing* merupakan proses membuat benda 3D dalam berbagai bentuk perancangan model digital. Salah satu teknologi *additive manufacturing* adalah mesin *3D printing* bangunan sipil. Mesin ini bekerja mencetak lapisan demi lapisan hingga bentuk objek tercapai. Mesin *3D printing* bangunan sipil ini bekerja secara otomatis dengan sistem kendali berupa *software computer based*. *Software Mach3* merupakan *software* yang digunakan untuk membuat sistem kendali pada mesin *3D printing* bangunan sipil.

Kajian yang dilakukan oleh Rahma Dwi Kurniawan selaku penanggung jawab sistem kendali *Mach3* dalam KTI-nya yang berjudul “Penentuan Parameter *Mach3* Untuk Mesin *3D Printing* Bangunan” menjelaskan bahwa, sistem kendali *Mach3* sudah berada di tahap uji coba motor, *layout* kabel, data hasil uji coba putaran motor, dan data pengaturan *software Mach3* sudah dimiliki. Hanya saja, pembuatan rangka dari mesin *3D printing* bangunan sipil belum selesai. Sehingga rangkaian sistem kendali belum bisa dipasangkan pada mesin. Selain itu, komponen-komponen yang dibutuhkan belum lengkap, serta perlu adanya tambahan komponen pada sistem kendali mesin berupa tombol *emergency stop*, *limit swicth* dan *remote cnc*.

Dari penjelasan di atas, penulis memutuskan untuk menetapkan judul “**RANCANG BANGUN SOFTWARE MACH3 UNTUK SISTEM KENDALI MESIN 3D PRINTING BANGUNAN SIPIL**” sebagai upaya penyempurnaan dari hasil kajian sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan kendali mesin *3D printing* bangunan sipil menggunakan *software Mach3*?
2. Bagaimana konfigurasi komponen kendali pada *software Mach3*?
3. Komponen apa saja yang dibutuhkan dalam sistem kendali mesin *3D printing* bangunan sipil?

1.3 Tujuan

Berikut tujuan dari penulisan karya tulis ilmiah proyek akhir:

1. Memperbaharui perancangan sistem kendali mesin *3D printing* bangunan sipil.
2. Memahami bagaimana melakukan konfigurasi komponen kendali pada *software Mach3*.
3. Mengetahui komponen-komponen yang dibutuhkan.
4. Mendapatkan sistem kendali pada motor dan *driver* motor, *emergency stop*, *limit switch*, serta *remote jog* yang berfungsi dengan baik untuk mesin *3D printing* bangunan sipil.

1.4 Ruang Lingkup

Pada pembuatan karya tulis proyek akhir ini, penulis membuat ruang lingkup kajian yang meliputi:

1. Perancangan kendali mesin *3D printing* bangunan sipil menggunakan *software Mach3*.
2. Tahapan mengenai konfigurasi komponen kendali pada *software Mach3*.
3. Daftar komponen penggerak dan keamanan gerakan yang dibutuhkan dalam sistem kendali mesin *3D printing* bangunan sipil.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pemahaman pembaca dalam memahami karya tulis ini, maka penulis memberikan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup kajian dan sistematika penulisan pada karya tulis ilmiah proyek akhir ini.

BAB II LAPORAN TEKNIK

Bab ini menguraikan tentang laporan teknik yang berisi mengenai penjelasan tiap komponen, rumusan perhitungan *motor tuning*, *kernel speed*, metodologi penyelesaian dari pembahasan sistem kendali, tahapan kegiatan yang dilakukan dan uraian hasil kajian mengenai sistem kendali *3D printing* bangunan sipil.

BAB III PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil kajian pada bab sebelumnya serta saran-saran yang dirasa perlu untuk pengembangan lebih lanjut proyek ini.