

**PENERAPAN SISTEM *CAM* MESIN *3D PRINTING*
BANGUNAN SIPIL PADA *SOFTWARE MACH3***

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
Menyelesaikan Pendidikan Diploma III

Oleh

Asep Mochamad Julian

220313005



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2023

LEMBAR PENGESAHAN

**PENERAPAN SISTEM *CAM* MESIN *3D PRINTING* BANGUNAN SIPIL PADA
*SOFTWARE MACH3***

Oleh :

Asep Mochamad Julian

220313005

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

Bandung, 11 Agustus 2023

Disetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Pandoe, S.T., M.T.

NIP. 196903031995121002

Rani Nopriyanti, S.Si., M.T.

NIP. 199011032022032008

Disahkan,

Ketua Penguji

Heri Setiawan, S.T., M.T.

NIP. 196707011992031001

Penguji 1

Iwan Gunawan, S.T., M.T.

NIP. 196001031985031002

Penguji 2

M. Ali Suparman, Masch.Ing.HTL, M.T.

NIP. 196011011989031001

ABSTRAK

Sistem *CAM* merupakan perangkat lunak berbasis computer yang dapat mempermudah proses *3D printing* bangunan sipil. *CAM* ini berfungsi sebagai alat yang menjembatani antara 3D model bangunan dengan proses manufaktur pencetakan 3D bangunan. Sistem *CAM 3D printing* bangunan hampir sama dengan sistem *CAM* pada *software mach3*, namun perlu beberapa penyesuaian parameter dan konfigurasi yang dilakukan.

Penerepan dan penyesuaian yang dilakukan adalah dengan mengatur konfigurasi dan parameter pada *software mach3*. Konfigurasi yang dilakukan berupa penginputan data yang didapatkan untuk mesin *3D printing bangunan*. Lalu melakukan penginputan data *G-Code* yang dihasilkan oleh *software Ultimaker cura* dan diperlukannya pengeditan data *G-Code* untuk mendefinisikan beberapa kode agar sesuai dengan sistem *CAM* pada *mach3*. Setelah itu dilakukan simulasi percobaan untuk mendapatkan estimasi waktu dan memastikan agar *G-code* dapat terbaca dan dijalankan.

Dari simulasi yang dilakukan, *G-Code* dapat terbaca dan menghasilkan *toolpath* yang sesuai dengan program *G-Code* yang diinput. *Toolpath* dapat disimulasikan pada *software mach3*. Waktu dari simulasi yang dilakukan pada *software mach3*, memakan waktu selama 53 jam 2 menit. Pada simulasi dijalankan program berjalan dengan baik dan tidak muncul notifikasi error.

Kata Kunci : Sistem *CAM 3D Printing Bangunan*, Sistem *CAM*, *G-Code*, *Software Mach3*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Subhanahuwata'ala yang telah memberikan penulis kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan teknik ini. Laporan ini berjudul "**PENERAPAN SISTEM CAM MESIN 3D PRINTING BANGUNAN SIPIL PADA SOFTWARE MACH3**", yang menjadi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma III.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan laporan, yaitu kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat yang telah diberikan.
2. Kedua orang tua, yang telah mendukung, baik dukungan moral dan material.
3. Bapak Jata Budiman, SST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Manufaktur.
4. Bapak Dr. Heri Setiawan, ST., MT. selaku Ketua Program Studi D3 Teknologi Manufaktur.
5. Bapak Pandoe, S.T., M.T. selaku pembimbing 1 Proyek Akhir.
6. Ibu Rani Nopriyanti, S.Si., M.T. selaku pembimbing 2 Proyek Akhir.
7. Rekan-rekan MEC 2020 sarana pemberi inspirasi dan informasi kepada penulis selama pembuatan laporan.
8. Semua pihak yang telah membantu menyelesaikan laporan akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah Subhanahuwata'ala membalas dengan limpahan rahmat dan karunia-Nya, atas segala kebaikan yang telah mereka berikan. Penulis juga tentu menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak terdapat kekurangan di dalamnya. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik serta saran dari pembaca untuk laporan ini, supaya laporan ini nantinya dapat menjadi laporan yang lebih baik lagi. Demikian, dan apabila terdapat banyak kesalahan pada laporan ini penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya, semoga laporan ini dapat bermanfaat. Terima kasih.

Bandung, 11 Agustus 2023

Asep Mochamad Julian

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
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> dan Teknologi <i>3DCP</i>	4
2.1.2 Sistem <i>Computer Aided Manufacturing (CAM)</i>	6
2.1.3 <i>3D Slicer</i>	7
2.1.4 <i>Software Slicer</i>	8
2.1.5 <i>Software Mach3</i>	9
2.1.6 <i>G-Code pada Mach3</i>	9
2.1.7 <i>G-Code</i> untuk <i>3D Printing</i>	11
2.2 Metodologi Penyelesaian.....	12
2.3 Tahapan Kegiatan.....	12
2.4 Hasil	14
2.4.1 Pemilihan <i>Software CAM</i>	14

2.4.2	Diagram Konfigurasi <i>Mach3</i>	18
2.4.3	Konfigurasi <i>Mach3</i>	20
2.4.4	Pembacaan Program <i>G-Code</i>	27
2.4.5	Uji Coba Program G-Code	39
BAB III PENUTUP		44
3.1	Kesimpulan	44
3.2	Saran	44
DAFTAR PUSTAKA		45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Konstruksi Mesin 3D Concrete Printing	5
Gambar 2. 2. Flow Proses Sistem CAM [8]	6
Gambar 2. 3. Proses Pengirisan dari 3D Model sampai G-Code [10].....	7
Gambar 2. 4. Tampilan Software Ultimaker Cura	8
Gambar 2. 5. Tampilan Software Mach3	9
Gambar 2. 6. Metologi Penyelesaian.....	12
Gambar 2. 7. Printer Setting	15
Gambar 2. 8. Manage Printers	15
Gambar 2. 9. Machine Setting	16
Gambar 2. 10. Mengubah Start G-Code dan End G-Code	17
Gambar 2. 11 M-Code pada Program G-Code Mesin 3DCP	17
Gambar 2. 12. Diagram Konfigurasi Mach3	18
Gambar 2. 13. Konfigurasi Native Unit	20
Gambar 2. 14. Native Unit.....	21
Gambar 2. 15. Port and Pins	21
Gambar 2. 16. Input Home Sumbu X, Y, dan Z	22
Gambar 2. 17. Menu Port and Pins Input Signal.....	22
Gambar 2. 18. Automated Setup of Inputs	23
Gambar 2. 19 Motor Home/Soft Limits	23
Gambar 2. 20. Motor Tuning Pada Sumbu X, Y, dan Z.....	25
Gambar 2. 21 Motor Tuning Pada Sumbu A	25
Gambar 2. 22. Perancangan Nozzle mesin 3DCP	26
Gambar 2. 23. Tool Table	26
Gambar 2. 24. Load G-Code	27
Gambar 2. 25. Open File G-Code.....	28
Gambar 2. 26. Pembuatan Toolpath Program.....	28
Gambar 2. 27. Tampilan Pembacaan G-Code	29
Gambar 2. 28. Tampilan Display Toolpath yang Dihasilkan.....	29
Gambar 2. 29. Program G-code Awal.....	30
Gambar 2. 30. Penjelasan G-code	30
Gambar 2. 31. Pergerakan Program G-code.....	31
Gambar 2. 32. Penjelasan G-code	31

Gambar 2. 33. Penjelasan G-code	31
Gambar 2. 34. Pergerakan Program G-code.....	32
Gambar 2. 35. Gerakan G0 pada Software Mach3	32
Gambar 2. 36. Menu Edit G-Code.....	33
Gambar 2. 37. Notifikasi Error pada G-Code.....	33
Gambar 2. 38. Program Error	34
Gambar 2. 39. G-Code sudah diperbaiki	34
Gambar 2. 40. Program G-Code.....	35
Gambar 2. 41. Extrusion Multiplier [14].....	36
Gambar 2. 42. Posisi Ganjalan Bawah untuk Jendela	37
Gambar 2. 43. Posisi Ganjalan Atas untuk Jendela dan Pintu.....	37
Gambar 2. 44. Posisi Pemasangan Ganjalan	38
Gambar 2. 45. G-code M01 Optional Stop.....	38
Gambar 2. 46. Simulasi G-Code pada Mach3	39
Gambar 2. 47. Pergerakan Program.....	40
Gambar 2. 48. Program Optional Stop	40
Gambar 2. 49. Tampilan Nozzle pada mach3	41
Gambar 2. 50. Estimasi Waktu Pada Software Ultimaker Cura	42
Gambar 2. 51. Estimasi Waktu Pada Software Mach3	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Tabel Tahapan Kegiatan.....	12
Tabel 2. 2. Tabel Konfigurasi Mach3	19

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	STANDAR <i>G-CODE</i> & <i>M-CODE</i>
LAMPIRAN B	PERHITUNGAN <i>MOTOR TUNING</i>
LAMPIRAN C	PERHITUNGAN <i>FLOW RATE</i> DAN <i>PRINT SPEED</i>
LAMPIRAN D	PERGERKAN PROGRAM <i>G-CODE</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman, Industri manufaktur selalu mengalami perkembangan secara terus menerus. Kemajuan teknologi manufaktur dapat mempermudah dan mempercepat proses pengerjaan produksinya. Begitu juga kaitannya dengan teknologi sipil yang menerapkan metode *Additive Manufacturing* dengan cara *3D Print* untuk pembuatan bangunan sipil.

Additive Manufacturing adalah proses manufaktur dengan cara menambahkan material secara berlapis – lapis sehingga dapat membentuk suatu yang dinamakan *finished product*, dengan demikian pembuatan bangunan dapat dioperasikan oleh *3D Print* yang waktu pengerjaannya relatif lebih cepat dibandingkan dengan pembuatan oleh tenaga manusia.[1]

3D Printing untuk bangunan memiliki proses pengerjaan yang kompleks, dengan bentuknya yang menggunakan bentuk 3D model dan prosesnya yang cukup rumit. Tetapi dibalik pengerjaannya yang kompleks mesin ini memiliki banyak kelebihan diantaranya, material dan bahan yang cukup terjangkau, kemampuan menyesuaikan objek yang diinginkan, hemat tenaga kerja dan waktu pengerjaannya yang cukup singkat. Kekurangannya ialah saat ini teknologi *Additive Manufacturing* masih bisa dibilang baru dan tidak banyak ahli yang bisa mengoperasikan dan membuat mesin ini. [2] Oleh karena itu Politeknik Manufaktur Bandung mencoba untuk mengikuti perkembangan teknologi saat ini, yaitu mencoba dengan membuat mesin *3DCP* atau mesin *3D Printing* Bangunan Sipil.

Prinsip kerja dari mesin ini yaitu mencetak satu lapisan ke lapisan berikutnya sesuai tinggi dan bentuk yang dibutuhkan. Mesin ini dikendalikan dengan sistem kendali *Mach3*, yaitu sistem kendali *open source*, mudah untuk didapatkan dan mudah untuk dikendalikan. *Software Mach3* ini berbasis *CNC* yang mana bahasa pemrogramannya bukan untuk *3D Printing*. [3] Agar dapat digunakan untuk *3D Printing* diperlukannya modifikasi dan konfigurasi pada *software* ini agar bisa kompatibel dengan mesin *3D Printing*. Penyesuaian dan konfigurasi ini merupakan penerapan dari sistem *CAM 3D printing* yang sudah ada terhadap sistem *CAM Mach3*. Pemrograman dilakukan dengan *software Ultimaker Cura* yang berbasis *3D printing* dan akan dimasukkan kepada *Mach3* yang berbasis *CNC*. Sehingga, dalam kegiatan proyek akhir penulis mencoba menerapkan sistem *CAM 3DCP* terhadap sistem *CAM Mach3* dengan judul **“PENERAPAN SISTEM CAM MESIN 3D PRINTING BANGUNAN SIPIL PADA SOFTWARE MACH3”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis merumuskan beberapa permasalahan diantaranya :

1. Parameter dan penyesuaian apa saja yang perlu diterapkan pada sistem *CAM 3DCP* terhadap *Mach3*?
2. Bagaimana memastikan kesesuaian program *G-Code* yang dihasilkan oleh *Ultimaker Cura* terhadap *software Mach3*?
3. Bagaimana hasil dari simulasi *G-Code* yang sudah dilakukan pada *software Mach3*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari pembuatan Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Parameter dan penyesuain pada sistem *CAM Mach3* sesuai dengan sistem *CAM* mesin *3DCP*.
2. *G-Code* dapat terdefiniskan dan disimulasikan pada *software mach3*.
3. *G-Code* yang pada *software ultimaker cura* dapat disimulasikan dan sesuai dengan arahan perintah.

1.4 Ruang Lingkup

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

1. Konfigurasi dan pengaturan sistem *CAM* pada *software Mach3*.
2. Kesesuaian program *G-Code* yang di hasilkan *Ultimaker Cura* terhadap bahasa pemrograman di *Mach3*.
3. Hasil dari sistem *CAM* pada *Mach3* yang sudah disesuaikan dengan program yang dihasilkan oleh *Ultimaker Cura*.

1.5 Sistematika Penulisan

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

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II LAPORAN TEKNIK

Bab ini menguraikan tentang laporan teknik yang berisi mengenai landasan-landasan teori, metodologi penyelesaian, tahapan kegiatan, jadwal kegiatan dan beberapa uraian hasil

kajian mengenai *3D printing* bangunan sipil.

BAB III KESIMPULAN DAN SARAN

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