

**RANCANG BANGUN PILLAR SUMBU Y DENGAN
KONSTRUKSI KREMONA PADA MESIN 3D
PRINTING BANGUNAN SIPIL**

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
Menyelesaikan pendidikan Diploma III

Oleh

Yohan Ferry Gurning

220313024



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI MANUFAKTUR
JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Proyek Akhir yang berjudul:

RANCANG BANGUN PILLAR SUMBU Y DENGAN KONSTRUKSI KREMONA PADA MESIN 3D PRINTING BANGUNAN SIPIL

Oleh:

Yohan Ferry Gurning

220313024

Program Studi Teknologi Manufaktur, Jurusan Teknik Manufaktur,

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 9 Agustus 2023

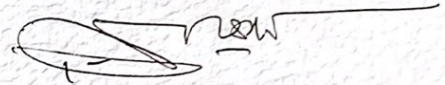
Disetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Nandang Rusmana, S.T., MT.
NIP. 197206181998031003

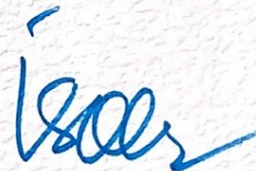


Moch. Sadiyo, SST.
NIP. 197301032003121001

Disahkan,

Ketua Penguji

Iwan Gunawan, S.T., M.T.
NIP. 196001031985031002



Penguji 1

Rani Nopriyanti, S.Si., M.T.
NIP. 1990110320220320008



Penguji 2

Gamawan Ananto Soebekti, S.S.T., M.M.
NIP. 196001101985031005



ABSTRAK

3D concrete printing (3DCP) merupakan pencetak cor beton 3 dimensi metode inovatif dalam industri konstruksi bangunan Politeknik Manufaktur Bandung melakukan sebuah inovasi untuk membuat mesin 3D printing yang ditujukan untuk membuat konstruksi bangunan sipil. Bentuk konstruksi mesin 3D printing ini bertipe kartesian terdapat 3 rangka sebagai arah gerakannya yaitu sumbu X, Y, dan Z. Konstruksi rangka pillar sumbu-Y berperan sebagai penopang beban dari rangka pillar sumbu-X dan Z serta sebagai landasan dari slider penggerak. Rangka pillar sumbu-Y ini merupakan base dari konstruksi mesin secara keseluruhan. Sehingga rangka ini harus memiliki spesifikasi yang mampu menopang keseluruhan beban yang ada pada konstruksi mesin 3D printing ini. Maka dari itu, dibutuhkanlah konstruksi kremona yang mampu mendistribusikan beban secara merata sehingga mampu menopang beban pada rangka sumbu-Y.

Untuk pembuatan rangka pillar sumbu-Y tersebut maka dibutuhkan perencanaan pembuatan meliputi kegiatan design, analisa perhitungan gaya beban pada rangka, tahapan proses pembuatan melalui proses pemesinan konvensional dan perencanaan perakitan melalui proses welding. Untuk mengetahui biaya dari pembuatan rangka sumbu-Y ini maka dilakukan perhitungan estimasi waktu proses dan estimasi biaya pembuatan. Berdasarkan hasil perencanaan ini, didapatkan Konstruksi rangka sumbu Y ini terdiri dari komponen besi tulang hollow persegi berdimensi 30 x 30 x 300, besi tulang kremona 30 x 30 x 424,26 dengan sudut 45°, besi rangka hollow persegi 50 x 50 x 6000 mm dan juga memiliki dimensi secara garis besar lebar 400 mm tinggi 400 mm serta panjang 6000 mm serta. Pengikat antar komponen pada pillar ini menggunakan metode pengelasan MIG dengan elektroda HTW-50. Besarnya tegangan tekan yang paling besar terjadi adalah sebesar 7,21 MPa, besar tegangan bengkok yang terjadi pada hollow tiang rangka pillar sebesar 81,5 MPa dan besar defleksi pada komponen besi rangka hollow persegi 50 x 50 di titik beban pada roda yang bekerja adalah sebesar 0,6 mm. Serta perhitungan sambungan pengelasan yang didapatkan dengan kekuatan tarik yang terjadi ialah sebesar 3,8 MPa. Sehingga rangka ini mampu untuk menopang beban keseluruhan konstruksi mesin.

Kata kunci : Konstruksi rangka mesin, 3D concrete printing, Permesinan, Welding, Estimasi waktu proses, Estimasi biaya pembuatan

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis yang berjudul “Rancang Bangun Pillar Sumbu Y Dengan Konstruksi Kremona Pada Mesin 3D Printing Bangunan Sipil”.

Karya tulis ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan Pendidikan Program Diploma III program studi Teknologi Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung. Berkat bimbingan, bantuan serta dorongan dari semua pihak, penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Kedua orangtua yang sudah memberikan dukungan baik moril maupun materil. Juga semangat serta doanya untuk kelancaran penulis dalam menyelesaikan proyek akhir ini.
2. Bapak Nandang Rusmana dan Bapak Moch.Sadiyo selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran dan bantuan selama proses penyusunan proyek akhir ini.
3. Seluruh dosen dan PLP di jurusan Teknik Manufaktur yang telah membantu dalam pembuatan proyek akhir ini.
4. Rekan-rekan tingkat 3 MEC yang telah memberikan bantuan baik kritik, saran dan pendapat.
5. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proyek akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Besar harapan penulis agar karya tulis ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca. Akhir kata, harapan penulis semoga karya tulis ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya kepada pembaca.

Bandung, 9 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR DIAGRAM	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	2
1.4 Ruang Lingkup Kajian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II	4
2.1 Landasan Teori	4
2.1.1 <i>Additive manufacturing</i>	4
2.1.2 <i>3D Concrete printing</i>	5
2.1.3 Diagram kremona.....	6
2.1.4 Analisa kekuatan konstruksi kremona dan kekuatan pengelasan pada konstruksi pillar 8	
2.1.5 <i>Operation Plan (OP)</i>	13
2.1.6 Proses pemesinan	14
2.1.7 Proses <i>assembly</i>	17
2.1.8 <i>Quality control (QC)</i>	17

2.1.9	<i>Quality assembly (QA)</i>	18
2.1.10	Estimasi biaya pembuatan	18
2.2	Metodologi Penyelesaian	19
2.3.	Tahapan Kegiatan	20
2.3.1.	Tahapan proses pengerjaan.....	21
2.4	Hasil	22
2.4.1.	Draft Konstruksi 3D Concrete Printing	22
2.4.2.	Analisis Kekuatan Konstruksi Kremona dan Kekuatan Pengelasan pada Konstruksi Rangka Pillar Pada Titik Kordinat x 2500.....	23
2.4.3.	Perencanaan Pembuatan	32
2.4.4.	<i>Operation plan</i>	32
2.4.5.	Pengadaan Material	34
2.4.6.	Proses Permesinan dan Pabrikasi	34
2.4.7.	Quality Control (QC).....	35
2.4.8.	Proses Perakitan (<i>Assembly</i>).....	36
2.4.9.	Analisa Proses Pembuatan Pillar Sumbu Y Mesin 3DCP	38
2.4.10.	Estimasi Waktu dan Biaya.....	42
2.4.11.	Kendala Dan Solusi	45
2.5.	Jadwal Kegiatan	46
BAB III	47
3.1.	Kesimpulan	47
3.2.	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	x

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (a)3D CAD Objek Gelas (b)3D model layer kasar (c)3D Model layer halus	5
Gambar 2. 2 Mesin 3DCP	5
Gambar 2. 3 (a) Struktur Rangka batang jembatan yang banyak digunakan (b) Struktur Rangka batang atap yang banyak digunakan.....	6
Gambar 2. 4 (a) Struktur rangka batang (b) Diagram gaya bebas struktur rangka batang	7
Gambar 2. 5 Metode sambungan struktur rangka batang.....	7
Gambar 2. 6 Tegangan tarik dan tekan.....	10
Gambar 2. 7 Diagram benda bebas pembebanan bengkok.....	10
Gambar 2. 8 Diagram benda bebas defleksi	11
Gambar 2. 9 Bentuk dan ukuran las sudut.....	13
Gambar 2. 10 Gerinda tangan.....	15
Gambar 2. 11 Gerinda Potong	15
Gambar 2. 12 Las busur listrik	16
Gambar 2. 13 Ilustrasi Draft konstruksi 3D concrete printing	22
Gambar 2. 14 Konstruksi rangka sumbu Y	23
Gambar 2. 15 Konstruksi pada posisi X 2500.....	24
Gambar 2. 16 Jarak antar foot leveling.....	25
Gambar 2. 17 Jarak roda pada slider	26
Gambar 2. 18 Struktur rangka batang sumbu Y	26
Gambar 2. 19 Gaya pada struktur rangka batang	26
Gambar 2. 20 Metode sambungan struktur rangka batang.....	27
Gambar 2. 21 Metode pemotongan struktur rangka batang	28
Gambar 2. 22 Kondisi pembebanan pada rangka	29
Gambar 2. 23 Diagram benda bebas.....	29
Gambar 2. 24 (a) Arah gaya yang bekerja (b) Dimensi pengelasan.....	31
Gambar 2. 25 Gambar Kerja Besi Hollow Tulang	35
Gambar 2. 26 Penunjukan Komponen Assembly.....	36
Gambar 2. 27 Gambar Kerja Hollow Tulang	38
Gambar 2. 28 Welding Fixture	40
Gambar 2. 29 (a) Arah penekanan pencekaman (b) Arah pencekaman clamp f.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Safety factor kekuatan bahan	9
Tabel 2. 2 Tabel harga kekuatan bahan untuk baja	9
Tabel 2. 3 Rumus luas penampang, momen inersia, dan momen tahanan [6]	11
Tabel 2. 4 Tabel penjelasan diagram alir proses perencanaan pembuatan	20
Tabel 2. 5 Tahapan proses pengerjaan	22
Tabel 2. 6 Daftar nama komponen rangka sumbu Y pada mesin 3D printing bangunan sipil.	23
Tabel 2. 7 Rincian beban yang diterima rangka sumbu Y	24
Tabel 2. 8 Proses Tiap Komponen.....	34
Tabel 2. 9 Target QC Komponen	35
Tabel 2. 10 Tabel penjelasan diagram assembly pembuatan rangka pillar sumbu Y mesin pencetak cor beton bangunan 3 dimensi.....	37
Tabel 2. 11 Standart settingan mesin las mig	41
Tabel 2. 12 Tabel harga komponen standar.....	43
Tabel 2. 13 Tabel estimasi biaya proses pemesinan	44
Tabel 2. 14 Tabel Kendala dan Solusi	45

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 2. 1 Landasan Teori	4
Diagram 2. 2 Diagram alir proses perencanaan pembuatan	19
Diagram 2. 3 Diagram assembly pembuatan rangka sumbu Y mesin 3D printing bangunan sipil	36
Diagram 2. 4 Diagram estimasi waktu dan biaya.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	GAMBAR KERJA
LAMPIRAN B	FORM <i>OPERATION PLAN & QA</i>
LAMPIRAN C	ESTIMASI WAKTU & JADWAL
LAMPIRAN D	ESTIMASI BIAYA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Polman Bandung atau Politeknik Manufaktur Bandung merupakan institusi perguruan tinggi vokasi yang menggunakan proses pembelajaran berbasis produksi atau *Production Based Education* (PBE) dalam bidang manufaktur. Teknologi yang sedang digagas khususnya di jurusan teknik manufaktur yaitu berkaitan dengan teknologi manufaktur aditif. Additive Manufacturing (AM) adalah istilah formal untuk apa yang dulu disebut rapid prototyping (RP) dan apa yang populer disebut 3D Printing (3DP) [1]. Rencana yang digagas oleh Politeknik Manufaktur Bandung ini ialah pembuatan mesin pencetak cor beton 3 dimensi untuk bangunan sipil atau *3D Concrete Printing*.

3D Concrete Printing (3DCP) adalah metode konstruksi inovatif yang baru-baru ini diperkenalkan ke industri konstruksi dan terbukti telah menguntungkan dalam hal mengoptimalkan waktu konstruksi, biaya, fleksibilitas desain, dan mengurangi kesalahan serta ramah lingkungan [2]. Sehingga di masa sekarang, mesin ini bisa menjadi alternatif dalam proses pembangunan suatu bangunan. Material yang digunakan pada mesin ini adalah geopolimer. Material ini diproses dan diolah pada mesin pengaduk coran kemudian di-*extrude* masuk ke dalam selang menggunakan *extruder* menuju tangki *nozzle*. Setelah itu dari tangki tersebut material dikeluarkan melalui tabung *nozzle* sesuai dengan perintah atau program yang diinginkan secara *layer-by-layer*. Proses pergerakan pada mesin ini menggunakan sistem mekanik *frame* atau rangka sebagai pergerakan secara sumbu X, Y, dan Z.

Rangka-rangka ini banyak menopang komponen-komponen yang dibutuhkan dalam mesin *3D Printing*, sehingga dalam rancangan serta pembuatannya membutuhkan konstruksi yang kuat serta mampu menahan beban yang sudah direncanakan dan dirancang yang nantinya akan menghasilkan mesin yang dapat berjalan secara maksimal. Dari tuntutan inilah dibutuhkan bentuk konstruksi rangka yang mampu mendistribusikan beban secara merata sehingga dapat meminimalisir beban yang cukup berat. Maka digunakanlah konstruksi kremona pada proses pembuatan rangka tersebut agar dapat menahan rangka dari beban yang dikenakan kepada rangka. Terutamanya pada rangka sumbu Y, rangka ini sangat membutuhkan kepresisian dalam pembuatannya. Hal ini dikarenakan pada rangka sumbu Y menjadi sebuah landasan utama dari semua konstruksi mesin sehingga

dibutuhkan konstruksi rangka yang kokoh. Selain itu, pada rangka sumbu Y ini menjadi tempat Bergeraknya mesin menggunakan rangkaian slider dengan sistem penggerakannya. Dengan begitu dibutuhkan kesejajaran yang baik dari setiap sisi rangkanya dan ketegaklurusan antar rangka dalam arah vertikal sehingga slider tersebut dapat bergerak secara lurus dan tanpa adanya pelebaran dari rangka yang berpengaruh terhadap gerakan roda slider serta perubahan arah gerak. Atas dasar latar belakang tersebut diperlukan suatu kajian dengan judul “Perencanaan Pembuatan Rangka Konstruksi Kremona Sumbu Y Mesin Pencetak Cor Beton Bangunan 3 Dimensi (*3D Concrete Printing*)” sebagai salah satu syarat menyelesaikan program pendidikan Diploma-3 di Politeknik Manufaktur Bandung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah meliputi:

1. Bagaimana bentuk konstruksi dari rangka sumbu Y pada mesin ini ?
2. Apakah konstruksi dari rangka sumbu Y pada mesin ini mampu menopang beban yang sudah direncanakan ?
3. Bagaimana proses pembuatan dari rangka sumbu Y pada mesin ini ?
4. Berapa estimasi waktu dan biaya dalam pembuatan rangka sumbu Y pada mesin ini

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan Penulisan ini dibuat agar pembaca memahami maksud serta tujuan dari penulisan kajian ini. Adapun berdasarkan rumusan masalah yang ada, tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Menghasilkan bentuk konstruksi dari rangka sumbu Y serta memvalidasi kekuatan konstruksinya.
2. Merencanakan proses pembuatan rangka sumbu Y dengan konstruksi kremona pada mesin pencetak cor beton bangunan 3 dimensi meliputi analisa perhitungan konstruksi, proses pembuatan, perakitan dan perhitungan estimasi waktu dan biaya.

Manfaat dari pembuatan proyek akhir ini sebagai berikut :

1. Hasil ujicoba pembuatan serta kekuatan Konstruksi ini bisa digunakan sebagai panduan dalam membuat rangka sumbu Y pada mesin pencetak cor beton bangunan 3 dimensi.
2. Manfaat dari alat ini adalah sebagai landasan dan memudahkan pergerakan slider sumbu Y serta sebagai penopang semua beban pada konstruksi mesin pencetak cor beton bangunan 3 dimensi. Dengan konstruksi kremona pada rangka pillar ini, memungkinkan konstruksi rangka sumbu Y dapat digunakan sebagai penopang beban dari konstruksi mesin.

1.4 Ruang Lingkup Kajian

Ruang lingkup kajian merupakan batasan banyaknya subjek dalam sebuah kajian. Pada laporan teknik ini, berikut beberapa poin dari ruang lingkup kajian tersebut :

1. Menentukan perencanaan bentuk konstruksi dan komponen dalam pembuatan rangka pillar sumbu Y
2. Menganalisa perhitungan kemampuan konstruksi rangka pillar sumbu Y.
3. Merencanakan tahapan proses pembuatan rangka pillar sumbu Y.
4. Menghitung estimasi waktu proses permesinan dan biaya dalam pembuatan pillar sumbu Y.

1.5 Sistematika Penulisan

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

BAB I PENDAHULUAN

Berisi uraian tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, ruang lingkup kajian, dan sistematika penulisan laporan teknik.

BAB II LAPORAN TEKNIK

Bab ini berisi tentang teori-teori pendukung yang berkaitan dengan permasalahan yang dipaparkan penulis serta uraian proses penyelesaian dari proyek akhir tersebut.

BAB III PENUTUP

Berisi mengenai kesimpulan dari bab-bab yang sudah dibahas serta saran-saran yang dirasa penting untuk pengembangan lebih lanjut proyek akhir ini.