

**PEMBUATAN RANGKA ANTARA DINDING
BANGUNAN SIPIL HASIL PRACETAK
MESIN 3 DIMENSI *CONCRETE PRINTING*
DENGAN METODE *SPLITTING HOUSE***

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan diploma III

Oleh :

Ridho Habib Santoso

220313020



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI MANUFAKTUR

JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR

POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG

TAHUN 2023

ABSTRAK

Mesin 3 Dimensi *Concrete Printing* (3DCP) merupakan mesin manufaktur yang menggunakan teknologi *Additive Manufacturing*. Mesin ini dapat menghasilkan objek atau produk 3 dimensi berupa bangunan sipil dengan menyalurkan material untuk membentuk bangunan sipil secara *layer-by-layer*. Mesin 3DCP ini memiliki keuntungan dalam hal mengoptimalkan waktu konstruksi, biaya, fleksibilitas desain, dan mengurangi kesalahan proses pengerjaan.

Mengingat dimensi dari mesin 3DCP ini relatif besar sehingga *handling* mesin menuju area kerja menjadi tidak praktis. Hal tersebut dapat menciptakan kondisi dimana mesin ini tidak dapat menjangkau area kerjanya. Sehingga untuk mengatasi hal tersebut dibuatlah metode *splitting house*. Metode *splitting house* ini merupakan proses pengerjaan bangunan sipil yang dikerjakan secara terpisah atau tidak dikerjakan di lokasi pengejaan sehingga mesin tidak perlu dibawa ke area kerja. Salah satu yang perlu dipersiapkan adalah rangka yang akan menjadi penghubung antara dinding hasil pracetak mesin 3DCP tersebut.

Dari hasil kajian ini, didapatkan konstruksi dari *assy* rangka terdiri dari komponen rangka utama dan rangka kremona Ø10 serta pelat penghubung dengan tebal 2 mm. Sedangkan dimensi pada *assy* rangka memiliki tinggi 140 mm dengan lebar 140 mm dan panjang 3000 mm. Konstruksi rangka ini mampu menopang beban yang telah ditentukan dengan besar tegangan tekan di 26,49 MPa, besar tegangan bengkok di 2,65 MPa, serta memiliki defleksi sebesar 0,182 mm. Sedangkan pada kekuatan pengelasan didapatkan kekuatan patah las di 7,07 MPa serta tegangan geser sebesar 8,108 MPa. Sehingga rangka ini mampu menopang beban yang telah ditentukan.

Kata kunci : 3D *Concrete Printing*, *Splitting House*, *Pracetak*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta nikmat iman dan islam-Nya sehingga penulis diberikan kekuatan untuk dapat menyelesaikan karya tulis dengan judul "***PEMBUATAN RANGKA ANTARA DINDING BANGUNAN SIPIL HASIL PRACETAK MESIN 3 DIMENSI CONCRETE PRINTING DENGAN METODE SPLITTING HOUSE***".

Karya Tulis ini dibuat dengan maksud untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Program Diploma III pada Program Studi Teknologi Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung. terselesaikannya karya tulis ini tidak terlepas dari dukungan serta bantuan dari banyak pihak sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan karya tulis ini hingga selesai, terutama kepada yang penulis hormati:

1. Kedua orangtua yang sudah memberikan dukungan baik moril maupun materil. Juga dukungan serta do'anya untuk kelancaran penulis dalam menyelesaikan proyek akhir ini.
2. Kakak serta adik saya yang telah memberikan dukungan baik moril maupun material, serta atas do'a, kritik, saran, dan pendapatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini.
3. Bapak Iwan Harianton dan Bapak Nandang Rusmana selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran, dan bantuan selama proses penyusunan dan pengerjaan proyek akhir ini.
4. Seluruh dosen dan PLP di jurusan Teknik Manufaktur yang telah membantu dalam pembuatan proyek akhir ini.
5. Rekan-rekan tingkat 3 MEC 2020 yang telah memberikan bantuan baik kritik, saran, serta pendapatnya.

6. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proyek akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

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

Bandung, Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR DIAGRAM.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	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 LAPORAN TEKNIK	4
2.1 Landasan Teori	4
2.1.1 Struktur rangka (<i>skeleton</i>).....	4
2.1.2 Bangunan sipil.....	4
2.1.3 Pracetak.....	5
2.1.4 <i>Prefabricated building</i>	6
2.1.5 Diagram kremona	7
2.1.6 Analisis kekuatan konstruksi dan kekuatan pengelasan pada rangka.....	9
2.1.7 <i>Operation Plan</i> (OP).....	12
2.1.8 Proses Pemesinan dan Fabrikasi.....	13
2.1.9 <i>Quality Control</i> (QC) dan <i>Qualilty Assembly</i> (QA)	18

2.2.	Metodologi Penyelesaian	19
2.3.	Draft Konstruksi <i>Assembly</i> Rangka	22
2.4.	Analisis Kekuatan Konstruksi Kremona dan Kekuatan Pengelasan pada Konstruksi Rangka	23
2.4.1.	Analisis kekuatan konstruksi kremona	24
2.4.2.	Kekuatan Pengelasan	28
2.5.	Perencanaan Pembuatan	29
2.5.1.	<i>Operation plan</i>	29
2.5.2.	Tahapan proses pengerjaan	30
2.6.	Pengadaan Material	30
2.7.	Estimasi Waktu Proses Pemesinan dan Fabrikasi	30
2.8.	Proses Perakitan (<i>Assembly</i>)	31
BAB III PENUTUP		33
3.1	Kesimpulan	33
3.2	Saran	33
DAFTAR PUSTAKA		34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (a) Contoh bangunan sipil kering (b) Contoh bangunan sipil basah.....	5
Gambar 2. 2 Beton pracetak	6
Gambar 2. 3 Prefabrication Building	7
Gambar 2. 4 Contoh rangka batang pada jembatan	8
Gambar 2. 5 (a) Struktur rangka batang (b) Diagram benda-bebas rangka batang	8
Gambar 2. 6 Metode sambungan pada struktur rangka batang.....	8
Gambar 2. 7 Proses gurdi.....	14
Gambar 2. 8 Prinsip kerja pemotongan pelat.....	15
Gambar 2. 9 Prinsip mesin gullotine	15
Gambar 2. 10 Gerinda tangan	16
Gambar 2. 11 Mesin gerinda potong	17
Gambar 2. 12 Alat bending manual	18
Gambar 2. 13 Las MIG.....	18
Gambar 2. 14 Draft konstruksi assembly rangka	22
Gambar 2. 15 Konstruksi pada rangka	23
Gambar 2. 16 Dimensi dinding pracetak	24
Gambar 2. 17 Tumpuan pada kremona	24
Gambar 2. 18 Gaya pada struktur rangka	25
Gambar 2. 19 Metode pemotongan pada rangka	25
Gambar 2. 20 Pembebanan pada rangka	26
Gambar 2. 21 Arah gaya dan dimensi pengelasan	28
Gambar 2. 22 Arah gaya las keliling.....	28
Gambar 2. 23 Contoh operation plan (OP).....	29
Gambar 2. 24 (a) Gambar kerja, (b) Proses pemotongan	31

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Harga perbandingan tegangan izin pada pembebanan statis	10
Tabel 2. 2 Harga kekuatan bahan untuk steel dalam N/mm^2	10
Tabel 2. 3 Harga kekuatan bahan untuk Besi Tuang dan Baja Tuang dalam N/mm^2	11
Tabel 2. 4 Momen tahanan	11
Tabel 2. 5 Suaian pisau mesin gullotine	16
Tabel 2. 6 Tabel penjelasan diagram alir proses pembuatan	20
Tabel 2. 7 Daftar nama komponen rangka	23
Tabel 2. 8 Rincian berat assy rangka.....	23
Tabel 2. 9 Tahapan proses pengerjaan	30
Tabel 2. 10 Penjelasan diagram assembly rangka.....	32

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 2. 1 Diagram alir proses pembuatan.....	20
Diagram 2. 2 Diagram assembly pembuatan rangka	32

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	GAMBAR KERJA
LAMPIRAN B	<i>OPERATION PLAN</i>
LAMPIRAN C	ESTIMASI WAKTU
LAMPIRAN D	DATA MASSA KONSTRUKSI
LAMPIRAN E	DATA PENDUKUNG

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Politeknik Manufaktur Bandung merupakan salah satu institusi pendidikan politeknik di Indonesia yang berfokus di bidang manufaktur. Politeknik ini diharapkan dapat membantu perkembangan industri baik dari segi teknologi maupun sumber daya manusia yang dihasilkan. Salah satu terobosan yang akan dibuat di jurusan teknik manufaktur adalah teknologi *additive manufacturing*. *Additive Manufacturing* (AM) adalah proses pembuatan suatu objek dengan membangunnya satu lapis pada satu waktu [1]. *Additive manufacturing* ini merupakan kebalikan dari *subtractive manufacturing*, dimana objek dibuat dengan memotong material hingga menjadi produk. Keuntungan dari teknologi *additive manufacturing* ini terletak pada kecepatan pembuatan, dapat membuat benda dengan material yang beragam, serta mempermudah dan menghemat biaya pembuatan produk dalam jumlah kecil.

Salah satu mesin yang menggunakan teknologi *additive manufacturing* adalah mesin 3 Dimensi *Concrete Printing* (3DCP). Mesin 3DCP ini merupakan mesin manufaktur yang menghasilkan objek atau produk 3 dimensi salah satunya berupa bangunan sipil. Dimana mesin 3DCP ini akan menyalurkan material untuk membentuk bangunan sipil secara *layer-by-layer*. Prinsip kerja dari mesin 3DCP inipun tidak memiliki perbedaan apabila dibandingkan dengan mesin 3D *Printing* biasa. Yang dapat menjadi perbedaan ialah dari segi dimensi yang relatif lebih besar karena perlu menyesuaikan dengan ukuran bangunan sipil yang akan dibuat. Mesin ini memiliki beberapa keuntungan apabila dibandingkan dengan pembuatan bangunan sipil secara konvensional. Dimana mesin 3D *Printing* dinilai terbukti telah menguntungkan dalam hal mengoptimalkan waktu konstruksi, biaya, fleksibilitas desain, dan mengurangi kesalahan dari proses pengerjaannya [2]. Mesin 3DCP yang akan dibuat ini memiliki prinsip pergerakan secara vertikal dan horizontal yang didefinisikan pada sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z mesin.

Dalam penggunaan mesin 3DCP ini tentunya perlu melalui tahap persiapan yang matang baik dari faktor internal mesin itu sendiri seperti pemilihan material yang akan digunakan serta faktor eksternal seperti kondisi area yang akan dijadikan tempat pengerjaannya. Mengingat area kerja yang diperlukan oleh mesin 3DCP ini relatif besar serta *handling* mesin menuju lokasi yang tidak praktis sehingga pada kondisi tertentu mengakibatkan proses pembuatan bangunan

sipil tidak dapat dijangkau oleh mesin 3DCP ini. Oleh karena itu, rencana yang digagas oleh Politeknik Manufaktur Bandung sebagai salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan yang muncul tersebut adalah dengan diterapkannya metode *Splitting House* pada proses pembuatan bangunan sipil.

Metode *Splitting House* merupakan metode yang digagas untuk dapat mengatasi kendala dari mesin 3DCP apabila terdapat kondisi dimana mesin tidak dapat dibawa ke lokasi pengerjaan yang disebabkan oleh faktor-faktor tertentu. Metode ini merupakan istilah baru dimana makna dari frasa *Splitting House* ini merujuk pada metode dari suatu proses pengerjaan bangunan sipil yang dikerjakan secara terpisah atau terbagi. Dimana pada kondisi ini berarti pengerjaan bangunan sipil dengan mesin 3DCP ini dikerjakan secara terpisah atau tidak dikerjakan pada lokasi pengerjaan sehingga mesin tidak perlu dibawa ke lokasi pengerjaan. Namun perlu adanya persiapan pada area yang akan dikerjakan menjadi bangunan sipil dengan metode *splitting house* ini. Salah satunya adalah proses pembuatan rangka yang akan menjadi penghubung antara dinding hasil pracetak dari mesin 3DCP tersebut.

Untuk memastikan persiapan berupa rangka yang akan menjadi media penghubung antara dinding pracetak tersebut dapat berfungsi dengan baik dan sesuai diperlukan adanya kajian mengenai hal tersebut. Oleh karena itu, penulis melakukan kajian dan proses pembuatan terkait rangka tersebut dengan judul proyek akhir yang penulis susun adalah “Pembuatan rangka antara dinding bangunan sipil hasil pracetak mesin 3 Dimensi *Concrete Printing* dengan metode *Splitting House*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk konstruksi dari rangka antara dinding bangunan sipil tersebut?
2. Apakah konstruksi dari rangka antara dinding ini dapat menopang beban yang sudah direncanakan?
3. Bagaimana proses pembuatan dari rangka antara dinding tersebut?

1.3 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari Proyek Akhir ini sebagai berikut:

1. Menghasilkan bentuk konstruksi dari rangka antara dinding bangunan sipil dan melakukan validasi terhadap kekuatan konstruksinya.

2. Dapat merencanakan serta melakukan proses pembuatan terhadap rangka antara dinding.
3. Dapat mengestimasi waktu total pada pembuatan konstruksi rangka secara keseluruhan.

1.4 Ruang Lingkup Kajian

Ruang lingkup kajian ini memberikan batasan terhadap banyaknya subjek yang akan dikerjakan dari sebuah kajian. Pada pembuatan karya tulis ini, penulis membuat ruang lingkup kajian yang meliputi:

1. Menentukan perencanaan terhadap bentuk konstruksi dalam pembuatan rangka antara dinding bangunan sipil.
2. Menganalisis perhitungan kemampuan konstruksi rangka antara dinding tersebut.
3. Merencanakan tahapan proses dan melakukan proses pembuatan rangka bangunan sipil tersebut.

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 pembuatan proyek akhir, tujuan penulisan pada proyek akhir, ruang lingkup kajian yang akan penulis sajikan pada laporan proyek akhir, dan sistematika penulisan pada laporan proyek akhir.

BAB II Laporan Teknik

Pada bab ini menguraikan tentang landasan teori yang menunjang pada pembuatan proyek akhir serta uraian proses penyelesaian dari proyek akhir ini.

BAB III Penutup

Berisi tentang kesimpulan dari bab – bab yang sebelumnya serta saran – saran yang dirasakan perlu bagi pengembangan lebih lanjut proyek akhir ini.