

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *WELDING*
FIXTURE PANEL *PRE-CASTING* PADA
BANGUNAN 3 D *CONCRETE*
PRINTING (3 DCP)**

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
Menyelesaikan pendidikan Diploma III

Oleh

Yozaphaba Zalzalileo

220313025



**JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR
POLITEKTIK MANUFAKTUR BANDUNG
BANDUNG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN
“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *WELDING FIXTURE* PANEL *PRE-CASTING* PADA BANGUNAN *3D CONCRETE PRINTING (3DCP)*”

Oleh :
Yozaphaba Zalzalileo
220313025

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

Bandung, 09 Agustus 2023

Disetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Heri Setiawan, ST., MT.

NIP. 1967070119920316

Rani Nopriyanti S.Si., M.T

NIP. 1990110320220320008

Disahkan,

Ketua Penguji

Antonius Adi Soetopo, SST., MT

NIP. 196506102003121001

Penguji 1

Nandang Rusmana, ST., MT.

NIP. 197206181998031003

Penguji 2

Mohamad Fauzi, ST., MT.

NIP. 196206261988031003

ABSTRAK

Panel *pre-casting* pada bangunan 3D *Concrete Printing* berfungsi sebagai penopang untuk dinding dari bangunan 3D *Concrete Printing*. Dalam proses pembuatan panel memerlukan kepresisian dan kesejajaran agar konstruksi dari panel dapat berdiri tegak dan menopang dinding dari bangunan.

Sehingga diperlukan alat bantu yang akan menjamin bahwa pilar ini presisi saat dilakukan proses pengelasan. Alat bantu yang digunakan ini berupa *Welding Fixture* yang akan menjadi penyetap dan mencekam pada proses pengelasan panel *pre-casting* sehingga dimensi ukuran dan ketegak lurus dapat seragam.

Proses perancangan dan pembuatan *welding fixture* dilakukan dengan metode perancangan VDI 2221. Metode ini merupakan pendekatan sistematis untuk menyelesaikan permasalahan serta mengoptimalkan penggunaan material dan teknologi. Sedangkan proses pembuatannya dilakukan dengan proses permesinan dan fabrikasi yang meliputi proses gerinda potong dan pengeboran pada proses permesinan, kemudian pengelasan pada proses fabrikasi.

Welding fixture ini dapat digunakan untuk proses pengelasan panel *pre-casting* yang berukuran 1m, 2m, 3m, dan 4m. Proses pembuatan *welding fixture* didasarkan pada *operation plan* yang telah dibuat, dengan perencanaan *operation plan* dan perhitungan estimasi waktu dan biaya yang telah dilakukan.

Kata Kunci : Panel *Pre-Casting*, 3D *Concrete Printing*, *Welding Fixture*, VDI 2221

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan atas ke hadirat Allah SWT. Yang mana berkat rahmat dan ridho serta karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah dengan judul “Perancangan Dan Pembuatan *Welding Fixture Panel Pre-Casting* Pada Bangunan 3D *Concrete Printing* (3DCP)”.

Adapun Karya Tulis Ilmiah ini dibuat untuk membahas mengenai 3D *Concrete Printing*, *Pre-Casting*, dan alat bantu untuk proses pembuatan panel *Pre-Casting* pada bangunan 3D *Concrete Printing*. Selain itu Karya Tulis Ilmiah ini juga dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III di Politeknik Manufaktur Bandung.

Selama proses pembuatan dan penulisan Karya Tulis Ilmiah ini, penulis mendapatkan banyak pengetahuan dan kontribusi dari berbagai pihak dalam rangka menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini. Melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. **Allah SWT**, karena atas izin dan rahmat-Nya Penulis dapat menyelesaikan pendidikan pada jenjang Diploma III di Politeknik Manufaktur Bandung.
2. **Kedua Orang Tua**, karena telah memberikan dukungan emosional dan moral agar penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini dengan baik dan tepat waktu.
3. **Dr. Heri Setiawan, ST., MT.** selaku Pembimbing 1 dan **Rani Nopriyanti S.Si., M.T** selaku Pembimbing II yang telah memberikan banyak bantuan, bimbingan, dukungan, kritik, saran dan arahan selama penulisan Karya Tulis Ilmiah ini.
4. **Seluruh Dosen dan PLP jurusan Teknik Manufaktur**, karena telah membantu Penulis dalam proses pembuatan Karya Tulis Ilmiah ini.
5. **Rekan-rekan Kelas 3 MEC**, karena telah memberikan bantuan, saran dan motivasi terhadap Penulis dalam proses penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
6. **Stefani Valencia**, karena telah memberikan bantuan, saran dan motivasi terhadap Penulis dalam proses penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
7. **Semua pihak** yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu.

Demikian kata pengantar ini Penulis susun, Penulis menyadari bahwa Karya Tulis Ilmiah ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun sangat Penulis butuhkan hingga Penulis dapat menghasilkan suatu Karya Tulis

Ilmiah yang baik dan berkualitas. Akhir kata, Penulis berharap agar Karya Tulis Ilmiah ini dapat bermanfaat bagi para pihak yang membaca dan membutuhkannya.

Bandung, 6 Mei 2023

Yozaphaba Zalzalileo

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LAPORAN TEKNIK.....	4
2.1 Landasan Teori.....	4
2.1.1 3D Concrete Printing	4
2.1.2 Jig dan Fixture.....	5
2.1.3 VDI 2221	6
2.1.4 Pemilihan Material	7
2.1.5 Operation Plan	9
2.1.6 Proses Permesinan	10
2.1.7 Proses Fabrikasi.....	12
2.1.8 Quality Control.....	12
2.1.9 Uji Coba.....	12
2.1.10 Perhitungan Estimasi Waktu dan Biaya.....	13
2.2 Metodologi Penyelesaian.....	14
2.3 Identifikasi Masalah	18
2.4 Rancangan Konstruksi.....	20
2.4.1 Penjabaran Tugas (<i>Clarification of the Task</i>).....	20

2.4.2	Perancangan Konsep Produk (<i>Conseptual Design</i>).....	21
2.4.3	Perancangan Wujud Produk (<i>Embodiment Design</i>)	23
2.4.4	Perancangan Terinci (<i>Detail Design</i>).....	24
2.5	Perencanaan Pembuatan	32
2.5.1	Tahapan Proses Pengerjaan	32
2.5.2	<i>Operation Plan</i>	32
2.6	Pengadaan Material	33
2.7	Proses Permesinan	33
2.8	Proses Fabrikasi.....	33
2.9	<i>Quality Control</i>	35
2.10	Uji Coba.....	35
2.11	Estimasi Waktu dan Biaya	39
2.11.1	Biaya Komponen	40
2.11.2	Estimasi Waktu Proses Permesinan dan Fabrikasi	40
2.11.3	Estimasi Biaya Total	40
BAB III PENUTUP		42
3.1.	Kesimpulan.....	42
3.2.	Saran	42
DAFTAR PUSTAKA		43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Landasan Teori Perencanaan Pembuatan <i>Fixture</i>	4
Gambar 2.2 Contoh Bangunan 3D <i>Printing</i>	5
Gambar 2.3 Metode Perancangan <i>Jig</i> dan <i>Fixture</i>	6
Gambar 2.4 Besi <i>Hollow Square</i>	8
Gambar 2.5 Besi Siku	8
Gambar 2.6 Proses Pemakanan Bor	10
Gambar 2.7 Diagram Alir Perencanaan Pembuatan <i>Fixture</i>	15
Gambar 2.8 Contoh Gambar Panel <i>Pre-Casting</i> Ukuran 4m.....	19
Gambar 2.9 Pemasangan Panel <i>Pre-Casting</i> Pada <i>Welding Fixture</i>	24
Gambar 2.10 Lebar Kontak <i>Clamping</i> Terhadap Panel	29
Gambar 2.11 DBB Pencekaman Ujung.....	29
Gambar 2.12 Lebar Kontak <i>Clamping</i> Terhadap Panel	30
Gambar 2.13 DBB Pencekaman Tengah.....	30
Gambar 2.14 Dimensi Ring M16	31
Gambar 2.15 DBB Pencekaman Plat	32
Gambar 2.16 <i>Welding Gun</i> Las MIG/GMAW	34
Gambar 2.17 Komponen Yang Di Las	34
Gambar 2.18 Diagram Alir Perencanaan Proses Uji Coba	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rumus Perhitungan Bor	11
Tabel 2.2 Penjelasan Diagram Alir Perencanaan Pembuatan Alat Bantu Berupa <i>Fixture</i> ..	15
Tabel 2.3 Daftar Spesifikasi <i>Welding Fixture</i>	21
Tabel 2.4 Abstraksi 1	21
Tabel 2.5 Abstraksi 2	22
Tabel 2.6 Abstraksi 3	22
Tabel 2.7 Abstraksi 4	22
Tabel 2.8 Abstraksi 5	22
Tabel 2.9 Variasi Konsep Bentuk Produk	23
Tabel 2.10 Rancangan Desain <i>Welding Fixture</i>	23
Tabel 2.11 Pemilihan Rancangan Konstruksi	24
Tabel 2.12 Gambar <i>Clamping</i> Ujung	25
Tabel 2.13 Gambar <i>Clamping</i> Tengah	26
Tabel 2.14 Gambar <i>Clamping</i> Plat.....	27
Tabel 2.15 Tahapan Proses Permesinan	33
Tabel 2.16 Komponen Yang Dilas	34
Tabel 2.17 Penjelasan Diagram Alir Uji Coba.....	36
Tabel 2.18 Biaya Komponen.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A **GAMBAR KERJA**

- Lampiran A-1 Gambar Kerja Dudukan Panel 1
- Lampiran A-2 Gambar Kerja Dudukan Panel 2
- Lampiran A-3 Gambar Kerja Dudukan Besi Siku
- Lampiran A-4 Gambar Kerja *Calmping* Ujung 1
- Lampiran A-5 Gambar Kerja *Calmping* Ujung 2
- Lampiran A-6 Gambar Kerja *Calmping* Tengah
- Lampiran A-7 Gambar Kerja *Calmping* Plat Panel
- Lampiran A-8 Gambar Kerja *Assembly Welding Fixture*

LAMPIRAN B **OPERATION PLAN**

- Lampiran B-1 *Operation Plan* Dudukan Panel 1
- Lampiran B-2 *Operation Plan* Dudukan Panel 2
- Lampiran B-3 *Operation Plan* Dudukan Besi Siku
- Lampiran B-4 *Operation Plan Calmping* Ujung 1
- Lampiran B-5 *Operation Plan Calmping* Ujung 2
- Lampiran B-6 *Operation Plan Calmping* Tengah
- Lampiran B-7 *Operation Plan Calmping* Plat Panel
- Lampiran B-8 *Operation Plan Assembly Welding Fixture*

LAMPIRAN C **QUALITY CONTROL**

- Lampiran C-1 *Quality Control* Dudukan Panel 1
- Lampiran C-2 *Quality Control* Dudukan Panel 2
- Lampiran C-3 *Quality Control* Dudukan Besi Siku
- Lampiran C-4 *Quality Control Calmping* Ujung 1
- Lampiran C-5 *Quality Control Calmping* Ujung 2
- Lampiran C-6 *Quality Control Calmping* Tengah
- Lampiran C-7 *Quality Control Calmping* Plat Panel
- Lampiran C-8 *Quality Control Assembly Welding Fixture*

LAMPIRAN D ESTIMASI WAKTU PROSES PERMESINAN DAN FABRIKASI

Lampiran D-1 Estimasi Waktu Proses Gerinda *Cutting*

Lampiran D-2 Estimasi Waktu Proses *Drilling*

Lampiran D-3 Estimasi Waktu Proses Las MIG/GMAW

Lampiran D-4 Estimasi Total Waktu Permesinan dan Fabrikasi

LAMPIRAN E ESTIMASI BIAYA

Lampiran E-1 Estimasi Biaya Proses Permesinan dan Fabrikasi

Lampiran E-2 Estimasi Total Biaya

LAMPIRAN F DATA PENDUKUNG

Lampiran F-1 Tabel Standar Kekuatan Baut

Lampiran F-2 Tabel Standar Ulir

Lampiran F-3 Tabel Standar Torsi Baut

Lampiran F-4 Tabel Besi Beton

Lampiran F-5 Tabel Kekuatan Besi ASTM A36

Lampiran F-6 Tabel VC Permesinan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi 3D *Concrete Printing* didasarkan pada model digital, dan melalui penggunaan teknologi kontrol komputer otomatis. Mesin 3D *printing* bekerja dengan cara membuat benda secara *layer by layer* dengan bahan untuk mencapai pembuatan prototipe cepat. Teknologi ini juga dikenal sebagai “manufaktur aditif”. Manufaktur aditif memiliki fitur teknis seperti pembentukan bebas yang cepat tanpa cetakan, digitalisasi penuh, dan fleksibilitas tinggi. Teknologi ini dapat menghasilkan geometri dengan kompleksitas yang hampir tak terbatas dan dapat diterapkan pada pembuatan sebagian besar jenis material. Secara sederhana, 3D *Concrete Printing* adalah pembuatan akhir dari objek fisik 3 dimensi melalui proses *layer by layer* dan pencetakan *overlay*, tanpa memerlukan cetakan asli.[1]

Mesin 3D *Concrete Printing* atau mesin pencetak cor beton 3 dimensi ini memiliki prinsip kerja yang sama dengan mesin pencetak 3 dimensi lainnya. Hal yang membedakan antara mesin pencetak cor beton 3 dimensi dengan mesin pencetak 3 dimensi lainnya adalah dari area kerjanya. Mesin pencetak cor beton 3 dimensi membutuhkan area kerja yang lebih besar dibandingkan dengan pencetak 3 dimensi yang biasa. Inovasi dan teknologi 3D *Printing* menjadi teknologi yang sangat menjanjikan karena dapat mengotomatiskan pekerjaan konstruksi dan dapat menghemat waktu pekerjaan, meminimalisir terbuangnya material, mengurangi kebutuhan sumber daya manusia dalam konstruksi dan meminimalisir pekerjaan yang beresiko terjadinya kecelakaan kerja bagi pekerja konstruksi.[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 molen pengaduk coran mini kemudian dialirkan kedalam 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 motor yang ditempatkan pada *slider*. Kemudian rangka akan menopang komponen-komponen tersebut.

Dalam hal ini, pembuatan bangunan dengan menggunakan mesin 3D *Concrete Printing* dikolaborasikan dengan metode *pre-casting*. *Precast* adalah komponen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirangkai menjadi bangunan,

atau sebagai komponen beton yang dicor ditempat bukan merupakan posisi akhir didalam struktur. Beton pracetak (*precast*) diproduksi secara masal dan berulang-ulang. Elemen-elemen beton pracetak (*precast*) yang dibuat di lapangan (pabrik) disambung di lokasi bangunan sampai membentuk suatu struktur yang utuh. Fabrikasi dapat dilakukan ditempat pembangunan proyek tersebut atau di perusahaan industri beton pracetak (*precast*) yang dibuat dengan cara *pre-tension* (penegangan sebelum pengecoran) maupun *posttension* (penegangan setelah pengecoran).[3]

Namun pada pembuatan *pre-casting* ini material beton diganti dengan menggunakan rangka kremona yang terbuat dari baja beton. Rangka-rangka ini berfungsi sebagai penopang dari bangunan yang akan dibuat. Dengan begitu dibutuhkan kesejajaran yang baik dari sisi rangkanya. Sehingga dalam proses pembuatannya dibutuhkan alat bantu yang menjamin bahwa rangka ini presisi dan dapat mempermudah proses pembuatan. Atas dasar latar belakang tersebut diperlukan suatu kajian dengan judul "Perencanaan dan Pembuatan *Welding Fixture Panel Pre-Casting* Pada Bangunan 3D *Concrete Printing* (3DCP)" sebagai salah satu syarat menyelesaikan program Pendidikan Diploma-3 di Politeknik Manufaktur Bandung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas, Penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembuatan *fixture*, sehingga dihasilkan *fixture* yang sesuai dengan desain panel?
2. Apakah *fixture* yang telah dibuat sesuai dengan desain panel?
3. Berapa estimasi waktu dan biaya pembuatan *fixture* ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan sebelumnya, maka tujuan dari karya tulis ilmiah ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan bentuk konstruksi dari *fixture*, sesuai dengan desain panel.
2. Merencanakan proses pembuatan *fixture* meliputi analisa konstruksi, proses pembuatan, *quality control* dan uji coba.
3. Memperoleh estimasi waktu dan biaya pembuatan *fixture*.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang menjadi bahasan Penulis dalam Karya Tulis Ilmiah ini adalah :

1. Mendesain bentuk konstruksi *fixture* sebagai alat bantu pembuatan panel *pre-casting*.
2. Merencanakan proses pembuatan dan membuat *fixture* sesuai dengan desain yang telah dibuat.
3. Menghitung estimasi biaya dan waktu untuk proses pembuatan *fixture*.

1.5 Sistematika Penulisan

Hasil dari Karya Tulis Ilmiah ini Penulis rumuskan ke dalam 3 (tiga) bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup dan sistematika penulisan.

BAB II LAPORAN TEKNIK

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori-teori pendukung yang berkaitan dengan permasalahan yang dipaparkan Penulis serta uraian proses penyelesaian dari Karya Tulis Ilmiah ini.

BAB III PENUTUP

Bab ini merupakan bagian penutup dari Karya Tulis Ilmiah yang dibuat, pada bab ini akan memuat uraian mengenai kesimpulan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut Karya Tulis Ilmiah ini.