

**RANCANG BANGUN SISTEM *NOZZLE* BERUPA
PERBANDINGAN PUTARAN MOTOR *SLIDER*
DAN *EXTRUDER* AGAR MENGHASILKAN
GEOPOLIMER IDEAL PADA MESIN *3DCP***

Proyek Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Diploma III

Oleh

Daffa Althafa Ikhsan

220313007



PROGRAM STUDI TEKNOLOGI MANUFAKTUR

JURUSAN TEKNIK MANUFAKTUR

POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG

2023

ABSTRAK

Mesin 3D *Concrete Printing* adalah salah satu kegiatan manufaktur yang menghasilkan objek atau produk 3 dimensi dari program desain yang nantinya mesin pencetak akan membaca *file* desain program dan nantinya akan mencetak lapisan demi lapisan yang terbuat dari bahan beton geopolimer.

Prinsip kerja dari mesin 3D printing untuk bangunan ini yaitu mencetak material lapis demi lapis hingga membentuk sesuatu objek yang diinginkan, dimana material yang digunakan akan diolah di *mixer* dan dialirkan menuju *nozzle* melalui selang. Kemudian material akan dikeluarkan melalui *nozzle* secara lapis demi lapis. Bagian penting pada mesin 3D *Concrete Printing* yaitu *nozzle*, bagian yang digunakan untuk menentukan arah dan menghasilkan karakteristik geopolimer. Geopolimer yang keluar memerlukan suatu perhitungan sistem yaitu berupa kecepatan putaran motor *slider* dan *screw extruder* karena kedua kecepatan tersebut mempengaruhi keluaran geopolimer.

Adapun hal yang perlu dilakukan yaitu melakukan perhitungan kecepatan antara motor *slider* dan motor *screw extruder* supaya didapatkan hasil berupa formula perbandingan yang tepat untuk menghasilkan geopolimer ideal, dimana geopolimer ideal itu sendiri yang berartikan geopolimer yang dapat saling mengikat antara lapisan awal dan lapisan berikutnya didalam waktu pengikatan awal dan pengikatan akhir. Hasil proyek akhir rancangan bangun sistem *nozzle* berupa perbandingan putaran motor *slider* dan *extruder* agar menghasilkan geopolimer ideal pada mesin *3DCP* diharapkan dapat mengendalikan gerakan *nozzel* serta menghasilkan geopolimer ideal yaitu formula perbandingan untuk motor *screw extruder* dan motor *slider* yaitu $23,09 \times n \text{ slider} = 88,45 \times n \text{ extruder}$.

Kata kunci : *nozzle*, rancang bangun, geopolimer, motor *slider*, motor *screw extruder*

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT., yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Penulis panjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini dengan judul “ Rancangan Bangun Sistem *Nozzle* Berupa Perbandingan Putaran Motor *Slider* Dan *Extruder* Agar Menghasilkan Geopolimer Ideal Pada Mesin *3DCP* “.

Karya Tulis ini sebagai salah satu syarat kelulusan Pendidikan Program Diploma III program studi Teknologi Manufaktur di Politeknik Manufaktur Bandung. Berkat bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ini. Maka, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Moch. Sadiyo, STT. selaku Dosen pembimbing 1 yang telah membimbing, membaca, serta mengkritisi karya tulis ini;
2. Antonius Adi Soetopo, STT., MT. selaku Dosen pembimbing 2 yang telah membimbing, membaca, serta mengkritisi karya tulis ini;
3. Dr. Heri Setiawan, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknologi Manufaktur yang telah memberikan penjelasan mengenai proyek akhir *3D Concrete Printing*;
4. Papah, Mamah dan Ladzuardhini Kalya Ikhsan selaku keluarga tercinta yang selalu mendoakan serta memberikan motivasi tak terhingga dalam penulisan karya tulis;
5. Hasna Fadhilah Fasya selaku perempuan tersayang yang selalu mendoakan serta mendukung penulis dalam menulis karya tulis;
6. Rekan-rekan tingkat 3 MEC yang telah memberikan bantuan baik kritik, saran dan pendapat terutama teman teman yang tergabung di dalam divisi kontrol maupun mekanik *3D Concrete Printing* yang selalu memberikan dukungan dan bekerja sama dalam menyelesaikan proyek akhir *3D Concrete Printing* sebagai proyek akhir.
7. Para Alumni 3 MEC selaku pemberi informasi mengenai *3D Concrete Printing* sebelumnya, supaya dapat dilanjutkan lagi kegiatan proyek akhir *3D Concrete Printing*.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan proyek akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini mungkin belum sempurna. Penulis meminta maaf apabila terdapat kekurangan dan kekeliruan dalam karya tulis ini, baik dari segi materi maupun sistematika penulisan. Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca, supaya

pada penulisan laporan berikutnya penulis dapat memperbaiki kekurangan dan kekeliruan yang ada.

Besar harapan dari penulis, semoga laporan ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi siapapun yang membacanya. Akhir kata, penulis berharap Allah SWT. Membalas segala kebaikan semua pihak yang telah berkontribusi dalam karya tulis ini dan terima kasih.

Bandung, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I.....	1
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.....	4
LAPORAN TEKNIK	4
2.1 Landasan Teori.....	4
2.1.1 <i>Additive Manufacture 3D Printing</i>	4
2.1.2 <i>3D Concrete Printing</i>	4
2.1.3 Beton Geopolimer	5
2.1.4 Geopolimer Ideal.....	5
2.1.5 Waktu Ikat (<i>Setting Time</i>)	6
2.1.6 Material Konstruksi <i>Nozzle</i>	7
2.1.7 <i>Nozzle</i>	7
2.1.8 Rumus Pada Bangun Ruang Tabung.....	9
2.1.9 Hubungan Jarak, Waktu, Kecepatan	10

2.1.10	Rumus Hubungan Kecepatan Sudut dan Kecepatan Linear.....	10
2.1.11	Rumus Massa Benda	11
2.1.12	Sistem Kendali	11
2.1.13	<i>Software Mach 3</i>	11
2.1.14	Breakout Board (BOB).....	12
2.1.16	Motor <i>Servo</i>	14
2.1.17	<i>Driver Motor Servo</i>	14
2.1.18	<i>Limit Switch</i>	15
2.1.19	<i>MPG (Manual Pulse Generator)</i>	15
2.1.20	Roda Gigi	16
2.1.21	<i>Timing Belt</i>	17
2.2	Metodologi Penyelesaian	19
2.2.1	Observasi.....	20
2.2.2	<i>Planning</i>	20
2.3	Tahapan Kegiatan.....	21
2.4	Hasil	22
2.4.1	Prinsip Kerja.....	22
2.4.2	Komponen <i>Nozzle</i> dan <i>Screw Extruder</i>	24
2.4.3	Massa Konstruksi <i>Nozzle</i> dan <i>Screw Extruder</i>	25
2.4.4	Volume Serta Massa <i>Mortar</i> Geopolimer pada <i>Nozzle Hopper</i>	26
2.4.5	Perhitungan Volume Keluaran Mortar Per Putaran.....	26
2.4.6	Perhitungan Geopolimer Ideal.....	27
2.4.7	Perhitungan Putaran Motor pada <i>Screw Extruder</i>	28
2.4.8	Perhitungan Jarak 1 <i>Layer</i>	29
2.4.9	Perhitungan Kecepatan Putaran Motor <i>Screw Extruder</i> dan Motor <i>Slider</i>	30
BAB III.....		34
PENUTUP.....		34

3.1	Kesimpulan	34
3.2	Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA		35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagian 3DCP	4
Gambar 2. 2 Lapisan geopolimer	6
Gambar 2. 3 Alat Uji Tekan Beton Geopolimer.....	6
Gambar 2. 4 Nozzle Konvergen	8
Gambar 2. 5 Nozzle Divergen	8
Gambar 2. 6 Nozzle Konvergen-Divergen	9
Gambar 2. 7 Bangun Ruang Tabung	9
Gambar 2. 8 Conical Nozzle.....	10
Gambar 2. 9 Software Mach3.....	12
Gambar 2. 10 Novusun Mach3.....	12
Gambar 2. 11 Power Supply.....	13
Gambar 2. 12 Motor Servo	14
Gambar 2. 13 Driver Motor Servo.....	15
Gambar 2. 14 Limit Switch Normally Open	15
Gambar 2. 15 MPG (Manual Pulse Generator)	16
Gambar 2. 16 Roda Gigi Dirver dan Driven	16
Gambar 2. 17 Timing Belt.....	17
Gambar 2. 18 Diagram Alir Rancangan Bangun Sistem Nozzle Berupa Perbandingan Putaran Motor Slider Dan Extruder Supaya Menghasilkan Geopolimer Ideal Pada Mesin 3DCP	19
Gambar 2. 19 Konstruksi Nozzle	24
Gambar 2. 20 Konstruksi Screw Extruder.....	25
Gambar 2. 21 Keluaran Geopolimer	28
Gambar 2. 22 Desain Rumah 3DCP	29
Gambar 2. 23 Desain Grid Dinding Rumah 3DCP	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kelebihan dan Kekurangan Beton Geopolimer.....	5
Tabel 2. 2 Material ST.37 dan SS. 304.....	7
Tabel 2. 3 Scheduling Proyek Akhir	20
Tabel 2. 4 Prinsip Kerja.....	23
Tabel 2. 5 Material Komponen Nozzle	24
Tabel 2. 6 Material Konstruksi Screw Extruder	25
Tabel 2. 7 Rumus Massa Kontruksi Nozzle dan Screw Extruder	25
Tabel 2. 8 Volume Serta Massa Konstruksi Nozzle dan Screw Extruder	25
Tabel 2. 9 Rumus Perhitungan Massa Geopolimer Pada Nozzle Hopper	26
Tabel 2. 10 Massa Geopolimer pada Nozzle Hopper	26
Tabel 2. 11 Diketahui Untuk Perhitungan Volumer Keluaran Geopolimer Per Putaran	26
Tabel 2. 12 Perhitungan Volume Geopolimer Per Putaran	27
Tabel 2. 13 Diketahui Untuk Perhitungan Panjang Geopolimer Ideal	27
Tabel 2. 14 Perhitungan Panjang Geopolimer Ideal.....	28
Tabel 2. 15 Diketahui Untuk Perhitungan Putaran Motor Pada Screw Extruder	28
Tabel 2. 16 Perhitungan Putaran Motor Screw Extruder.....	28
Tabel 2. 17 Diketahui Untuk Perhitungan Jarak 1 Layer	30
Tabel 2. 18 Perhitungan 1 Layer	30
Tabel 2. 19 Diketahui Untuk Perhitungan Kecepatan Putaran Motor.....	31
Tabel 2. 20 Perhitungan Kecepatan Putaran Motor Screw Extruder.....	31
Tabel 2. 21 Diketahui Untuk Formula Kecepatan Motor <i>Slider</i> dan Motor <i>Screw Extruder</i>	31

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN A** Gambar Kerja *Compartemen Nozzle 3DCP*
- LAMPIRAN B** Spesifikasi Motor *Servo*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Politeknik Manufaktur Bandung adalah salah satu institusi pendidikan politeknik yang berfokus di bidang manufaktur, yang diharapkan dapat membantu perkembangan industri manufaktur di Indonesia. Salah satu terobosan yang akan dibuat adalah teknologi additive manufacturing. Additive Manufacturing (AM) adalah salah satu dari banyaknya jenis proses manufaktur. AM ini merupakan istilah formal dari apa yang dulu disebut dengan Rapid Prototyping (RP) atau pembuatan prototipe secara cepat dan populer juga disebut dengan 3D printing atau pencetakan 3 dimensi [1]. Additive Manufacturing juga merupakan suatu proses membangun benda 3 Dimensi dalam berbagai bentuk desain model digital, yang dapat memproduksi benda dengan berbagai jenis material yang memiliki kompleksitas yang tinggi, bervariasi, dan harga terjangkau.

Salah satu teknologi additive manufacturing adalah mesin pencetak cor beton 3 dimensi. Mesin tersebut nantinya akan membaca file desain program dan mencetak lapisan demi lapisan yang terbuat dari bahan mortar geopolimer sesuai dengan desain yang telah ditentukan. *3D concrete printing (3DCP)* adalah metoda konstruktif 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]. Adapun keunggulan dari mesin ini dapat membuat bangunan secara otomatis dan cepat. Prinsip kerja mesin ini yaitu mencetak satu lapisan ke lapisan berikutnya sesuai tinggi, panjang, dan ketinggian rancangan objek 3 dimensi sesuai dengan program yang diinginkan.

Mesin *3D Concrete Printing* ini membutuhkan suatu bagian untuk mengontrol bentuk atau karakteristik dari aliran material (terutama untuk mengatur jumlah geopolimer) saat keluar dari bagian *3D Concrete Printing* yang disebut sebagai *nozzle*, yang dimana keluaran geopolimer tersebut dipengaruhi dari kecepatan antara motor *slider* dan motor *screw extruder*. Oleh karena itu penulis melakukan perhitungan untuk sistem pada mesin *3D Concrete Printing* supaya dapat mengetahui keluaran mortar yang ideal pada mesin *3D Concrete Printing* dengan yang dipengaruhi oleh kecepatan putaran motor *slider* dan motor *screw extruder*. Dimana, keluaran geopolimer ideal dapat terbentuk karena adanya perbandingan kecepatan putaran motor *slider* dan motor *screw extruder*. Adapun judul untuk proyek akhir yang penulis susun adalah “Rancangan Bangun Sistem *Nozzle* Berupa Perbandingan Putaran Motor *Slider* Dan *Extruder* Agar Menghasilkan Geopolimer Ideal Pada Mesin *3DCP*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis dapat merumuskan beberapa masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana prinsip kerja *nozzle* dan *screw extruder* pada mesin 3D *Concrete Printing* ?
2. Berapa volume mortar per putaran yang keluar pada *nozzle* ?
3. Berapa nilai perbandingan putaran motor *slider* dan motor *screw exxtruder* serta bagaimana formulanya ?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari proyek akhir ini sebagai berikut:

1. Mengetahui prinsip kerja *nozzle* dan *screw extruder* mesin 3D *Concrete Printing*.
2. Mengetahui volume mortar yang keluar pada *nozzle*.
3. Mengetahui nilai perbandingan putaran motor *slider* dan motor *screw extruder* serta bentuk formulanya.

1.4 Ruang Lingkup

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah disebutkan, agar dapat dibahas lebih spesifik dan terarah maka dibentuk beberapa ruang lingkup sebagai berikut:

1. Hanya membahas sistem *nozzle* berupa perbandingan putaran motor servo supaya menghasilkan geopolimer ideal mesin 3D *concrete Printing*.
2. Prinsip kerja *nozzle* dan *screw extruder* mesin 3D *Concrete Printing*.
3. Menghitung volume mortar yang keluar pada *nozzle* di mesin 3D *Concrete Printing*.
4. Difokuskan untuk mengetahui putaran motor mesin 3D *Concrete Printing*.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan karya tulis ini terdapat 3 (tiga) bab yang disusun,yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup,dan sistematika penulisan.

BAB II LAPORAN TEKNIK

Berisi gambaran umum tentang teori-teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama yang berasal dari jurnal,

buku, dan sumber lainnya. Dan membahas sistem *nozzle* untuk mengetahui *feeding* dan Rpm mesin 3D *Concrete Printing*.

BAB III KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan dan saran dari karya tulis ilmiah ini yang diperlukan untuk pembaca apabila membutuhkan materi mengenai hal yang sama dan pengembangan lebih lanjut dalam materi yang sama.