

**ANALISIS PARAMETER PERCETAKAN 3D MESIN SLA
(STEREOLITHOGRAPHY) LCD (LIQUID CRYSTAL DISPLAY)
ORIENTASI SERTA WAKTU PAPARAN TERHADAP
KEKUATAN TARIK MATERIAL**

TUGAS AKHIR



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:

Rafli Pramudia Putra

NIM. 200608005

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK
NOVEMBER 2025**

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang Maha Pengasih dan Maha Penyanyang. Segala puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang tiada hentinya mencurahkan kasih-Nya, sehingga dengan segala karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Parameter Pencetakan 3D Mesin SLA (*Stereolithography*) LCD (*Liquid Crystal Display*) Orientasi Serta Waktu Paparan Terhadap Kekuatan Tarik Material” ini.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ilham Arifin Pahlawan, S.ST., M.Sc. selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, pengarahan serta masukan-masukan kepada penulis dalam menyusun tesis ini.
2. Bapak, ibu, serta seluruh keluarga yang tidak berhenti mendoakan untuk kelancaran tesis ini.
3. Pimpinan dan teman teman di Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Gresik dan yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas dukungan moril dan material sehingga penulis senantiasa terpacu untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dengan penuh kerendahan hati, penulis menyadari akan kekurangan dan keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki sehingga tentu saja penyusunan Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna. Akhir kata, dengan selesainya Tugas Akhir ini berarti selesai pula masa studi penulis di Sarjana Teknik Mesin UMG. Penulis berharap semoga karya ini dapat bermanfaat. Terima kasih.

Gresik, 27 November 2025

Rafli Pramudia Putra
NIM. 200608005

ABSTRAK

Analisis Parameter Pencetakan 3D Mesin SLA (*Stereolithography*) LCD (*Liquid Crystal Display*) Orientasi Serta Waktu Paparan Terhadap Kekuatan Tarik Material.

Disusun Oleh:

Rafli Pramudia Putra

NIM. 200608005

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh dua parameter utama dalam proses pencetakan 3D menggunakan mesin *Stereolithography* (SLA) berbasis *Liquid Crystal Display* (LCD), yaitu orientasi cetakan dan waktu paparan, terhadap kekuatan tarik material. Percobaan dilakukan dengan mengubah sudut orientasi cetakan (0° , 45° , dan 90° terhadap sumbu Z) serta durasi paparan (1,5 s, 2 s, dan 3 s) pada bahan resin yang sering digunakan dalam pencetakan 3D SLA. Hasil percobaan dicatat dalam bentuk nilai kekuatan tarik material untuk setiap variasi parameter yang diuji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa orientasi cetak memberikan pengaruh terbesar terhadap kekuatan tarik, dengan orientasi 0° memberikan nilai paling tinggi karena arah lapisan sejajar dengan gaya tarik. Variasi waktu paparan juga memengaruhi kekuatan tarik; waktu paparan 1,5 detik menghasilkan kekuatan lebih rendah karena proses curing kurang optimal, sementara 2 detik dan 3 detik menghasilkan ikatan antar-lapisan lebih kuat. Namun, peningkatan waktu paparan menjadi 3 detik menunjukkan kecenderungan terjadinya over-curing yang dapat menurunkan homogenitas struktur internal. Kombinasi parameter terbaik diperoleh pada orientasi 0° dengan waktu paparan 2 detik, yang memberikan nilai kekuatan tarik maksimal.

Kata kunci: *pencetakan 3D, Stereolithography, SLA, LCD, orientasi cetakan, waktu paparan, kekuatan tarik material.*

ABSTRACT

Analysis of 3D Printing Parameters for SLA (Stereolithography) LCD (Liquid Crystal Display) Machines Orientation and Exposure Time on Tensile Strength of Material.

This study aims to investigate the effect of two key parameters in the 3D printing process using a Liquid Crystal Display (LCD)-based Stereolithography (SLA) machine, namely mold orientation and exposure time, on the tensile strength of materials. Experiments were conducted by changing the mold orientation angle (0° , 45° , and 90° with respect to the Z-axis) and exposure duration (1.5 s, 2 s, and 3 s) on resin materials often used in SLA 3D printing. The results of the experiment were recorded in the form of tensile strength values for each parameter variation tested. The results showed that print orientation had the greatest influence on tensile strength, with 0° orientation providing the highest value because the layer direction was parallel to the tensile force. Variations in exposure time also affected tensile strength; an exposure time of 1.5 seconds resulted in lower strength due to suboptimal curing, while 2 seconds and 3 seconds resulted in stronger inter-layer bonds. However, increasing the exposure time to 3 seconds showed a tendency for over-curing, which could reduce the homogeneity of the internal structure. The best parameter combination was obtained at 0° orientation with an exposure time of 2 seconds, which provided the maximum tensile strength value.

Keywords: *3D printing, Stereolithography, SLA, LCD, mold orientation, exposure time, material tensile strength*

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR GAMBAR	3
DAFTAR TABEL.....	4
BAB I PENDAHULUAN	5
1.1. Latar Belakang	5
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Batasan Masalah.....	6
1.5. Sistematika Penulisan	6
BAB II DASAR TEORI	8
2.1. Tinjauan Pustaka	8
2.1.1.1 <i>Additive Manufacturing</i>	9
2.1.1.2 <i>Cara Kerja Additive Manufacturing</i>	9
2.1.1.3 <i>Kelebihan dan Kekurangan Additive Manufacturing</i>	9
2.2. <i>3D Printing</i>	11
2.4. <i>Mechanical Properties</i>	13
2.5. Pengujian Anova	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1. Flow Chart.....	18

a.	Studi Literatur	21
b.	Desain Spesimen File CAD	21
c.	Konversi File Hasil Desain Ke Format STL	23
d.	Atur Orientasi Dengan Variasi 0, 45, 90 <i>Degree</i>	24
e.	Seting Waktu Paparan	26
f.	Cetak 3D SLA LCD	27
g.	Pengujian.....	29
h.	Pengolahan Data Analisa dan Pembahasan.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		31
4.1	Hasil Pengujian Uji Tarik.....	31
4.2	Hubungan antara waktu paparan dengan properti mekanikal	38
4.3	Analisa statistik tingkat signifikan antar variabel	39
4.4	Pembahasan.....	40
BAB V PENUTUP.....		42
5.1.	Kesimpulan	42
5.2.	Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA		43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>3D Printing</i>	11
Gambar 2. 2 Resin eSun.....	12
Gambar 3. 1 Flow Chart Orientasi 0 <i>Degree</i>	18
Gambar 3. 2 Flow Chart Orientasi 45 <i>Degree</i>	19
Gambar 3. 3 Flow Chart Orientasi 90 <i>Degree</i>	20
Gambar 3. 4 Desain Spesimen tipe 1,2,3, dan 5.....	22
Gambar 3.5 Desain Spesimen tipe 4.....	22
Gambar 3. 6 Orientasi 0 <i>degree</i>	24
Gambar 3. 7 Orientasi 45 <i>degrees</i>	25
Gambar 3. 8 Orientasi 90 <i>degrees</i>	25
Gambar 3. 9 Waktu 1,5 <i>seconds</i>	26
Gambar 3. 10 Waktu 2 <i>seconds</i>	26
Gambar 3. 11 Waktu 3 <i>seconds</i>	27
Gambar 3. 12 Orientasi 0 <i>degrees</i>	27
Gambar 3. 13 Orientasi 45 <i>degrees</i>	28
Gambar 3. 14 Orientasi 90 <i>degrees</i>	28
Gambar 3. 15 Gambar Grafik tegangan (N/mm ²) – regangan (mm/mm).....	30
Gambar 4.1 Hasil patahan spesimen setelah dilakukan uji tarik.....	31
Gambar 4.2 Hasil Grafik Orientasi 0° dengan waktu paparan 1.5 detik.....	32
Gambar 4.3 Hasil Grafik Orientasi 45° dengan waktu paparan 1.5 detik.....	32
Gambar 4.4 Hasil Grafik Orientasi 90° dengan waktu paparan 1.5 detik.....	32
Gambar 4.5 Hasil Grafik Orientasi 0° dengan waktu paparan 2 detik.....	34
Gambar 4.6 Hasil Grafik Orientasi 45° dengan waktu paparan 2 detik.....	34
Gambar 4.7 Hasil Grafik Orientasi 90° dengan waktu paparan 2 detik.....	34
Gambar 4.8 Hasil Grafik Orientasi 0° dengan waktu paparan 3 detik.....	36
Gambar 4.9 Hasil Grafik Orientasi 45° dengan waktu paparan 3 detik.....	36
Gambar 4.10 Hasil Grafik Orientasi 90° dengan waktu paparan 3 detik.....	36
Gambar 4.11 Hubungan antara waktu paparan dengan kekuatan material.....	38
Gambar 4.12 Hubungan antara sudut orientasi dengan kekuatan material.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>3D Printing</i> menggunakan material Resin dan Standard eSun.....	12
Tabel 2.2 Nilai <i>3D printing</i> Standard eSun.....	13
Tabel 2.3 Tabel Anova dua jalur model campuran.....	16
Tabel 3.1 Keterangan Setiap ukuran desain Spesimen.....	22
Tabel 3.2 stadard ASTM D638.....	23
Tabel 4.1 Nilai rata-rata kuat tarik per orientasi.....	39
Tabel 4.3 Hasil Two-Way ANOVA.....	39

