

“INVESTIGASI EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK KEKUATAN TARIK RESIN FLEKSIBEL UNTUK APLIKASI 3D PRINTING”

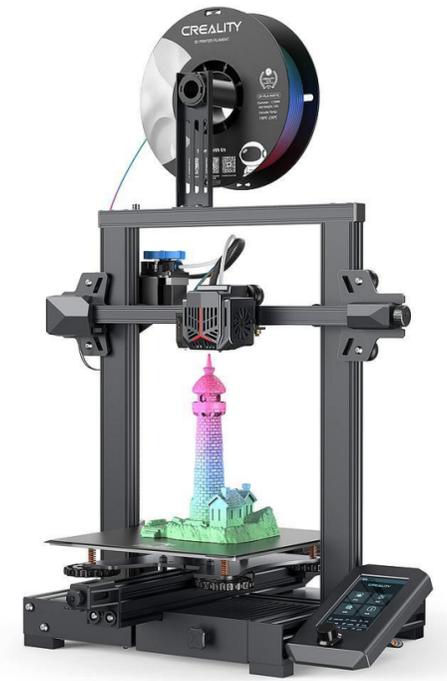
Gilang Argya Dyaksa, M.Eng
Dr. Ir. Achilleus Hermawan Astyanto
Ir. Felix Krisna Aji Nugraha, M.Sc.

Mahasiswa:
Oktavianus Nekson Hermawan
Mahendra Pratama Putra



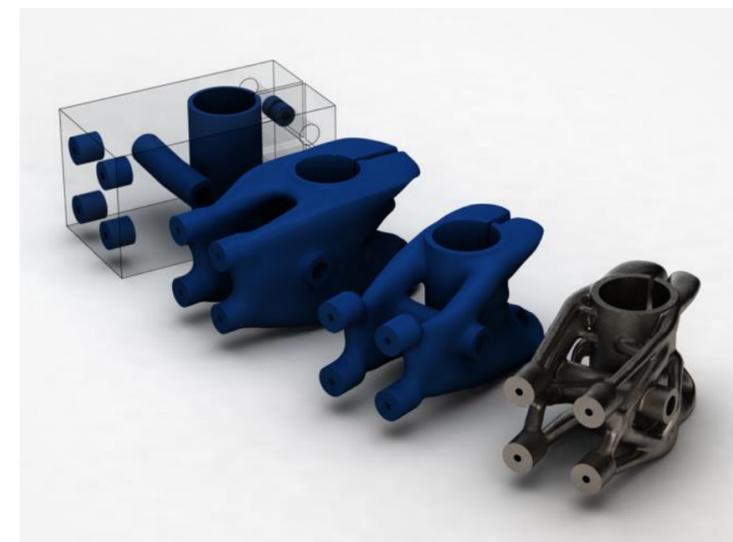
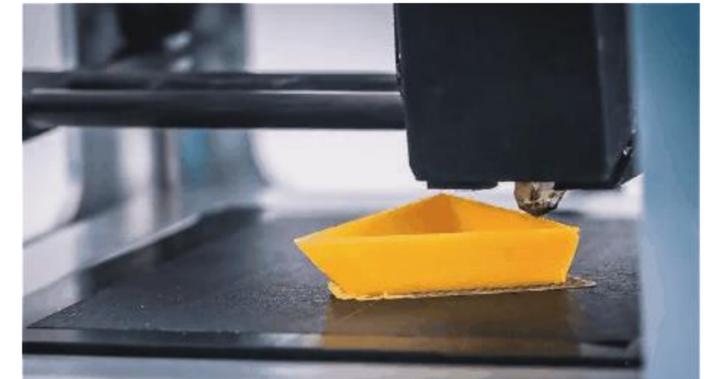
3D Printing

- 3D printing, juga dikenal sebagai additive manufacturing, adalah teknologi yang memungkinkan pembuatan objek tiga dimensi dari model digital.
- Merupakan salah satu produk hasil dari Revolusi Industri 4.0, yang menekankan pada otomatisasi, pertukaran data, dan teknologi pembuatan cerdas.



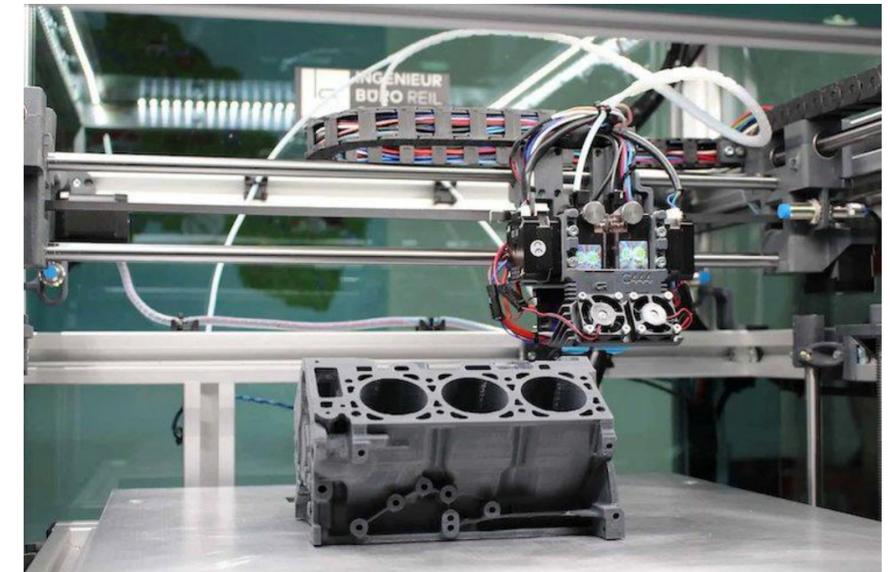
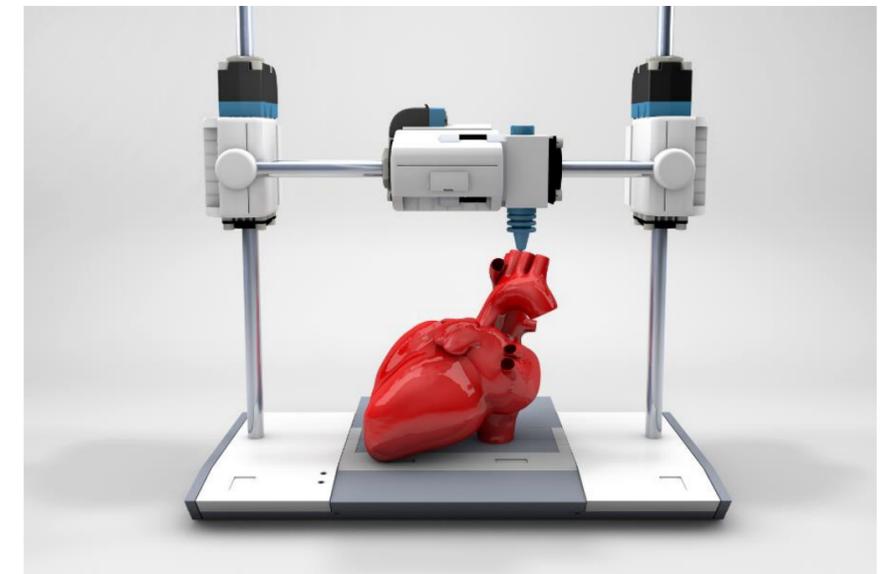
Kelebihan 3D Printing

- Easy to Use: Pengoperasian mesin 3D Printing terbilang cukup mudah
- Fleksibilitas Desain: Dapat mencetak desain yang kompleks dan geometris yang sulit atau tidak mungkin dicapai dengan metode konvensional.
- Kustomisasi: 3D Printing memungkinkan pembuatan produk yang dipersonalisasi dan disesuaikan dengan kebutuhan individu.



Topik Penelitian 3D Printing

- Pengembangan Material Baru: Masih banyak potensi untuk mengembangkan material baru dengan sifat-sifat yang lebih unggul untuk 3D Printing.
- Optimasi Proses: Meningkatkan efisiensi dan kecepatan proses 3D Printing.
- Kualitas Produk: Bagaimana kualitas produk yang dihasilkan oleh 3D Printing dibandingkan dengan produk yang dihasilkan oleh metode manufaktur lainnya.
- Pengembangan Aplikasi : 3D Printing dapat diaplikasikan di berbagai bidang, seperti medis, aerospace, otomotif, dan konstruksi. Penelitian diperlukan untuk mengembangkan aplikasi baru yang inovatif.



Resin Fleksibel

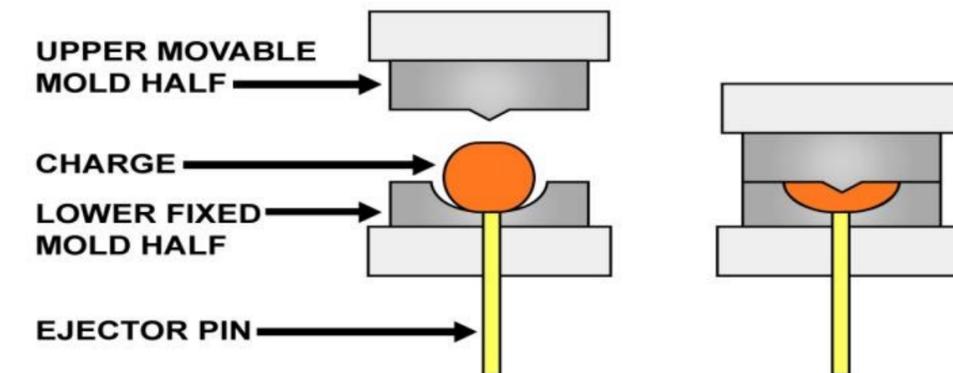
- Resin fleksibel adalah jenis material yang dapat digunakan dalam 3D printing untuk membuat objek yang elastis dan memiliki Tingkat kedetilan yang tinggi.
- Memungkinkan untuk membuat benda yang kompleks namun memiliki karakteristik seperti elastomer



Latar Belakang

- Metode manufaktur yang biasa digunakan untuk pembuatan material elastomer membutuhkan molding atau cetakan
 - Ekstrusi
 - Injection Molding
 - Compression Molding
- Metode manufaktur menggunakan molding baik untuk mass production, namun tidak direkomendasikan untuk produksi skala kecil
- Jika bentuk benda kompleks maka bentuk molding akan menjadi kompleks dan tidak semua bentuk dapat dibuat menggunakan mesin yang ada.
- Membutuhkan metode manufaktur alternatif untuk pembuatan benda yang cukup kompleks

COMPRESSION MOLDING



Roadmap Penelitian

	PENELITIAN SEBELUMNYA	PENELITIAN USULAN	LANJUTAN
TAHUN	Sebelum 2024	2024	Setelah 2024
TKT	2 & 3	2 & 3	4 & 5
TAHAP	<p>Pengaplikasian 3D Print dalam pembuatan cranium puzzle menggunakan data dari hasil CT-Scan. Bahan PLA untuk pembuatan bagian tulang yang bentuknya sederhana. Bahan resin untuk bagian tulang yang bentuknya lebih kompleks.</p>	<p>Penelitian untuk menentukan komposisi bahan campuran serta mengenali sifat fisis dan mekanis dari komposisi bahan campuran.</p>	<p>Penelitian untuk mengoptimasi printing parameter pada mesin SLA</p>
METODOLOGI	<ul style="list-style-type: none"> - Mengolah data hasil dari CT-Scan Cranium menjadi file dengan format STL - Mengolah data STL Cranium menjadi per bagian tulang sesuai dengan anatomi Cranium - Mencetak per bagian tulang menggunakan mesin 3D Print FDM dan SLA 	<ul style="list-style-type: none"> - Uji tarik pada spesimen resin fleksibel untuk setiap komposisi bahan campuran - Uji akurasi dimensi pada spesimen resin fleksibel untuk setiap komposisi bahan campuran. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uji variasi layer thickness terhadap sifat fisis dan mekanis - Uji variasi persentase infill terhadap sifat fisis dan mekanis - Uji pola infill terhadap sifat fisis dan mekanis - Pengaruh variasi exposure time printing terhadap sifat fisis dan mekanis
LUARAN	<ul style="list-style-type: none"> - Satu (1) artikel konferensi internasional beraputasi - Prototype <i>Cranium Puzzle</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Satu (1) draf artikel Jurnal nasional terakreditasi Sinta 2 (S2) - Pengajuan HKI 	

Tujuan Penelitian

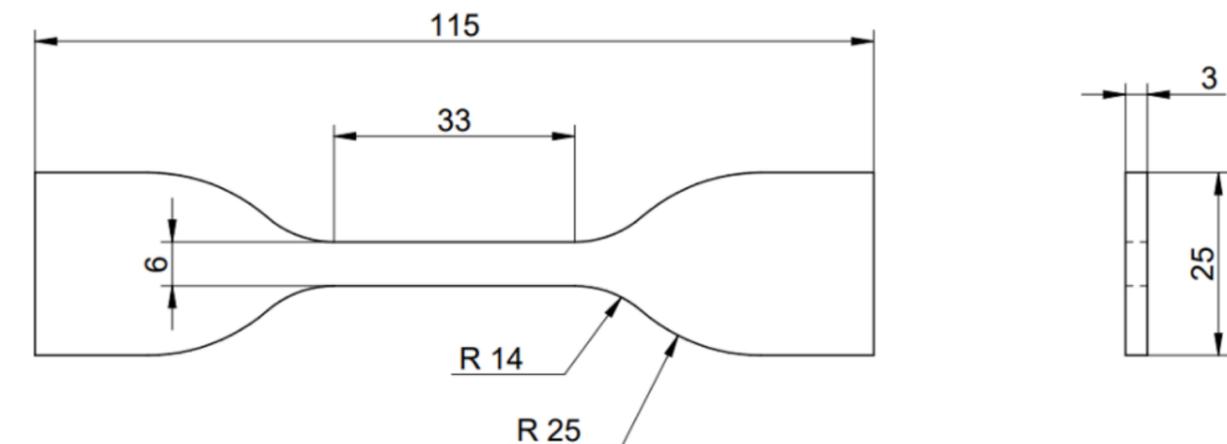
- Penelitian ini menginvestigasi dan menganalisis karakteristik kekuatan tarik pada resin fleksibel 3D printing.
- Memberikan wawasan aplikasi resin fleksibel sebagai alternatif dalam pembuatan benda dengan bahan elastomer.
- Pengembangan aplikasi lebih lanjut di berbagai industri, seperti pembuatan produk kesehatan, komponen mekanikal, bahkan komponen elektronik yang memerlukan fleksibilitas, sekaligus ketahanan

Metode Penelitian

1. Membuat spesimen uji Tarik sesuai dengan standar ASTM D412 untuk uji tarik bahan elastomer termoplastik.
 - Spesimen didesain menggunakan software CAD Solid Edge Community Edition
2. Spesimen terdiri dari 10 variasi berdasarkan kadar resin fleksibel
 - Resin fleksibel akan dicampurkan dengan resin standard yang memiliki karakteristik kaku.
 - Pencampuran ini ingin mengetahui karakteristik dari variasi campuran terhadap kekuatan Tarik.
 - Masing – masing variasi akan dibuat 3 specimen, sehingga total specimen ada 30 pcs
3. Resin Fleksibel akan dicetak menggunakan mesin 3D Printing teknologi SLA Anycubic Photon Mono X dengan parameter printing yang sama untuk semua variasi campuran.
4. Pengujian Tarik menggunakan mesin JTM-UTC 220 serial 6604 yang terdapat di Lab Logam Prodi Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma.
5. Analisis Data dan Pembahasan
6. Kesimpulan

Variasi	Resin Fleksibel (%)	Resin Standard (%)
RF10	10	90
RF20	20	80
RF30	30	70
RF40	40	60
RF50	50	50
RF60	60	40
RF70	70	30
RF80	80	20
RF90	90	10
RF100	100	0

Konsentrasi campuran resin standar dan fleksibel pada spesimen



ASTM D412 untuk uji tarik bahan elastomer termoplastik.

Hasil dan Pembahasan



- Spesimen dicetak menggunakan mesin Photon Mono X dengan teknologi SLA
- Bahan resin dalam bentuk cair



- Hasil 3D Printing specimen resin fleksibel
- Setiap variasi campuran resin fleksibel dicetak sebanyak 3 pcs
- Total specimen 30 pcs

Hasil dan Pembahasan

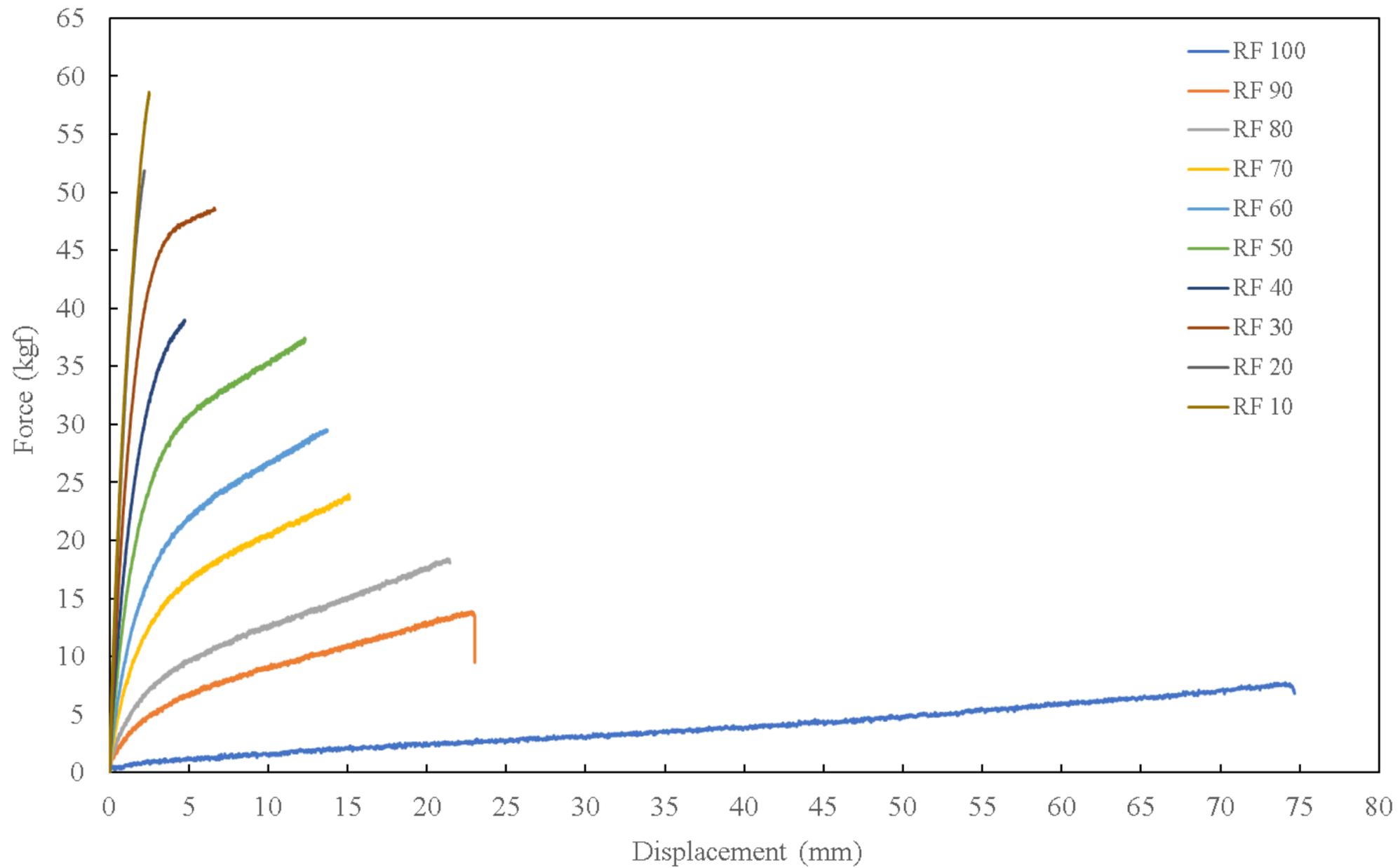


- Hasil uji Tarik specimen resin fleksibel RF10 – RF100
- Saat pengujian mengalami pertambahan Panjang namun saat patah Panjang specimen kembali ke Panjang awal (deformasi elastis)



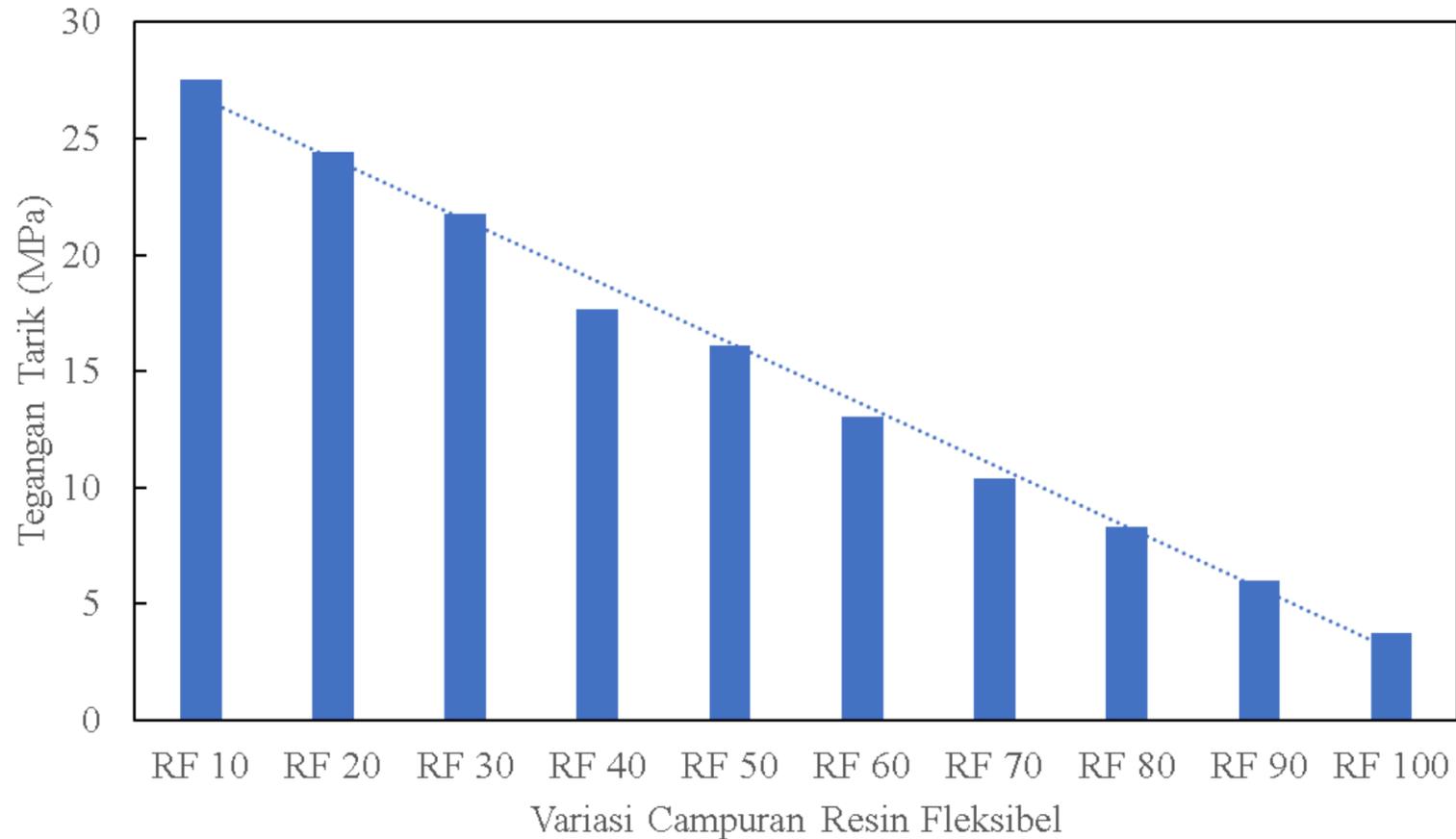
- Mesin Uji Tarik JTM-UTC 220 serial 6604

Grafik Hasil Uji Tarik



- Karakteristik rerata displacement terhadap gaya tarik yang diberikan untuk setiap variasi campuran resin.

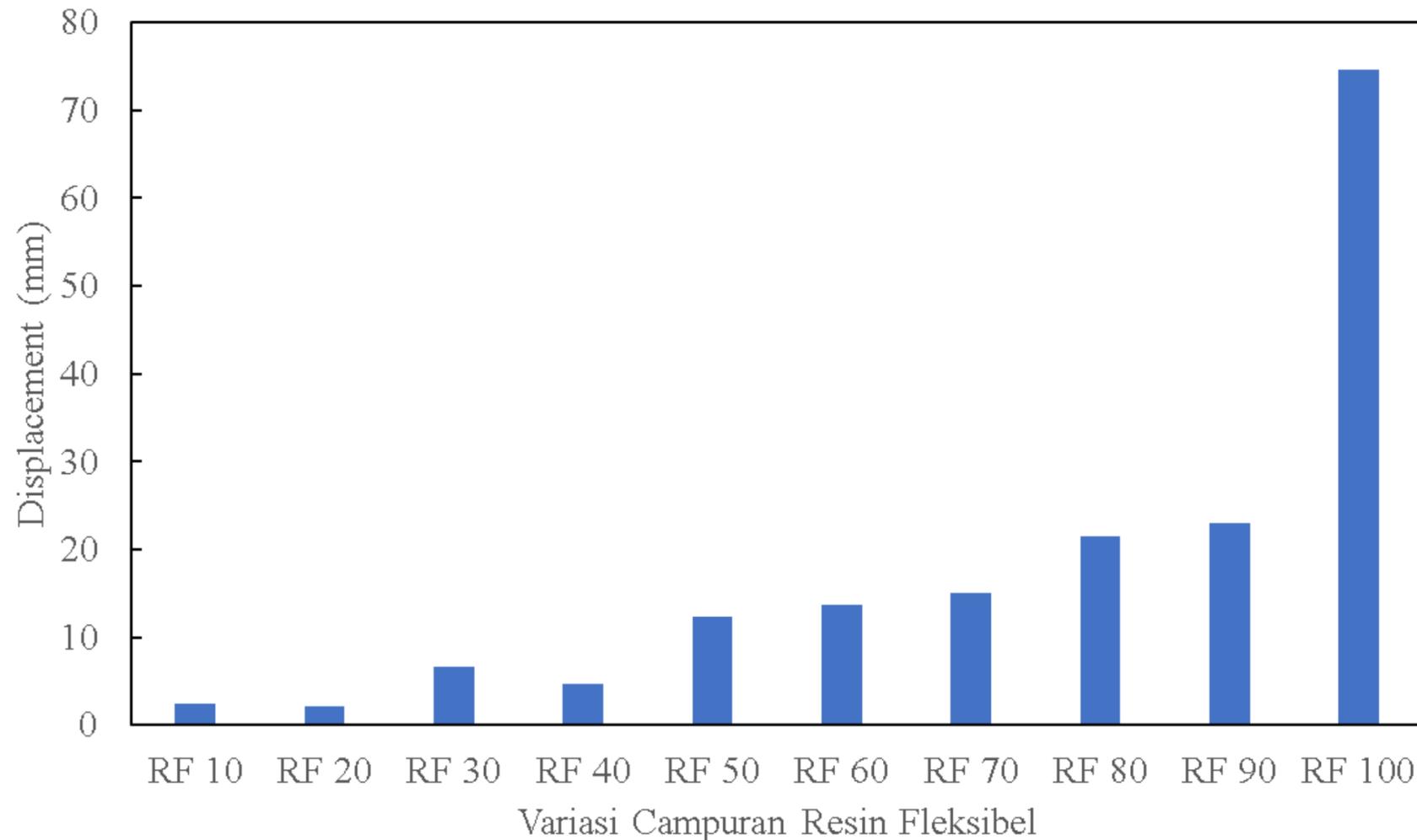
Pengaruh Variasi Campuran Resin Terhadap Tegangan Tarik



Tensile Strength (kgf/mm ²)						
Variasi	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Jumlah	Rerata	Rerata (MPa)
RF10	2,82	2,78	2,83	8,43	2,810	27,56
RF20	2,51	2,57	2,38	7,46	2,487	24,41
RF30	2,2	2,24	2,21	6,65	2,217	21,77
RF40	1,87	1,82	1,71	5,4	1,800	17,65
RF50	1,63	1,67	1,61	4,91	1,637	16,08
RF60	1,35	1,35	1,3	4	1,333	13,04
RF70	1,05	1,08	1,05	3,18	1,060	10,39
RF80	0,82	0,88	0,84	2,54	0,847	8,33
RF90	0,59	0,72	0,52	1,83	0,610	5,98
RF100	0,32	0,47	0,35	1,14	0,380	3,72

- Tren yang terjadi semakin banyak kadar resin fleksibel, maka nilai dari kekuatan tarik akan semakin menurun. Tren ini terjadi dari RF 10 hingga RF100.
- Kekuatan tarik paling tertinggi terdapat pada RF 10 dengan kadar resin fleksibel paling sedikit yaitu 10%. Kekuatan tarik pada RF 10 adalah 27,56 MPa.
- Kekuatan tarik terkecil terdapat pada RF 100 dengan hasil 3,72 MPa.

Pengaruh Variasi Campuran Resin Terhadap Displacement



	Displacement (mm)
RF 10	2,50
RF 20	2,19
RF 30	6,64
RF 40	4,74
RF 50	12,33
RF 60	13,72
RF 70	15,11
RF 80	21,45
RF 90	23,02
RF 100	74,68

- Displacement tertinggi terdapat pada RF 100 dengan kadar resin fleksibel 100% yang menghasilkan rata - rata 74,68 mm
- Resin fleksibel yang telah dicampur dengan resin standar mulai menurunkan displacement yang terjadi, Fenomena ini ditunjukkan dengan displacement yang dihasilkan pada RF 90 yaitu 23,02 mm.
- Nilai displacement akan menurun seiring meningkatkan konsentrasi resin standar pada campuran resin fleksibel. Displacement terkecil terdapat pada RF 20 dengan hasil 2,19 mm.

Analisis ANOVA

Variasi	Tensile Strength (kgf/mm ²)				
	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Total	Rerata
RF 10	2,82	2,78	2,83	8,43	2,81
RF 20	2,51	2,57	2,38	7,46	2,487
RF 30	2,2	2,24	2,21	6,65	2,217
RF 40	1,87	1,82	1,71	5,4	1,8
RF 50	1,63	1,67	1,61	4,91	1,637
RF 60	1,35	1,35	1,3	4	1,333
RF 70	1,05	1,08	1,05	3,18	1,06
RF 80	0,82	0,88	0,84	2,54	0,847
RF 90	0,59	0,72	0,52	1,83	0,61
RF 100	0,32	0,47	0,35	1,14	0,38
Grand Total				45,54	1,518

- Analisis ANOVA digunakan untuk menguji pengaruh konsentrasi resin fleksibel terhadap kekuatan tarik spesimen. Uji ANOVA yang dilakukan berbasis pada data uji tarik.
- Hasil perhitungan nilai F diperoleh sebesar 298.5407
- Dengan F table 0,01 (1%) mendapatkan hasil 4,631
- Jika F table < F Hitung, maka konsentrasi resin fleksibel pada specimen berpengaruh pada kekuatan Tarik yang dihasilkan

SK	DB	JK	KT	F _{hit}	F _{tab}	KET
					0.01	
Perlakuan	9	18,0101	2,0011	298,5407	4,6315	**
Galat/sisa	11	0,0737	0,0067			
Total	20	18,0838				

- Degree of Freedom (DB) = 20
 - Perlakuan = 9
 - Galat/sisa = 11
- Jumlah Kuadrat (JK) = 18,0838
 - Perlakuan = 18,0101
 - Galat/sisa = 0,0737
- Kuadrat Tengah (KT)
 - Perlakuan = 2,0011
 - Galat/sisa = 0,0067
- Tingkat ketelitian (Ftab) = 0,01 atau 1%

Kesimpulan

- Berdasarkan Analisis ANOVA dengan Tingkat ketelitian 0,01 (1%), konsentrasi resin fleksibel pada specimen berpengaruh pada Kekuatan Tarik yang dihasilkan.
- Semakin banyak kadar resin fleksibel, maka nilai dari kekuatan tarik akan semakin menurun dengan nilai tertinggi terdapat pada RF 10 yaitu 27,56 Mpa dan nilai terendah terdapat pada RF 100 yaitu 3,72 Mpa.
- Semakin banyak kadar resin fleksibel, maka nilai dari displacement akan semakin naik dengan nilai terendah terdapat pada RF 20 yaitu 2,19 mm dan nilai tertinggi terdapat pada RF 100 yaitu 74,68 mm.

Aplikasi

- Bekerja sama untuk RSUP Dr. Sardjito dengan dokter Jantung untuk membuat media belajar pemasangan ring jantung bagi mahasiswa kedokteran
- Data pembuluh darah didapatkan dari hasil CT Scan tim dokter RSUP Dr. Sardjito
- Tim dokter meminta untuk hasil 3D Print bisa memiliki karakteristik sama seperti pembuluh darah yang elastis



***“INVESTIGASI EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK KEKUATAN
TARIK RESIN FLEKSIBEL UNTUK APLIKASI 3D PRINTING”***

SEKIAN DAN TERIMA KASIH

