

Pengaruh Variasi Waktu Dan Jumlah Lapisan *Fiberglass* Dalam Proses Pembuatan Material Komposit Terhadap Kekuatan Tarik , Tekuk , Dan Kerataan Permukaan

Dimas Sunu Purwohadi

Dr. Mulyadi, S.T., M.T

Teknik Mesin

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO**

2024

TOPIK PEMBAHASAN

BAB I PENDAHULUAN

BAB II METODE PENELITIAN

BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB IV SIMPULAN

PENDAHULUAN

Komposit adalah sistem material multi fasa yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material dengan sifat yang berbeda. Komposit terdiri dari serat dan matriks. contohnya fiberglass

Fiberglass adalah kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis dengan diameter kurang lebih 0,005 hingga 0,01 mm. Serat-serat ini dipintal menjadi benang atau ditenun menjadi kain dan diresapi dengan resin untuk menghasilkan bahan yang tahan lama dan tahan korosi.

Secara umum metode pembuatan material komposit (*Fiberglass*) terdiri dari atas dua cara, yaitu :

- a) Proses Cetakan Terbuka (*open - mold processes*).
- b) Proses Cetakan Tertutup (*closed - mold process*).

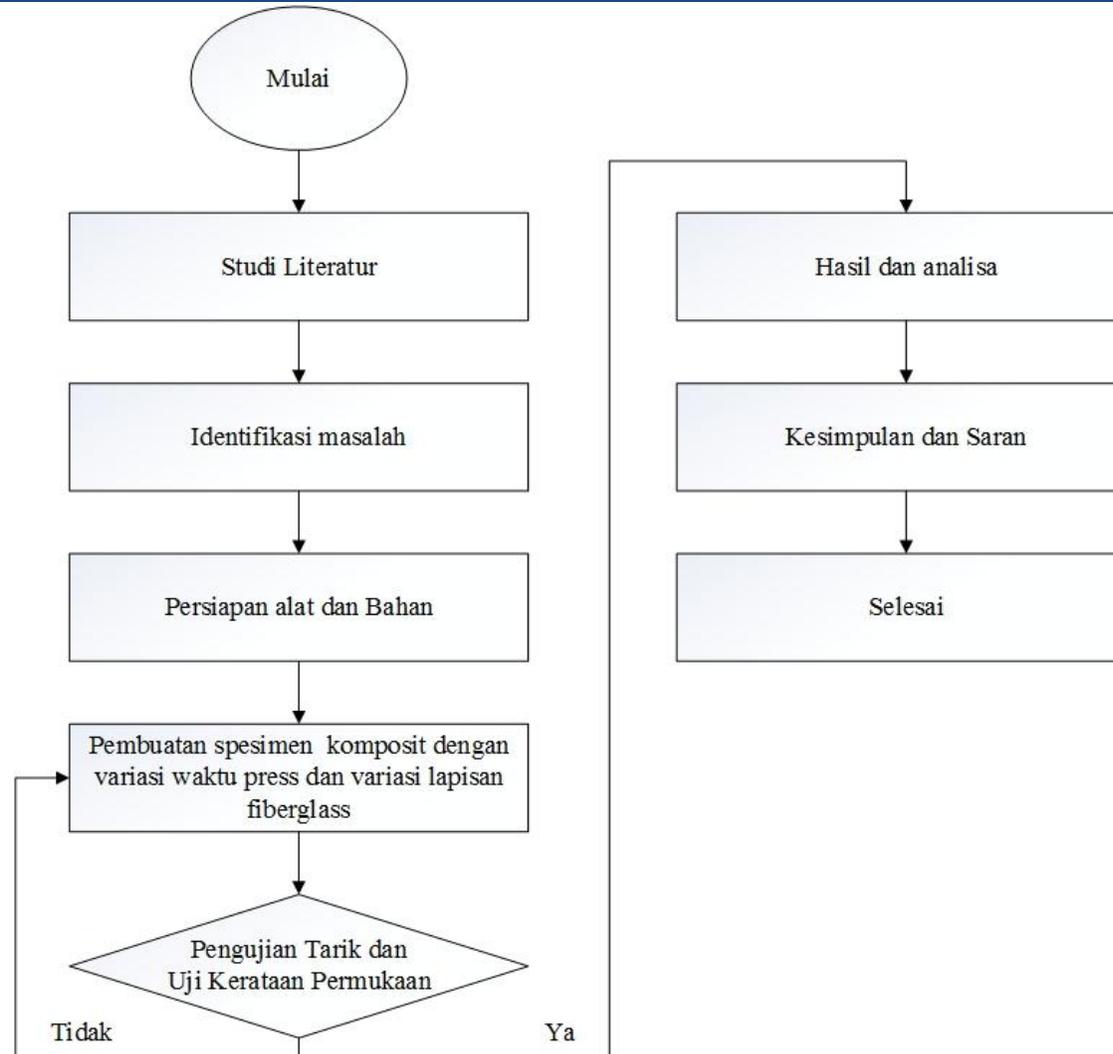
Untuk Metode yang paling umum digunakan adalah metode hand lay up. Metode ini termasuk pada proses cetakan terbuka (*open - mold processes*). Alasan mengapa metode ini banyak digunakan karena metode ini memiliki keunggulan berupa proses laminasi yang paling mudah dan sederhana serta alat dan bahan yang mudah didapatkan.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara untuk mengoptimalkan metode *hand lay up* agar bisa mendapat hasil yang maksimal ?.
2. Bagaimana metode press bisa mendapatkan hasil permukaan yang maksimal jika diberikan variasi waktu dan variasi lapisan material *fiberglassnya* ?
3. Bagaimana menemukan hasil yang terbaik dari beberapa variasi saat dilakukan pengujian tarik, pengujian tekuk, pengujian kerataan permukaan?

METODE

Diagram Alir Penelitian



METODE

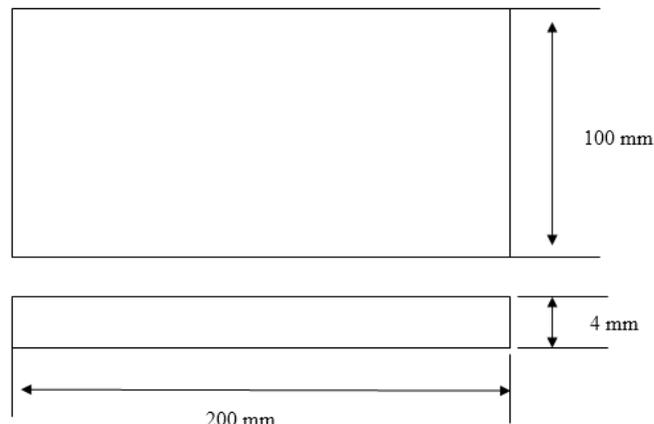
Studi Literatur



METODE

Metode *Press* Pada Pembuatan Material komposit

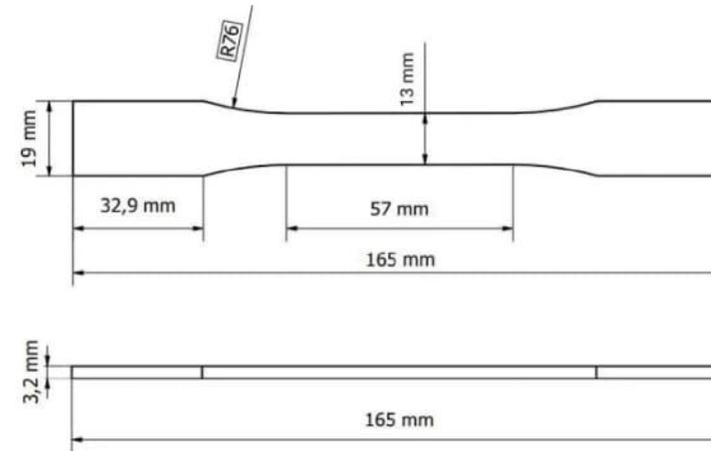
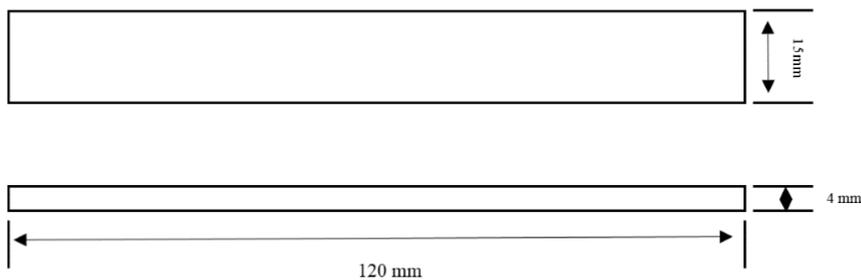
Pada proses pembuatan material komposit yang menggunakan metode dasar *hand lay up* serta di tambah dengan pemberian *press* saat pembuatan material komposit sesuai dengan memiliki tujuan agar material komposit tersebut bisa mengurangi kekurangan dari metode *hand lay up* yaitu permukaan yang kurang rata. Ukuran dari material komposit sendiri menggunakan 20 cm x 10 cmm dengan tebal 0,4 cm seperti pada



METODE

Desain Spesimen Uji tarik dan Spesimen Uji tekuk

Uji tarik pada plastik menurut ASTM D638 membantu menentukan sifat mekanik penting, termasuk tegangan tarik, regangan, modulus tarik, kekuatan tarik. Pengujian tarik ini menggunakan ASTM D638 *Type I* dengan ukuran 165 mm x 19 mm x 3,2 mm, serta untuk Uji tekuk menggunakan standart ASTM D790 yang bertujuan mengetahui nilai dari tegangan dan modulus elastisitas nya. **Gambar 4.** Adalah rancangan gambar dari spesimen yang memiliki ukuran 120 mm x 15 mm x 4 mm.



METODE

Tabel Variasi Desain Spesimen

Pada variasi sendiri menggunakan 2 variasi yaitu variasi jumlah lapisan dan variasi waktu penekanan. Hal ini terdasi dari (8) yang mengatakan bahwa waktu kering dari pembuatan material komposit resin yaitu 3-5 jam dan menurut (9) lapisan yang digunakan bisa 2-5 lapisan, tetapi pada penelitian ini menggunakan 2-4 lapisan karena mempertimbangkan berat material komposit saat digunakan. Berikut ini adalah tabel variasi desain spesimen yang akan di gunakan pada penelitian kali ini

	Variasi Spesimen	Pengujian tarik (Mpa)	Pengujian tekuk (Mpa)	Pengujian kerataan permukaan
1.	2 lapisan Serat kaca dengan waktu 3 jam penekanan (2L 3J)			
1.	2 lapisan Serat kaca dengan waktu 4 jam penekanan (2L 4J)			
1.	2 lapisan Serat kaca dengan waktu 5 jam penekanan (2L 5J)			
1.	3 lapisan Serat kaca dengan waktu 3 jam penekanan (3L 3J)			
1.	3 lapisan Serat kaca dengan waktu 4 jam penekanan (3L 4J)			
1.	3 lapisan Serat kaca dengan waktu 5 jam penekanan (3L 5J)			
1.	4 lapisan Serat kaca dengan waktu 3 jam penekanan (4L 3J)			
1.	4 lapisan Serat kaca dengan waktu 4 jam penekanan (4L 4J)			
1.	4 lapisan Serat kaca dengan waktu 5 jam penekanan (4L 5J)			



METODE

Komposisi Material Komposit

- Volume Komposit

$$\begin{aligned}V &= P \times L \times T \\ &= 19 \text{ cm} \times 9 \text{ cm} \times 0,4 \text{ cm} \\ &= 68,4 \text{ Cm}^3\end{aligned}$$

- Volume Serat Kaca yang dibutuhkan

$$V_s = P \times L \times T_s \times \text{Lapisan serat}$$

$$V_s = 19 \text{ cm} \times 9 \text{ cm} \times 0,03 \text{ cm} \times 2/3/4 \text{ lapisan}$$

$$2 \text{ lapisan} = 10,26 \text{ Cm}^3$$

$$3 \text{ lapisan} = 15,39 \text{ Cm}^3$$

$$4 \text{ lapisan} = 20,52 \text{ Cm}^3$$

- Massa Serat kaca yang dibutuhkan

$$m = \rho_b \times V_s$$

$$2 \text{ lapisan} : 1,5 \text{ gram} \times 10,26 \text{ Cm}^3 = 15,39 \text{ gram}$$

$$3 \text{ lapisan} : 1,5 \text{ gram} \times 15,39 \text{ Cm}^3 = 23,085 \text{ gram}$$

$$4 \text{ lapisan} : 1,5 \text{ gram} \times 20,52 \text{ Cm}^3 = 30,78 \text{ gram}$$

Volume Resin + Hardener yang dibutuhkan

$$V \text{ Resin + hardener} = V - V_s$$

$$2 \text{ lapisan} = 58,14 \text{ Cm}^3$$

$$3 \text{ lapisan} = 53,01 \text{ Cm}^3$$

$$4 \text{ lapisan} = 47,88 \text{ Cm}^3$$

Massa Resin + Hardener yang dibutuhkan

$$M = \rho_m \times V \text{ (resin + hardener)}$$

$$2 \text{ lapisan} = 69,768 \text{ gram}, 3 \text{ lapisan} = 63,612 \text{ gram}, 4 \text{ lapisan} = 57,456 \text{ gram}$$



METODE

Proses Pembuatan Material Komposit



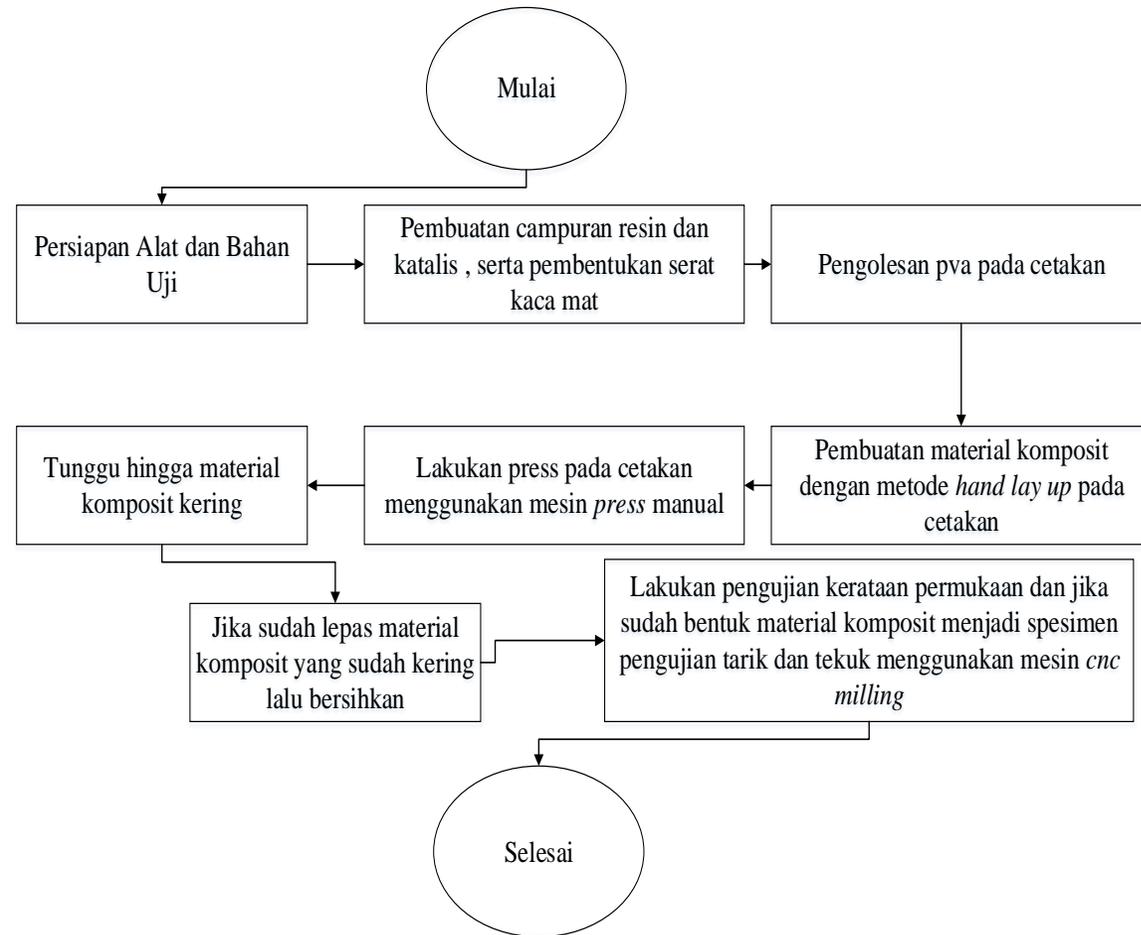
METODE

Proses Pembuatan Material Komposit



METODE

Proses Pembuatan Material Komposit



HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian Tarik

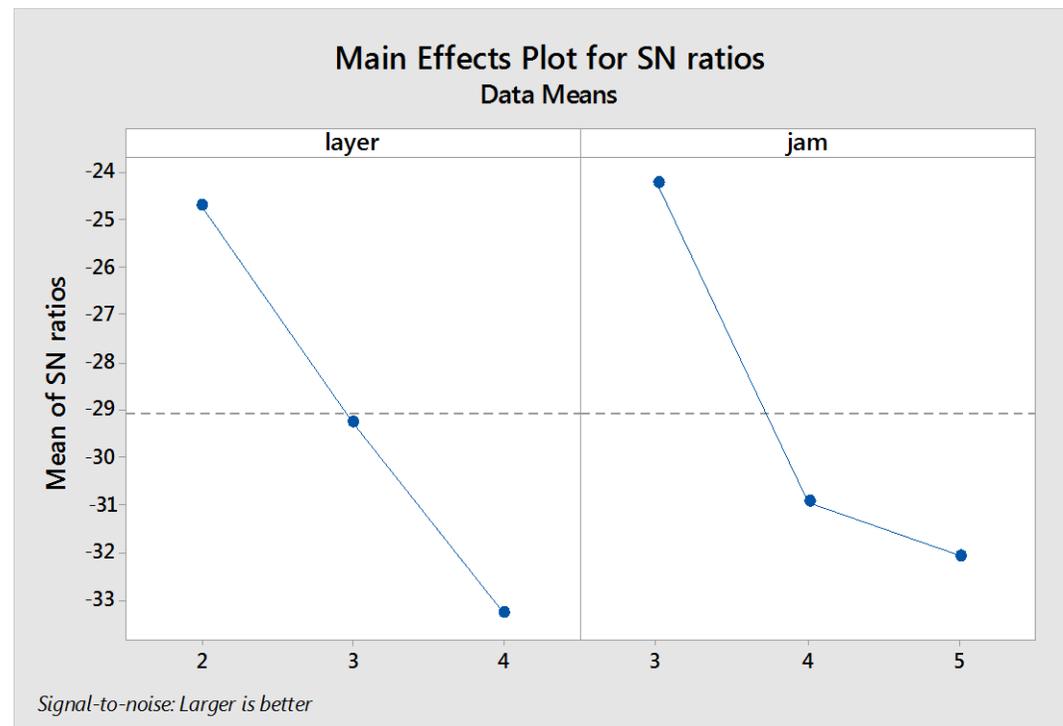
Berikut ini hasil dari pengujian serta perhitungan dari pengujian tarik :

	Tegangan (σ)		Regangan (ϵ)		Modulus Elastisitas (GPa)
	True Stress (MPa)	Stress Engineer	True Strain	Strain Engineer	
2L-3J	50,330	49,028	0,032	0,033	1572,813
2L-4J	34,427	33,562	0,032	0,033	1075,844
2L-5J	28,537	27,966	0,023	0,024	1240,739
3L-3J	52,255	49,164	0,066	0,071	791,742
3L-4J	24,725	24,517	0,014	0,015	1766,071
3L-5J	30,964	30,647	0,014	0,015	2211,714
4L-3J	40,627	40,200	0,013	0,013	3125,154
4L-4J	53,936	53,227	0,017	0,017	3172,706
4L-5J	13,398	13,258	0,016	0,016	837,375



HASIL DAN PEMBAHASAAN

grafik *Main Effects Plot* untuk rasio SN di atas, dengan parameter "*larger is better*" , optimalisasi jumlah layer dan jam yang menghasilkan rasio SN tertinggi adalah layer 2 dan jam 3.



HASIL DAN PEMBAHASAAN

Analisa data

Dari tabel analisis varians dua tabel untuk *true stress*, faktor "jam" (durasi penekanan) memberikan kontribusi terbesar sebesar 55,28% dengan P-Value 0,196, sedangkan "layer" hanya memberikan kontribusi sebesar 0,88% dengan P-Value 0,961. Untuk true strain, faktor "jam"(durasi penekanan) juga memiliki kontribusi terbesar sebesar 45,23% dengan P-Value 0,143, sementara "layer" (lapisan *fiberglass*) memberikan kontribusi sebesar 27,24% dengan P-Value 0,253. Meskipun faktor "jam" memiliki kontribusi terbesar dalam kedua kasus. Sebagian besar variansi dijelaskan oleh *error*, menunjukkan adanya faktor lain yang mempengaruhi hasil yang tidak terukur dalam model ini.

Tabel 5. Analisa Varian menurut *True stress*

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
layer	2	0,1475	0,88%	0,1475	0,07375	0,04	0,961
jam	2	9,2538	55,28%	9,2538	4,62690	2,52	0,196
Error	4	7,3400	43,84%	7,3400	1,83499		
Total	8	16,7413	100,00%				

Tabel 6. Analisa Varian Menurut *True Strain*

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
layer	2	0,001581	27,24%	0,001581	0,000791	1,98	0,253
jam	2	0,002626	45,23%	0,002626	0,001313	3,29	0,143
Error	4	0,001599	27,53%	0,001599	0,000400		
Total	8	0,005806	100,00%				

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian Tekuk

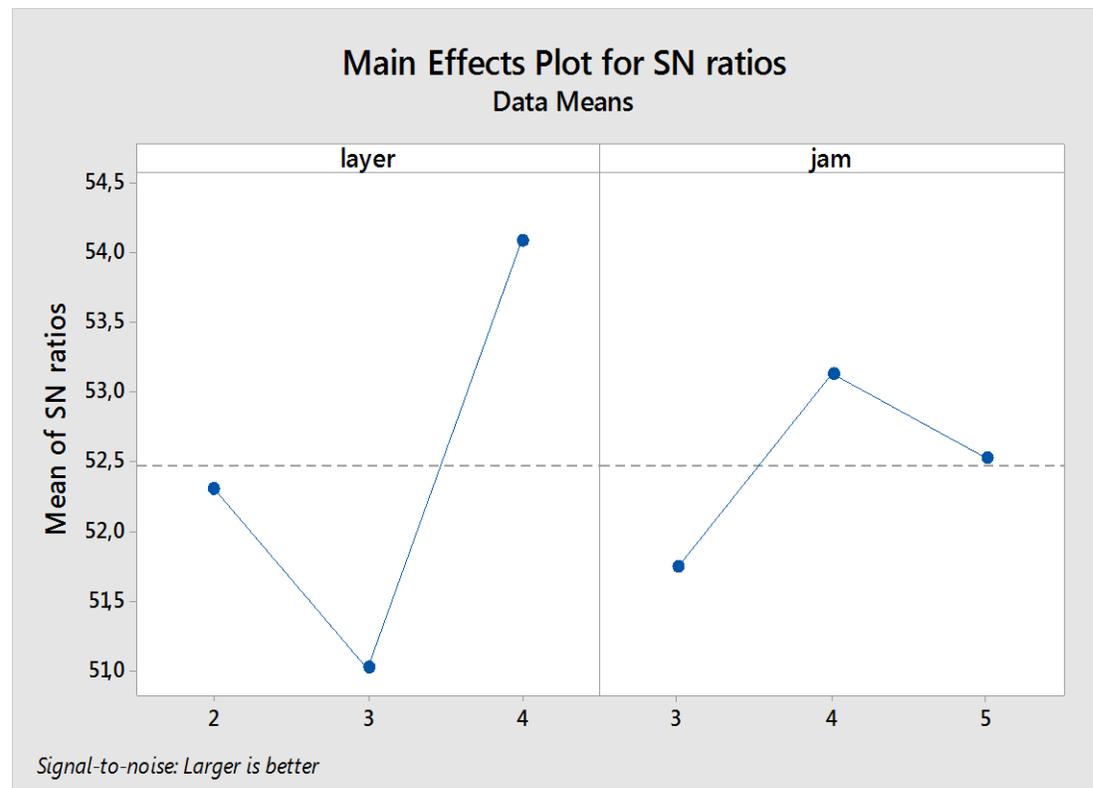
Berikut ini hasil dari pengujian serta perhitungan dari pengujian tekuk :

Parameter	Tegangan	Modulus Elastisitas (MPa)
2L-3J	384	3753.662
2L-4J	268	3751.749
2L-5J	243	3747.106
3L-3J	247	3743.358
3L-4J	237	3752.967
3L-5J	272	3748.277
4L-3J	217	3742.440
4L-4J	526	3749.554
4L-5J	408	3748.277



HASIL DAN PEMBAHASAAN

Berdasarkan grafik *Main Effects Plot* untuk rasio SN di atas, dengan parameter "*large is better*", optimalisasi jumlah layer dan jam yang menghasilkan rasio SN tertinggi adalah layer 4 dan jam 4.



HASIL DAN PEMBAHASAAN

Analisa data

Sesuai dengan data dari 2 tabel tersebut analisis varians menurut tegangan, faktor "layer" memberikan kontribusi terbesar sebesar 30,64% dengan P-Value 0,452, sedangkan "jam" memberikan kontribusi sebesar 6,46% dengan P-Value 0,822. Sebagian besar variansi dijelaskan oleh *error* (62,91%). Untuk analisis varians menurut modulus elastisitas, faktor "jam" memiliki kontribusi terbesar sebesar 31,48% dengan P-Value 0,363, sementara "layer" memberikan kontribusi sebesar 20,84% dengan P-Value 0,484. Sebagian besar variansi juga dijelaskan oleh *error* (47,68%). Meskipun kontribusi terbesar dalam kedua analisis berasal dari faktor "layer" untuk tegangan dan faktor "jam" untuk modulus elastisitas.

Tabel 5. Analisa Varian menurut Tegangan

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
layer	2	26765	30,64%	26765	13382	0,97	0,452
jam	2	5642	6,46%	5642	2821	0,21	0,822
Error	4	54957	62,91%	54957	13739		
Total	8	87364	100,00%				

Tabel 6. Analisa Varian Menurut Modulus Elastisitas

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
layer	2	25,71	20,84%	25,71	12,86	0,87	0,484
jam	2	38,84	31,48%	38,84	19,42	1,32	0,363
Error	4	58,84	47,68%	58,84	14,71		
Total	8	123,39	100,00%				

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian Tekuk

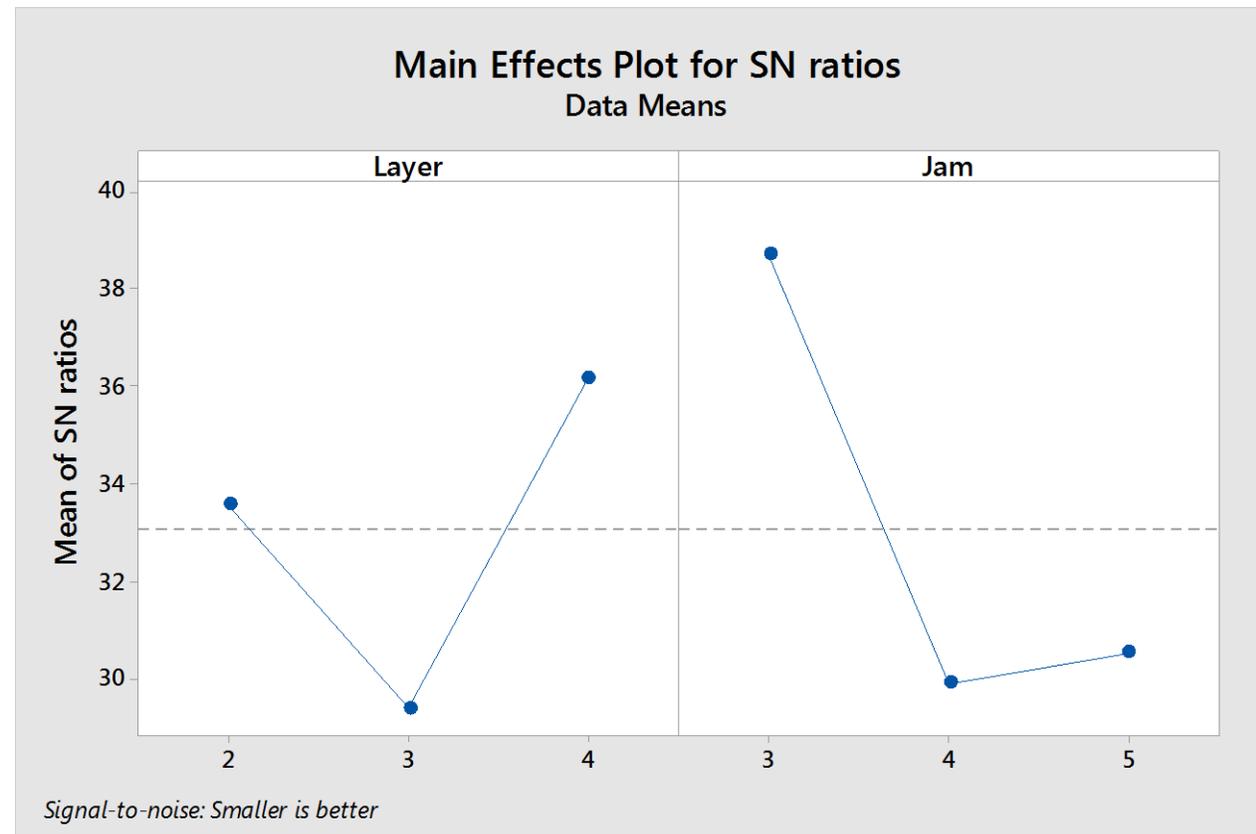
Berikut ini hasil dari pengujian kerataan permukaan :

Parameter	Koordinat awal		koordinat tengah		koordinat akhir	
	X	Y	X	Y	X	Y
2L-3J	0	0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
2L-4J	0	0	-0,1	-0,1	0,23	-0,05
2L-5J	0	0	-0,1	-0,1	0,44	-0,1
3L-3J	0	0	-0,1	-0,1	0,85	-0,1
3L-4J	0	0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
3L-5J	0	0	-0,1	-0,1	0,45	-0,1
4L-3J	0	0	-0,1	-0,1	-0,1	0,15
4L-4J	0	0	-0,1	-0,1	0,03	-0,1
4L-5J	0	0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,37



HASIL DAN PEMBAHASAAN

Berdasarkan grafik *Main Effects Plot* untuk rasio SN di atas, dengan parameter "*Smaller is better*", optimalisasi jumlah layer dan jam yang menghasilkan rasio SN terendah adalah 3 layer dan 4 jam penekanan.



HASIL DAN PEMBAHASAAN

Analisa data

Berikut adalah analisa data berdasarkan tabel analisis varians di atas: Analisis Varians menunjukkan kontribusi dari masing-masing faktor terhadap kerataan permukaan. Faktor Layer memiliki kontribusi sebesar 25,40% dengan nilai F-Value sebesar 1,42 dan P-Value sebesar 0,342. Sementara itu, faktor Jam memiliki kontribusi sebesar 38,77% dengan nilai F-Value sebesar 2,16 dan P-Value sebesar 0,231. Sebagian besar variabilitas (35,82%) dijelaskan oleh kesalahan pengukuran. Oleh karena itu, berdasarkan hasil ini, tidak terdapat bukti yang cukup untuk menyimpulkan adanya perbedaan yang signifikan dalam kerataan permukaan antara lapisan dan jam yang digunakan.

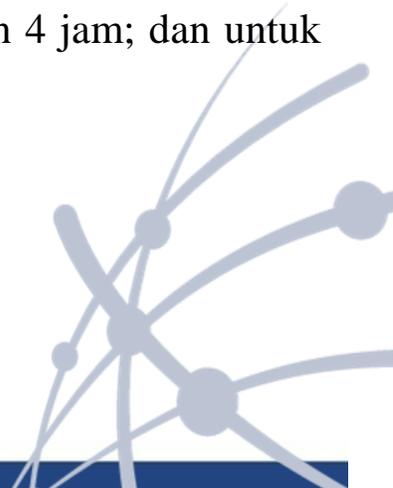
Tabel Analisa Varian menurut Hasil Pengukuran Kerataan Permukaan

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Layer	2	0,000808	25,40%	0,000808	0,000404	1,42	0,342
Jam	2	0,001234	38,77%	0,001234	0,000617	2,16	0,231
Error	4	0,001140	35,82%	0,001140	0,000285		
Total	8	0,003182	100,00%				



KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data hasil pengujian tarik, tekuk, dan kerataan permukaan, faktor "jam" (durasi penekanan) memiliki kontribusi terbesar dalam variasi true stress dan true strain pada pengujian tarik, dengan nilai P-Value masing-masing sebesar 0,196 dan 0,143. Dalam pengujian tekuk, faktor "layer" (lapisan *Fiberglass*) memberikan kontribusi terbesar terhadap tegangan (30,64%) dengan P-Value 0,452, sementara faktor "jam" (durasi penekanan) lebih berpengaruh pada modulus elastisitas (31,48%) dengan P-Value 0,363, meskipun pengaruh keduanya tidak signifikan. Pada pengujian kerataan permukaan, baik faktor "layer" maupun "jam" tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap hasil kerataan, dengan P-Value masing-masing sebesar 0,342 dan 0,231. Optimalisasi menunjukkan bahwa untuk pengujian tarik, jumlah layer dan jam terbaik adalah 2 layer dan 3 jam; untuk pengujian tekuk adalah 4 layer dan 4 jam; dan untuk pengujian kerataan permukaan adalah 3 layer dan 4 jam dengan rasio SN terendah.



REFERENSI

1. Diana L, Safitra AG, Ariansyah MN. Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer. 2020;4(2):59–67.
2. Nugroho WT. Pengaruh Model Serat Pada Bahan Fiberglass Terhadap Kekuatan, Ketangguhan, Dan Kekerasan Material. 2015;15(1):1–6.
3. Vokasi JT. Design and manufacture of electric car bodies using fiberglass with the method . hand lays up. 2021;9(1):49–54.
4. Setyanto RH. Review : Teknik Manufaktur Komposit Hijau dan Aplikasinya. 2012;11(1):9–18.
5. Ardhy S, , Meiki Eru Putra I. Pembuatan Kapal Nelayan Fiberglass Kota Padang Dengan Metode Hand Lay Up. 2019;2(1).
6. Yani M, Suroso B. Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU Jurnal Rekayasa Material , Manufaktur dan Energi FT-UMSU. 2019;2(2):150–7.
7. Milya R, Nabawi RA, Mesin JT, Teknik F, Padang UN, Tawar KA, et al. Pengaruh Persentase Resin Dan Katalis Terhadap Kekuatan. 2022;4(3):78–83.
8. Sucahyono AE. Pemanfaatan Resin Sebagai Media Tempel Untuk Kerajinan Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa) Utilization of Resin as a Medium Attachment for Blood Shell (Anadara granosa) Crafts.
9. Fadilah R, Widyaputra G, Studi P, Mesin T, Teknik F, Buana UM. Analisis kekuatan tarik dan struktur mikro material komposit pada body mobil listrik prosoe kmhe 2019 1. 2020;09(2).
10. Teknik J, Perkapalan S, Kelautan FT. Potensi serat daun nanas sebagai alternatif bahan komposit pengganti fiberglass pada pembuatan lambung kapal. 2017;

