

Pengaruh Variasi Waktu dan Jumlah Lapisan Fiberglass dalam Proses Pembuatan Material Komposit Terhadap Kekuatan Tarik, Tekuk dan Kerataan Permukaan

Dimas Sunu Purwohadi¹, Mulyadi^{2*}, Iswanto³

*Email corresponding author: mulyadi@umsida.ac.id

^{1,2,3}Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Article history: Received: 26 Mei 2025 | Revised: 3 Juni 2025 | Accepted: 4 Juni 2025

Abstract. *This research explores the production of fiberglass composite materials using an open mold process with pressing, aiming to overcome the uneven surfaces often produced by the hand lay-up method. Conducted in the Mechanical Engineering laboratories of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) and Politeknik Negeri Malang, the study tested specimens using tensile testing (ASTM D638 Type I) and flexural testing (ASTM D790), along with surface flatness measurement via a dial indicator. The research varied the number of fiberglass layers (2, 3, and 4) and the pressing duration (3, 4, and 5 hours). Tensile tests showed the best stress and strain with 2 layers of fiberglass and 3 hours of pressing, with the "hours" factor contributing 55.28% to true stress and 45.23% to true strain. Flexural tests indicated the best stress and modulus of elasticity with 4 layers of fiberglass and 4 hours of pressing, with the "hours" factor contributing 31.48% to the modulus of elasticity. Optimal surface flatness was achieved with 3 layers of fiberglass and 4 hours of pressing, with the "hours" factor contributing 38.77%. Optimizing process parameters is essential for improving the quality of molded products and provides a foundation for developing a more efficient pressing method in future composite material production.*

Keywords - Composite, press method, tensile test, bending test, surface flatness

Abstrak. *Penelitian ini mengeksplorasi metode pembuatan material komposit fiberglass menggunakan proses cetakan terbuka dengan metode press. Metode ini diharapkan dapat mengatasi kekurangan dari metode hand lay-up, yang sering menghasilkan permukaan yang kurang rata. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) dan Politeknik Negeri Malang. Spesimen diuji dengan metode tarik (ASTM D638 Type I) dan tekuk (ASTM D790), serta kerataan permukaan menggunakan alat ukur dial indicator. Variasi penelitian mencakup jumlah lapisan fiberglass (2, 3, dan 4 lapisan) dan durasi penekanan (3, 4, dan 5 jam). Hasil uji tarik menunjukkan tegangan dan regangan terbaik pada 2 lapisan serat kaca dan 3 jam penekanan, dengan kontribusi faktor "jam" (durasi penekanan) sebesar 55,28% untuk true stress dan 45,23% untuk true strain. Uji tekuk menunjukkan tegangan dan modulus elastisitas terbaik pada 4 lapisan serat kaca dan 4 jam penekanan, dengan kontribusi faktor "jam" (durasi penekanan) sebesar 31,48% untuk modulus elastisitas. Pengujian kerataan permukaan optimal pada 3 lapisan serat kaca dan 4 jam penekanan, dengan kontribusi faktor "jam" (durasi penekanan) sebesar 38,77. Optimalisasi parameter proses sangat diperlukan untuk meningkatkan kualitas hasil cetakan, serta memberikan dasar bagi pengembangan metode press yang lebih efisien dalam produksi material komposit selanjutnya.*

Kata Kunci - Komposit, metode press, uji tarik, uji tekuk, kerataan permukaan

PENDAHULUAN

Komposit adalah sistem material multi fasa yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material dengan sifat yang berbeda [1]. Komposit terdiri dari serat dan matriks. Serat berfungsi sebagai material rangka yang menyusun komposit. Sedangkan matriks berfungsi untuk merekatkan serat dan menjaganya agar tidak berubah posisi [2, 3]. Salah satu material komposit yaitu kaca serat atau serat gelas dalam bahasa Indonesia, 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. memiliki banyak kegunaan, termasuk pembuatan kapal, mobil, akuarium, atap, pipa, pelapis, dan banyak lagi [4, 5].

Penggunaan material komposit, khususnya, telah menjadi tren yang menarik dalam industri pembuatan bodi mobil. menawarkan kekuatan yang tinggi, kemampuan untuk dibentuk dengan mudah, serta memiliki sifat tahan terhadap korosi, sehingga menjadi pilihan menarik untuk digunakan dalam pembuatan bodi mobil [6]. Selain itu Penggunaan bahan memungkinkan kendaraan lebih hemat konsumsi bahan bakarnya karena beban bodi yang lebih ringan [7].

Secara umum metode pembuatan material komposit yang terdiri dari atas dua cara, yaitu : a) Proses Cetakan Terbuka (open-mold process), b) Proses Cetakan Tertutup (closed mold processes). Proses cetakan terbuka terdiri dari 5 jenis metode yaitu 1. Contact molding/ hand lay up, 2. Vacuum bag, 3. Pressure bag, 4. Spray-up, 5. Filament winding. Sedangkan proses cetakan tertutup memiliki tiga jenis metode : 1. Proses cetakan tekan (compression molding), 2. Injection molding, 3. Continuous pultrusion [8]. Metode yang paling sering digunakan yaitu metode hand lay up. Alasan metode hand lay up sering digunakan karena Metode ini adalah metode laminasi yang paling mudah dan sederhana [9]. Selain itu metode ini juga tidak memerlukan banyak alat untuk dilakukan. Namun, dibalik kemudahan tersebut metode hand lay up juga memiliki kekurangan juga. Menurut [10] pembuatan material komposit menggunakan metode hand lay up memiliki permukaan yang kasar serta laminasi resin yang tidak merata. Hal ini pasti akan menimbulkan kurang efektif dalam pada proses pengerjaan karena perlu melakukan proses finishing yang cukup lama. Selain metode yang digunakan. komposisi antara resin dan katalis dalam pembuatan material komposit juga harus diperhatikan. Karena hal tersebut bisa juga mempengaruhi terhadap kualitas hasil dari produk komposit itu sendiri. Menurut [11] komposisi terbaik pada campuran resin yang disertai katalis berada pada kandungan resin 98,5% dan kandungan katalis 1,5%.

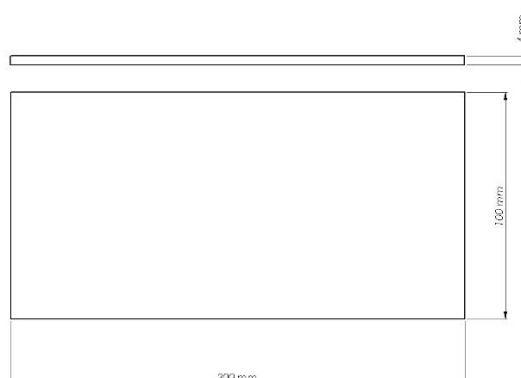
Pada penelitian kali ini penulis akan bereksperimen menggunakan proses cetakan terbuka (open-mold process) dengan metode press. Metode ini menggunakan metode dasar hand lay up tetapi dengan tambahan tekanan agar bentuk material menjadi lebih sesuai dengan desain yang telah di tentukan. Proses ini memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi produksi serta memungkinkan pengembangan bodi mobil yang lebih ringan, kuat, dan efisien secara energi. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang penggunaan material komposit seperti melalui metode press dengan dasar metode hand lay up penulis berharap hasil dari penelitian ini memberikan sebuah inovasi metode baru yang bisa memberikan solusi bagi metode hand lay up yang memiliki kekurangan berupa permukaan komposit yang kurang halus dan rata.

METODE

Pada penelitian dan pengujian yang di lakukan di laboratorium teknik mesin UMSIDA dan laboratorium teknik mesin Politeknik Negri Malang dengan tujuan mendapatkan hasil uji yang terbaik dari spesimen uji tarik, uji bending serta kerataan permukaan pada material komposit dengan pembuatan menggunakan metode press. Adapun alur yang digunakan pada penelitian ini yaitu mulai dari studi literatur yang memiliki tujuan sebagai dasar dari penelitian sebelum melanjutkan pada tahap persiapan alat dan bahan pembuatan spesimen, pembuatan spesimen dengan metode press, pengujian kekuatan tarik tekuk serta kerataan permukaan. Jika tahap sebelumnya selesai analisa data akan dilakukan untuk memperoleh hasil dari penelitian tersebut. Semua tahapan tersebut dilakukan secara sistematis dan runtut agar diperoleh hasil yang diinginkan.

Metode Press pada 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 Gambar 2. 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 cm dengan tebal 0,4 cm seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Ukuran awal material komposit sebelum dibentuk menjadi spesimen



Gambar 2. Alat press yang digunakan saat membuat material komposit

Komposisi, Alat dan Bahan yang Digunakan pada Material Komposit

Komposisi yang digunakan pada material komposit sendiri untuk campuran resin dan katalis ada diangka 98,5% (Resin) dan 1,5% (katalis) [11]. Untuk penggunaan alat dan bahan sebagai berikut:

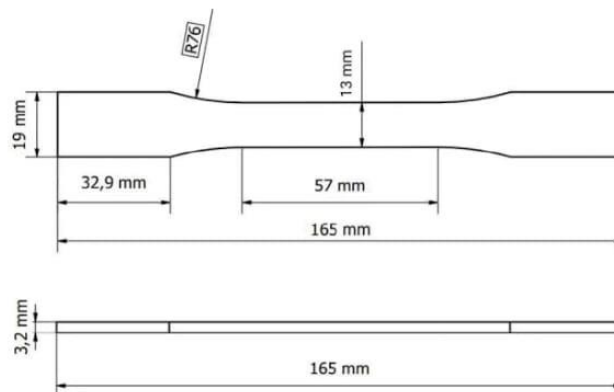
1. Resin
2. Katalis
3. Alat press Manual
4. Pva
5. Plat Besi ukuran 20 x 10 (cetakan)
6. Pipa besi
7. Dial indicator
8. Serat kaca mat
9. Alat uji tarik dan tekuk universal

Standar Uji dan Variasi

Penelitian ini melakukan beberapa uji dan menggunakan 2 variasi. Pada Uji tarik menggunakan ASTM D638 Type I sedangkan Uji tekuk sendiri menggunakan ASTM D790. Untuk variasi pada penelitian ini menggunakan 2 variasi yaitu variasi pada lapisan material komposit dan variasi pada waktu pengepressan material komposit.

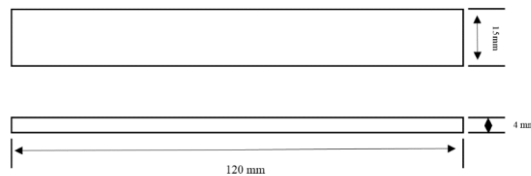
Uji Tarik ASTM D638 (Type I) dan Uji Tekuk ASTM D790

Uji tarik pada plastik menurut ASTM D638 membantu menentukan sifat mekanik penting, termasuk tegangan tarik, regangan, modulus tarik, kekuatan tarik [12, 13]. Pengujian tarik ini menggunakan ASTM D638 Type I dengan ukuran 165 mm x 19 mm x 3,2 mm sesuai dengan Gambar 3.



Gambar 3. Spesimen Uji Tarik ASTM D638 (Type I)

Sedangkan Pengujian tekuk yang berstandar dari 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.



Gambar 4. Spesimen Uji tekuk ASTM D790

Variasi Parameter Proses

Parameter proses dalam pembuatan material komposit biasanya terdiri dari beberapa level, yang masing-masing mewakili kondisi atau nilai tertentu yang bisa diterapkan selama proses produksi. Dalam kasus ini, ada tiga level parameter proses yang berbeda, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 [14]. Level-level ini mungkin mencakup variabel seperti suhu, tekanan, waktu pencampuran, kecepatan pengadukan, atau jenis bahan yang digunakan, tergantung pada spesifikasi dan tujuan dari material komposit yang akan dibuat.

Tabel 1. Variasi Parameter Proses

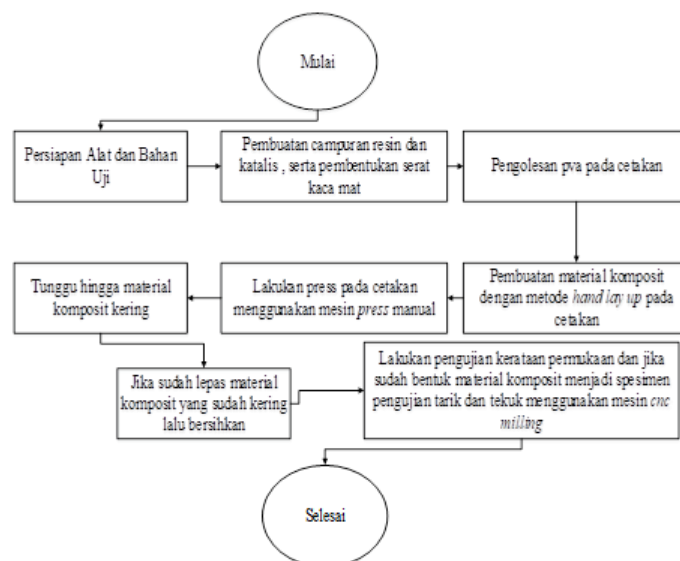
No	Jumlah Layer	Waktu Penekanan (Jam)
1	2	3
2	3	4
3	4	5

Dengan adanya tiga level untuk setiap parameter proses, metode eksperimental yang digunakan adalah metode desain faktorial. Metode ini memungkinkan peneliti untuk menguji semua kombinasi yang mungkin dari level-level tersebut. Dalam hal ini, dengan tiga level untuk setiap parameter, terdapat kombinasi sebanyak $3 \times 3 = 9$ variasi proses yang berbeda [15]. Masing-masing variasi ini merupakan pasangan eksperimen yang harus dijalankan untuk memahami pengaruh setiap kombinasi parameter terhadap hasil akhir material komposit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pembuatan Spesimen Komposit

Proses Pembuatan komposit mengikuti diagram alir seperti pada Gambar 5. Serta Hasil dari pembuatan material komposit seperti pada Gambar 6. Proses ini dilakukan secara cermat dan memperhatikan setiap detail agar hasil dari material komposit tersebut tidak terjadi kecacatan dalam pembuatan nya.



Gambar 5. Proses pembuatan Material komposit



Gambar 6. Material komposit hasil cetak

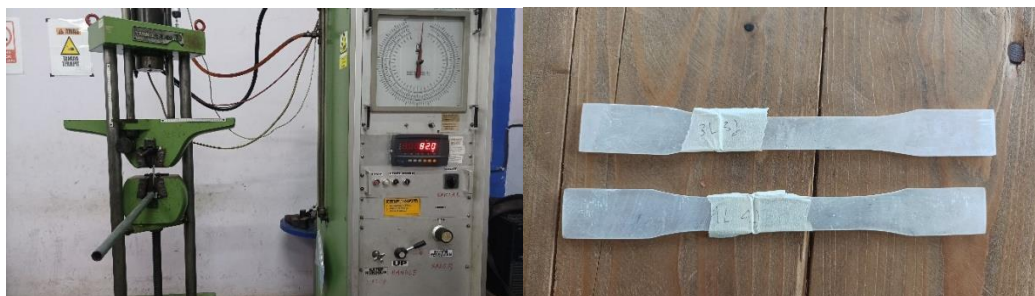
Data Hasil Pengujian dan Analisa Data

Pengujian Tarik Serta Analisa Data

Berikut ini hasil dari pengujian serta perhitungan dari pengujian tarik. Dapat diketahui bahwa hasil terbaik menurut perhitungan modulus elastisitas terdapat pada spesimen 4L 4J serta spesimen dengan nilai modulus terendah yaitu 3L 3J.

Tabel 2. Hasil pengujian tarik

No.	Layer	Waktu Penekanan	Tegangan (σ)		Regangan (ϵ)		Modulus Elastisitas (GPa)
			True Stress (MPa)	Stress Engineer	True Strain	Strain Engineer	
1.	2L	3J	50,330	49,028	0,032	0,033	1572,813
2.	2L	4J	34,427	33,562	0,032	0,033	1075,844
3.	2L	5J	28,537	27,966	0,023	0,024	1240,739
4.	3L	3J	52,255	49,164	0,066	0,071	791,742
5.	3L	4J	24,725	24,517	0,014	0,015	1766,071
6.	3L	5J	30,964	30,647	0,014	0,015	2211,714
7.	4L	3J	40,627	40,200	0,013	0,013	3125,154
8.	4L	4J	53,936	53,227	0,017	0,017	3172,706
9.	4L	5J	13,398	13,258	0,016	0,016	837,375



Gambar 7. Hasil Spesimen uji kekuatan tarik setelah di lakukan Pengujian

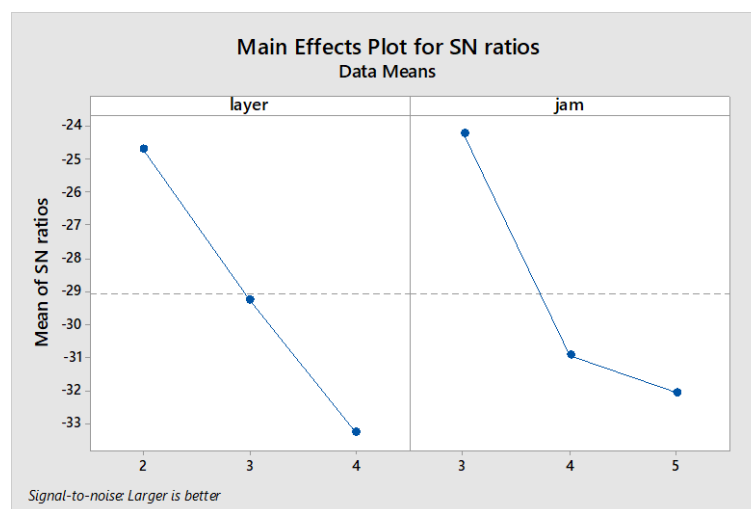
Tabel 3. Analisa Varian menurut True stress

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 4. 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%				

Dari tabel analisis varians diatas, untuk true stress, faktor "jam" 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" juga memiliki kontribusi terbesar sebesar 45,23% dengan P-Value 0,143, sementara "layer" 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.



Gambar 8. Grafik SN ratio Pengujian tarik

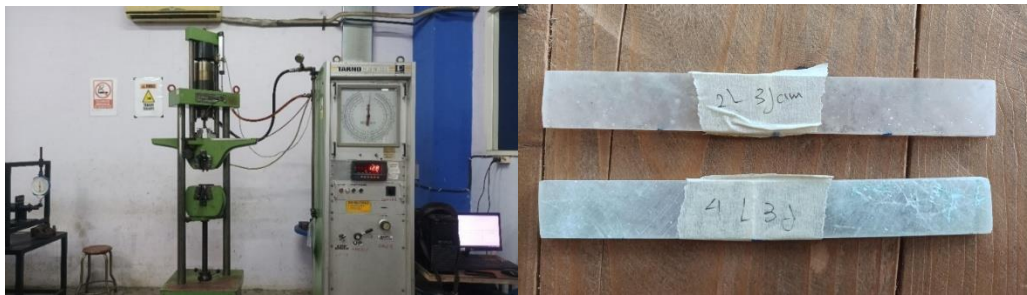
Berdasarkan Gambar 8. grafik Main Effects Plot untuk rasio SN di atas, dengan parameter "larger is better" , optimalisasi jumlah layer dan jam yang menghasilkan rasio SN tertinggi adalah layer 2 dan jam 3.

Pengujian Tekuk Serta Analisa Data

Sesuai dengan Tabel 3. Didapatkan hasil pengujian tekuk (Bending) dengan nilai modulus elastisitas terbaik ada pada spesimen 2L 3J dan nilai terenda ada pada 4L 3J.

Tabel 5. Hasil pengujian tekuk

No.	Layer	Waktu Penekanan	Tegangan (MPa)	Modulus Elastisitas (MPa)
1.	2L	3J	384	3753.662
2.	2L	4J	268	3751.749
3.	2L	5J	243	3747.106
4.	3L	3J	247	3743.358
5.	3L	4J	237	3752.967
6.	3L	5J	272	3748.277
7.	4L	3J	217	3742.440
8.	4L	4J	526	3749.554
9.	4L	5J	408	3748.277



Gambar 9. Hasil spesimen uji kekuatan tekuk setelah dilakukan Pengujian

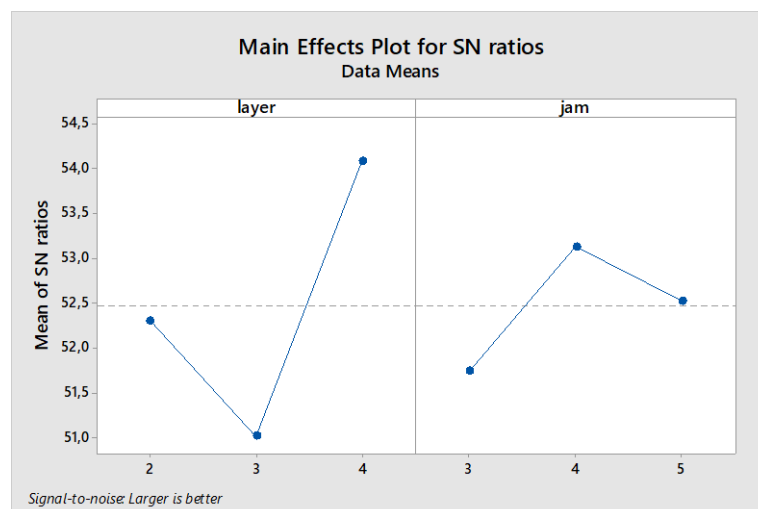
Sesuai dengan data dari 2 tabel analisis varians, menurut tegangan, faktor "layer" memberikan kontribusi terbesar sebesar 30,64% dengan P-Value 0,452, sedangkan "jam" memberikan kontribusi sebesar 6,46% dengan P-Value 0,822. Sebagian besar variansi dijelaskan oleh error (62,91%). Untuk analisis varians 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 6. 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 7. 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%				



Gambar 10. Grafik SN ratio Pengujian tekuk

Berdasarkan Gambar 10. 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.

Pengujian Kerataan Permukaan Serta Analisa Data

Pada pengujian kerataan permukaan yang menggunakan alat ukur dial indicator sendiri mendapatkan hasil data sebagaimana disajikan tabel 8 berikut:

Tabel 8. Hasil pengujian kerataan permukaan

No.	Layer	Waktu Penekanan (Jam)	Koordinat awal		koordinat tengah		koordinat akhir	
			X	Y	X	Y	X	Y
1.	2L	3J	0	0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
2.	2L	4J	0	0	-0,1	-0,1	0,23	-0,05
3.	2L	5J	0	0	-0,1	-0,1	0,44	-0,1
4.	3L	3J	0	0	-0,1	-0,1	0,85	-0,1
5.	3L	4J	0	0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
6.	3L	5J	0	0	-0,1	-0,1	0,45	-0,1
7.	4L	3J	0	0	-0,1	-0,1	-0,1	0,15
8.	4L	4J	0	0	-0,1	-0,1	0,03	-0,1
9.	4L	5J	0	0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,37

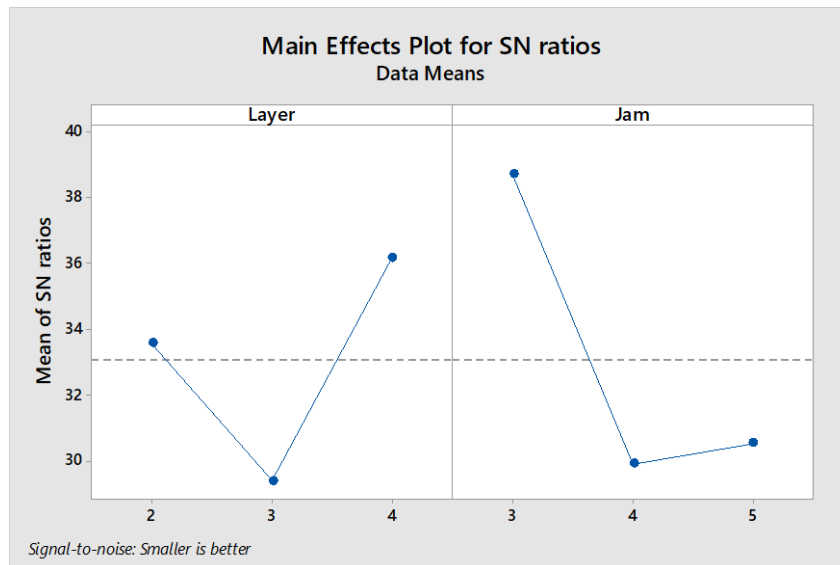


Gambar 11. Pengujian kerataan permukaan menggunakan alat ukur dial indikator

Berikut adalah analisa data berdasarkan tabel 9, 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 9. Analisa Varian Menurut Hasil Pengukuran Kerataan Permukaan

<i>Analysis of Variance</i>							
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%				



Gambar 12. Grafik SN ratio Pengujian kerataan permukaan

Berdasarkan Gambar 12. 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.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data hasil pengujian tarik, tekuk, dan kerataan permukaan, faktor "jam" 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" memberikan kontribusi terbesar terhadap tegangan (30,64%) dengan P-Value 0,452, sementara faktor "jam" 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. Sebagian besar variabilitas hasil dalam semua pengujian lebih dipengaruhi oleh kesalahan pengukuran atau faktor lain yang tidak terukur dalam model ini. 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] Widodo, E. & Iswanto, Buku Ajar Mekanika Komposit dan Bio-Komposit, UMSIDA PRESS, 2022.
- [2] Diana L, Safitra AG, Ariansyah MN. Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer. 2020;4(2):59–67.
- [3] P. H. Tjahjanti, et al. Study of Crack Connections in Materials Composite Based on Polymer, 2020, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering **874** 012026
- [4] Nugroho WT. Pengaruh Model Serat Pada Bahan Fiberglass Terhadap Kekuatan, Ketangguhan, Dan Kekerasan Material. 2015;15(1):1–6.
- [5] Tjahjanti, P. H., Iswanto, Widodo, E., & Pamuji, S. (2023). Examination of Thermoplastic Polymers for Splicing and Bending. In Nano Hybrids and Composites (Vol. 38, pp. 87–97). Trans Tech Publications, Ltd. <https://doi.org/10.4028/p-8myjhn>
- [6] Seminar P, Sains N, Doi T, Teknik A, Latihan B, Surabaya K, et al. 117 | Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim. 2014;117–23.
- [7] Vokasi JT. Design and manufacture of electric car bodies using fiberglass with themethod . hand lays up. 2021;9(1):49–54.
- [8] Setyanto RH. Review : Teknik Manufaktur Komposit Hijau dan Aplikasinya. 2012;11(1):9–18.
- [9] Ardhy S, , Meiki Eru Putra I. Pembuatan Kapal Nelayan Fiberglass Kota Padang Dengan Metode Hand Lay Up. 2019;2(1).
- [10] 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.

- [11] 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.
- [12] Mesin JT, Pengajar S, Sidoarjo UM. Pengaruh Model Speciment Uji Tarik Pada Pengelasan Besi Fc-30 Di Lihat Dari Kekuatan Tarik Pengelasan. 2016;1(2):29–36.
- [13] Iswanto, dkk., Analisa perbandingan kekuatan hasil pengelasan TIG dan pengelasan MIG pada Aluminium 5083, Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2020, 9 (1)
- [14] 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.
- [15] Fadilah R, Widyaputra G, Studi P, Mesin T, Teknik F, Buana UM. Analisis kekuatan tarik dan struktur mikro material komposit pada body mobil listrik prosoc kmhe 2019 1. 2020;09(2).