

OPTIMASI PARAMETER *VACUUM ASSISTED RESIN INFUSION* PRODUK *FRONT TOP* TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN

Joey Valerian¹, Dedi Dwilaksana², Ahmad Syuhri², Digdo Listyadi S²,
M Dimiyati Nashrullah², Skriptyan Noor HS²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember

²Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Jember

*email: joeyvalerian19@gmail.com

ABSTRACT

The use of composite materials as a substitute for metal materials in the engineering field has become increasingly widespread not only in the field of transportation panels but also in other fields such as property and architecture because alternatives have the advantage of using composite materials to be lightweight, corrosion resistant and strong and can be designed as needed. One of the methods developed to manufacture composite polymers is resin infusion with vacuum assistance. This method is inversely compared to the non-vacuum method. The (VARI) process requires an airtight space in printing and can reduce the fouling effects that occur in non-vacuum processes such as causing a lack of optimal composite material properties. The Taguchi method is a methodology in the field of engineering which is very much aimed at improving a product quality in a time process while at the same time reducing costs and minimal resources. The Taguchi method is a product or process that is robust against noise, therefore this method is a robust design. In writing this research, I have experience in the process of making and researching carbon in body organization in the Mechanical Engineering University of Jember named Tawang Alun, here I will conduct research in analyzing the optimal parameters for the surface roughness characteristics of front cover products made of carbon fiber using a vacuum process. resin infusion aid. The factor that contributes the most to the surface roughness response is vacuum pressure with a contribution of 25.20%. For hardener factor contribution of 14.93% and coating factor of 23.77%. The contribution error that occurs is 36.09%. Each factor has a value contribution that is not too different. Based on the data and analysis results that have been obtained using the Taguchi method with the help of Minitab 19 and Microsoft Excel, it shows that the parameter of vacuum pressure has a significant influence on the results of surface roughness. While the hardener parameter has no significant effect on surface roughness, then the coating parameter has a significant effect on surface roughness. In the calculation of the F test, it can be concluded that the optimal factor parameters in making a front top with a small surface roughness value are 0.4 bar vacuum pressure, 60% hardener and PVAC coating.

Keywords: PVAC, vacuum, carbon fiber, resin

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam suatu kehidupan manusia dapat memunculkan penemuan baru. Dunia teknik material adalah salah satu dari segala bidang keteknikan menunjukkan perkembangan yang pesat. Mengingat material komposit yang saat ini banyak dikembangkan memiliki potensi dalam pengaplikasian dalam bidang otomotif, penerbangan, perkapalan. Terdapat variabel dalam teknik yang dapat dimodifikasi menyesuaikan kebutuhan rancangan tersebut untuk menciptakan suatu rancangan yang optimal dan efisien.

Klarifikasi komposit berdasarkan penyusunannya menjadi tiga perbedaan,

yang pertama adalah fibrous composite material (komposit serat) yang terdiri dua komponen penyusun yaitu matriks dan serat, kedua adalah Particulate composite material (komposit partikel) merupakan jenis komposit yang menggunakan partikel atau butiran sebagai pengisi dan ketiga adalah laminated composite material atau structural composite material (komposit berlapis) yang terdiri sekurang-kurangnya dua material yang berbeda dan direkatkan bersama (Firmansya dkk, 2022).

Metode pembuatan polimer komposit yang dikembangkan, salah satunya adalah *vacuum assisted resin infusion*. Pada metode

ini terbanding terbalik dengan metode non *vacuum*. Proses (VARI) membutuhkan ruang kedap udara dalam melakukan percetakan dan dapat mengurangi efek pengotoran yang banyak terjadi pada proses non *vacuum* seperti menimbulkan kurangnya optimalnya sifat material komposit (Saba, 2016).

Metode Taguchi suatu metodologi di bidang teknik yang sangat bertujuan memperbaiki suatu kualitas produk dalam proses waktu yang bersamaan menekan biaya dan sumber daya yang minimal. Metode Taguchi menjadi produk atau proses bersifat kokoh (*robust*) terhadap gangguan (*noise*), karenanya metode ini *robust design* (Irwan dan Haryano, 2015).

METODOLOGI

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, pada Workshop Tim Riset Mobil Hemat Energi yang berlokasi di jalan Slamet Riyadi, Baratan, Patrang. Penelitian ini dilaksanakan pada 10 Juni 2023 – selesai.

Alat dan Bahan

Pada penelitian ini, menggunakan alat dan bahan untuk menyelesaikan penelitian sebagai berikut :

- Alat uji kekasaran TR220
- Vakum tipe VE 160 $\frac{1}{2}$ pk
- Resin *bucket*
- Resin *trap*
- Pressure *gauge*
- Valve
- Epoxy resin
- Serat karbon 200 gsm
- Fiber glass
- Polyester resin
- Wax
- PVAC

Variabel Pengukuran

Pada variabel pengukuran penelitian ini menggunakan tiga variabel sebagai berikut :

- Variabel bebas yang digunakan pada tekanan vakuu yaitu 0,4 bar dan 0,8 bar, hardener 40% dan 60%, pelapis cetakan Wax dan PVAC
- Variabel terikat yang digunakan dipenelitian ini pada pengujian kekasaran permukaan.
- Variabel kontrol yang digunakan pada lapisan karbon dengan 2 lapis dan jenis karbon 200 gsm

Pelaksanaan Penelitian

- Mempersiapkan cetakan yang dibuat dari

fiber glass yang di campur dengan polyester resin, lakukan pengolesan wax pada permukaan cetakan lakukan peyemprotan lem pada permukaan cetakan, letakan serat karbon kedalam rongga cetakan, selanjutnya cetakan digabungkan dan di isolasi menggunakan isolasi dan lilin (plastisin).

- Lakukan pemasangan instansi peralatan VARI yaitu memasang selang yang menghubungkan resin bucket dengan inlet dan outlet sampai pada vacuum pump.
- Setelah dilakukan pemasangan instansi, kemudian menghidupkan pompa vacuum.
- Dilakukan penyesuaian tekanan dengan cara menutup saluran inlet dan mengatur katup kontrol. Pada saat pompa vacuum dalam keadaan hidup, saluran inlet ditutup kemudian mengatur bukaan katup kontrol untuk menyesuaikan tekanan, perhatikan jarum penunjuk pada manometer sampai bergerak menunjuk angka skala yang dibutuhkan.
- Menguji vakum, pada proses ini katup outlet ditutup dan mematikan pompa vakum untuk sementara, selanjutnya perhatikan jarum penunjuk pada manometer, apabila jarum penunjuk tidak bergerak, maka kondisi saluran dinyatakan vakum (tidak bocor).
- Pengisian resin bucket dengan resin, kemudian menghidupkan pompa vacuum membuka saluran inlet dan katup outlet, maka resin mengalir memasuki cetakan.
- Jika semua resin mulai masuk kedalam cetakan dan memenuhi rongga cetakan sampai tiba di outlet, kemudian saluran inlet dan katup outlet ditutup supaya tidak ada udara dari luar yang masuk kedalam cetakan. Bila ingin menghentikan proses ini dapat dilakukan dengan mematikan pompa vacuum.
- Setelah proses VARI selesai dan resin sudah mengeras selanjutnya cetakan dilakukan pembongkaran dan hasil proses VARI spesimen dikeluarkan dari cetakan.
- Dilakukan pengujian kekasaran permukaan pada front top.

Analisis Data

- Rasio S/N merupakan suatu analisis untuk mengetahui level faktor yang optimal pada hasil eksperimen.
- Analysis of Variance (ANOVA) Merupakan metode analisis data hasil penelitian yang bertujuan untuk mengetahui persentase pengaruh faktor terhadap respon penelitian.
- Persentase kontribusi berfungsi

menentukan perbandingan pengaruh tiap-tiap faktor dalam percobaan penelitian.

4. Uji F dilakukan untuk menentukan signifikan tidaknya pengaruh faktor terhadap respon.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kekasaran Permukaan

Hasil pengolahan data yang diperoleh menggunakan metode Taguchi dengan desain matriks ortogonal L4(4³) yang dilakukan 3 kali replikasi. Pada penelitian ini diasumsikan variabel terikat dipengaruhi dengan adanya variabel bebas. Faktor kendali atau parameter yang digunakan terdiri dari tekanan vacuum, hardener, pelapis yang masing masing menggunakan 2 level yaitu tekanan vacuum dengan 0,4 bar dan 0,8 bar, hardener sebesar 40% dan 60%, pelapis dengan menggunakan wax dan PVAC. Hasil kekasaran terbaik didapat pada eksperimen 2 replikasi pertama dengan hasil rata-rata kekasaran permukaan 1,730 μm dan kekasaran permukaan terburuk didapat pada eksperimen 1 replikasi ketiga dengan hasil rata-rata kekasaran permukaan 2,875 μm.

Perhitungan Rasio S/N

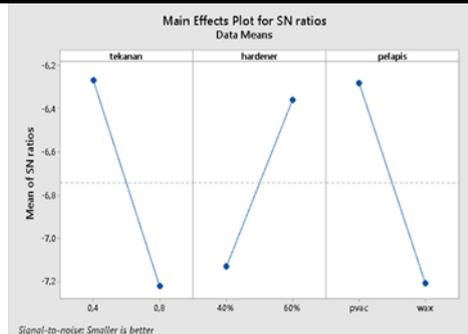
pada eksperimen ke 2 dengan tekanan 0,4 bar 60% berpelapis PVAC dan rata-rata tertinggi 2,454 μm pada eksperimen ke 3 dengan faktor tekanan vacuum 0,8 bar, hardener 40% berpelapis PVAC. S/N rasio dengan nilai tertinggi -7,37 dB pada eksperimen ketiga dengan faktor tekanan 0,8 bar, hardener 40% dan berpelapis PVAC. Nilai terendah -5,42 dB pada eksperimen kedua dengan faktor tekanan 0,4, hardener 60%, pelapis PVAC.

$$\bar{x} = \frac{\frac{S}{N} 1 + 2}{2}$$

$$\bar{x} = \frac{(-7,12) + (-5,42)}{2}$$

$$x = -6,27$$

Plot dari hasil rata-rata rasio S/N pada penelitian ini menggunakan tekanan, hardener, pelapis yang di tunjukkan pada Gambar 4.1.



Data dari setiap faktor yang dipengaruhi merupakan level data yang optimal. Maka dari itu, kombinasi paling optimal berdasarkan plot rasio S/N rata-rata yaitu pada tekanan 0,4 bar memiliki hasil -6,266, *hardener* 60% memiliki hasil -6,357 berpelapis -5,516.

Anova Kekasaran Permukaan

Hasil perhitungan ANOVA parameter dengan nilai F_value lebih besar dari pada F_tabel merupakan parameter yang berpengaruh terhadap penelitian ini. Penelitian ini menggunakan taraf signifikan sebesar 5%, sehingga untuk nilai F_tabel ditunjukkan (F0,05;2;20) = 3,49.

Dapat disimpulkan, bahwa uji hipotesis awal (H₀) dan hipotesis alternatif (H₁) menggunakan tabel distribusi F sebagai berikut:

- a. Tekanan Vacuum
Berdasarkan perhitungan yang sudah dibuat, nilai F_value sebesar 5,59 yang berarti nilai F_value lebih besar dari F_tabel, maka H₀ ditolak dan H₁ diterima. Dapat disimpulkan, bahwa parameter tekanan terhadap hasil uji kekasaran permukaan memiliki pengaruh yang signifikan.
- b. *Hardener*
Berdasarkan perhitungan yang sudah dibuat, nilai F_value sebesar 3,31 yang berarti F_value lebih kecil dari F_tabel, maka H₀ diterima dan H₁ di tolak. Dapat disimpulkan, bahwa parameter hardener terhadap uji kekasaran permukaan memiliki pengaruh yang tidak signifikan.
- c. Pelapis
Berdasarkan perhitungan yang sudah dibuat, nilai F_value sebesar 5,27 yang berarti nilai F_value lebih besar dari F_tabel, maka H₀ ditolak dan H₁ diterima. Dapat disimpulkan bahwa parameter pelapis terhadap komposisi terhadap uji kekasaran permukaan berpengaruh signifikan.

Adapun pengaruh presentase kontribusi untuk mengetahui seberapa besar pengaruh

pada tiap parameter terhadap kekasaran permukaan. Presentase kontribusi sendiri memiliki fungsi dari jumlah (SS) dari tiap-tiap faktor yang signifikan. Menurut Shahavi (2016) bahwa, hampir seluruh faktor penting yang efektif yang telah dipertimbangkan memiliki nilai dari persen kontribusi *error* harus kurang dari 50%, jika melebihi 50% hasilnya tidak dapat dipercaya. Adapun menurut Pamuji (2018) bahwa presentase kontribusi *error* yang $\leq 15\%$ tidak ada variabel proses yang diabaikan, sedangkan persen kontribusi *error* $\geq 15\%$ menunjukkan adanya variabel yang diabaikan yang seharusnya dimasukkan ke dalam penelitian.

Hasil dari persen kontribusi dari faktor kendali terhadap kekasaran permukaan selengkapnya disajikan pada Tabel berikut ini.

Faktor Kendali	Persen Kontribusi (P)
Tekanan Vakum	25%
Hardener	15%
Pelapis	24%
<i>Error</i>	36%
Total	100%

Hasil Analisis Kekasaran Permukaan

Berikut adalah hasil dari analisis pengujian kekasaran permukaan terhadap produk front top.

a. Tekanan Vacuum termasuk variabel bebas yang digunakan dalam penelitian. Pada perhitungan ANOVA, tekanan vacuum mendapatkan hasil uji F dengan nilai 5,58 dan berdasarkan tabel uji F nilai tersebut lebih tinggi yang berarti tekanan vacuum memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan, terdapat 2 macam tekanan vacuum yang digunakan yaitu level 1 = 0,4 bar dan level 2 = 0,8 bar. Grafik rasio S/N yang diperoleh dari software Minitab 19 yang digunakan pada penelitian ini mendapatkan hasil pada kedua level pada tekanan vacuum yang paling berpengaruh terhadap kekasaran permukaan pada level 1 dengan tekanan vacuum 0,4 bar kenapa demikian dikarenakan pada saat dilakukan pengaruh tekanan yang terdapat pada cetakan mempengaruhi laju resin atau penyebaran resin pada setiap serat karbon maka dari itu semakin kecil tekanan vacuum maka semakin bagus penyebaran resin pada setiap serat karbon dan semakin besar tekanan

vacuum maka akan terdapat serat karbon yang tidak terkena penyebaran resin dan menyebabkan kekasaran permukaan semakin meningkat, semakin kecil tekanan yang digunakan pada saat proses vacuum maka nilai kekasaran yang di hasilkan semakin kecil.

- b. Hardener memiliki pengaruh dalam perhitungan ANOVA terhadap kekasaran permukaan mendapatkan nilai 3,31 dan berdasarkan tabel uji F yang digunakan untuk menentukan nilai pasti sebagai standar hasilnya signifikan dan tidak signifikan, terdapat 2 level hardener yang digunakan pada penelitian ini yaitu level 1 = 40% dan level 2 = 60%. Grafik rasio S/N yang diperoleh dari software Minitab 19 yang digunakan pada penelitian ini mendapatkan nilai yang lebih kecil dari nilai F tabel maka hardener ini tidak memiliki pengaruh sama sekali terhadap kekasaran permukaan kenapa demikian dikarenakan pada saat proses vacuum hardener dapat mengalir setiap serat carbon tergantung pada tekanan yang akan digunakan pada saat proses vacuum berapapun persen hardener yang akan digunakan untuk proses pembuatan produk tidak pengaruh sama sekali pada kekasaran permukaan tetapi tergantung berapa tekanan yang akan kita gunakan semakin kecil tekanan yang digunakan aliran resin penyebarannya akan merata pada setiap serat karbon.
- c. Pelapis, hasil perhitungan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan ANOVA pengaruh pelapis terhadap kekasaran permukaan yang mendapatkan nilai 5,27 yang berdasarkan F tabel untuk menentukan nilai pasti sebagai standar hasil yang signifikan dan tidak signifikan, terdapat 2 level pelapis yang digunakan yaitu level 1 = Wax dan level 2 = PVAC. Grafik rasio S/N yang diperoleh dari software Minitab 19 pada penelitian ini mendapatkan hasil yang lebih besar daei F tebel maka pelapis memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan. Hasil pada kedua level pada hardener yang paling berpengaruh terhadap kekasaran permukaan pada level 2 dengan pelapis yang digunakan PVAC kenapa demikian dikarenakan pada saat pelapis cetakan menggunakan PVAC lebih menutup rongga atau beberapa lubang kecil pada cetakan maka pada proses vacuum penyebaran resin pada setiap serat karbon lebih merata yang menyebabkan hasil dari permukaan lebih halus dibandingkan

dengan menggunakan pelapis Wax yang kurang dalam penutupan rongga atau lubang pada cetakan yang membuat hasil permukaan ada yang kurang halus dan mendapatkan nilai kekasaran yang tinggi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian optimasi parameter vacuum assisted resin infusion produk front top terhadap kekasaran permukaan, maka kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut.

- a. Faktor yang paling berkontribusi terhadap respon kekasaran permukaan adalah tekanan *vacuum* dengan kontribusi 25,20%. Untuk kontribusi faktor *hardener* 14,93% dan faktor pelapis 23,77%. Adapun kontribusi *error* yang terjadi adalah 36,09%. Pada faktor *hardener* nilai 14,93% tidak berpengaruh signifikan pada kekasaran permukaan produk *front top*.
- b. Berdasarkan data dan hasil analisa yang sudah diperoleh melalui metode taguchi dengan bantuan minitab 19 dan microsoft excel, menunjukkan bahwa parameter dari tekanan vacuum yang memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil kekasaran permukaan. Sedangkan parameter *hardener* tidak memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap kekasaran permukaan, selanjutnya dari parameter pelapis yang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan. Pada perhitungan uji F dapat disimpulkan parameter faktor yang optimal dalam pembuat front top dengan nilai kekasaran permukaan yang kecil yaitu tekanan

vacuum 0,4 bar, *hardener* 60% dan pelapis PVAC.

DAFTAR PUSTAKA

- Firmansyah, Hilmi Iman, Wirawan Wirawan, and Moh Nasir Hariyanto. "Analysis of Fiber Metal Composite Shear Strength Using Independent Variables of Fiber Angle Orientation and Metal Surface Roughness." *Jurnal Energi dan Teknologi Manufaktur (JETM)* 5.2 (2022): 29-34.
- Saba, N., Jawaid, M., Alothman, O. Y., Paridah, M. T., & Hassan, A. 2016. Recent advances in epoxy resin, natural fiber-reinforced epoxy composites and their applications. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 35(6), 447-470.
- Irwan dan didi Haryono. 2015. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teori Dan Aplikatif)*
- Shahavi, M. H., Hosseini, M., Jahanshahi, M., Meyer, R. L., & Darzi, G. N. 2016. Clove oil nanoemulsion as an effective antibacterial agent: Taguchi optimization method. *Desalination and Water Treatment*. 57(39): 18379–18390.
- Pamuji, D. R., Wahid, M. A., Rohman, A., Sonief, A. A., & Choiron, M. A. 2018. Optimization of Multiple Response Using Taguchi-WPCA In ST 60 Tool Steel Turning Process With Minimum Quantity Cooling Lubrication (MQCL) Method. *Aceh International Journal of Science and Technology*, 7(1): 44–55.