

Pengaruh Variasi Fraksi Volume Biokomposit Serat Daun Nanas dan Resin *Epoxy-polyester* Terhadap Kekuatan Tarik dan Densitas

Schubert Ariell P.S.Siburian, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati, dan Dewa Ngakan Ketut Putra Negara

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Penelitian ini menginvestigasi pengaruh variasi fraksi volume dalam biokomposit yang terdiri dari serat daun nanas dan resin epoxy-polyester terhadap kekuatan tarik dan densitas material. Metode eksperimental digunakan untuk memproduksi biokomposit dengan fraksi volume yang bervariasi dari serat daun nanas dan resin epoxy-polyester. Penelitian ini juga menggunakan resin campuran epoxy-polyester dengan perbandingan 9:1 dan hardener 2:1 sebagai matriks. Komposisi serat dengan resin menggunakan fraksi volume 5% serat : 95% resin, 10% serat : 90% resin, dan 15% serat : 85% resin. Spesimen ini dicetak menggunakan cetakan akrilik dengan teknik hand layup. Ukuran spesimen berdasarkan pada ASTM D3039 untuk Uji Tarik dan ASTM D792-08 untuk Uji Densitas. Pada pengujian tarik didapatkan nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas. Nilai rata-rata tegangan tarik mengalami kenaikan paling besar pada variasi fraksi 10% serat daun nanas sebesar 9,279 MPa dan mendapatkan nilai terkecil pada fraksi 15% serat daun nanas sebesar 7,219 Mpa. Nilai rata-rata regangan terus mengalami kenaikan seiring bertambah serat pada fraksi volume, nilai terendah terdapat pada variasi fraksi 5% serat daun nanas sebesar 0,072% sedangkan nilai terbesar terdapat pada variasi fraksi 15% serat daun nanas sebesar 1,297%. Pada modulus elastisitas nilai terkecil diperoleh pada variasi fraksi 15% serat daun nanas sebesar 0,679 GPa sedangkan nilai terbesar diperoleh di variasi 5% serat daun nanas sebesar 0,328 GPa. Pada pengujian densitas nilai terkecil terdapat pada variasi fraksi 5% serat daun nanas sebesar 0,768 gr/cm³ dan nilai densitas terbesar didapatkan pada variasi fraksi 15% serat daun nanas sebesar 1,091 gr/cm³, sementara pada variasi fraksi 10% serat daun nanas didapatkan nilai sebesar 1,090 gr/cm³, semakin bertambahnya variasi fraksi maka nilai densitas yang didapat semakin rendah

Kata kunci: Serat Daun Nanas, Resin epoxy-polyester, Uji Tarik, Uji Densitas

Abstract

This study investigates the influence of varying volume fractions in biocomposites consisting of pineapple leaf fibers and epoxy-polyester resin on the tensile strength and density of the material. An experimental method was used to produce biocomposites with varying volume fractions of pineapple leaf fibers and epoxy-polyester resin. The study utilized a mixed epoxy-polyester resin with a ratio of 9:1 and a hardener at a 2:1 ratio as the matrix. The fiber-to-resin composition utilized volume fractions of 5% fiber to 95% resin, 10% fiber to 90% resin, and 15% fiber to 85% resin. The specimens were molded using an acrylic mold with the hand layup technique. Specimen dimensions were based on ASTM D3039 for tensile testing and ASTM D792-08 for density testing. In the tensile test, values for stress, strain, and elastic modulus were obtained. The average tensile stress showed the highest increase at the 10% pineapple leaf fiber fraction, reaching 9.279 MPa, and the lowest at the 15% fiber fraction, with a value of 7.219 MPa. The average strain increased continuously with the addition of fiber volume fractions, with the lowest value at the 5% fiber fraction at 0.072% and the highest at the 15% fiber fraction at 1.297%. For the elastic modulus, the smallest value was obtained at the 15% fiber fraction at 0.679 GPa, while the largest value was obtained at the 5% fiber fraction at 0.328 GPa. In the density test, the lowest value was found at the 5% fiber fraction at 0.768 g/cm³, and the highest density value was found at the 15% fiber fraction at 1.091 g/cm³, with the 10% fiber fraction yielding a value of 1.090 g/cm³. As the volume fraction increased, the resulting density values decreased.

Keywords: Pineapple Leaf Fiber, Epoxy-polyester Resin, Tensile Test, Density Test

1. Pendahuluan

Komposit adalah material baru yang diharapkan memiliki kualitas baik dari material-material baku untuk mendapatkan sifat mekanis yang lebih baik dan bernilai. Komposit umumnya terbentuk dari dua komponen utama, yaitu *reinforcement* (bahan penguat) dan *matrix* (bahan pengisi). Untuk menghasilkan bahan komposit yang berkualitas, penguat harus memiliki sifat mekanis yang lebih rendah daripada bahan matriks. Biokomposit adalah suatu jenis material komposit yang terbuat dari campuran dua atau beberapa bahan, yang salah satu

atau lebih komponennya merupakan bahan biologis atau organik. Biomaterial ini seringkali berasal dari alam seperti serat tumbuhan, serat kayu atau bahan biopolimer seperti pati atau protein. Komponen organik ini kemudian dicampur dengan bahan penguat seperti *fiberglass*, serat karbon atau bahan anorganik lainnya hingga membentuk suatu bahan komposit. Tujuan utama produksi biokomposit adalah menggabungkan keunggulan sifat organik dan anorganik untuk menghasilkan bahan dengan sifat unik dan bermanfaat.

Matriks merupakan fase atau substansi yang melingkupi, melapisi, atau menggabungkan bahan penguat dalam biokomposit tersebut. Matriks berperan sebagai pengikat yang menghubungkan serat atau partikel penguat dalam struktur yang kohesif. Peran matriks dalam biokomposit adalah untuk mengalihkan beban antara serat atau penguat, mendistribusikan beban secara merata, serta menjaga serat agar tidak mengalami kerusakan akibat pengaruh luar seperti korosi atau dampak fisik. Serat alami merupakan salah satu penguat yang dapat dimanfaatkan pada pembuatan biokomposit. Komposit dengan serat alami mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan serat sintetis antara lain memiliki berat yang lebih ringan, dapat diolah dengan alami, berbahan organik, serta mempunyai tingkat kekuatan, dan kekakuan yang relatif tinggi. Adapun keuntungan lainnya yaitu kualitas dari serat dapat divariasikan, mudah didapatkan, dan dapat di *recycle* [4]. Serat yang dipertimbangkan oleh penulis untuk dapat menjadi alternatif penguat material biokomposit dalam penelitian ini adalah serat daun nanas.

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi fraksi volume biokomposit serat daun nanas dengan pencampuran resin *epoxy-polyester* terhadap kekuatan tarik.
2. Mengetahui pengaruh variasi fraksi volume biokomposit serat daun nanas dengan pencampuran resin *epoxy-polyester* terhadap densitas.
3. Mengetahui morfologi dari biokomposit serat daun nanas dan resin *epoxy-polyester* dengan variasi fraksi volume.

Beberapa rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Bagaimana pengaruh variasi fraksi volume biokomposit serat daun nanas dengan pencampuran resin *epoxy-polyester* terhadap kekuatan tarik?
2. Bagaimana pengaruh variasi fraksi volume biokomposit serat daun nanas dengan pencampuran resin *epoxy-polyester* terhadap densitas?
3. Bagaimana morfologi dari biokomposit serat daun nanas dan resin *epoxy polyester* dengan variasi fraksi volume?

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi temperatur ruangan dan tekanan dianggap homogen.

2. Dasar Teori

2.1. Komposit

Material komposit terbentuk dari gabungan dua material atau lebih yang mempunyai sifat mekanik lebih kuat dibandingkan material lainnya. Komponen utama material komposit adalah penguat (*reinforcement material*) dan matriks (*filling material*). Bahan penguat seringkali berbentuk serat panjang, seperti serat alami (misalnya sabut kelapa,

sutra, rami) dan serat sintetis (misalnya *fiberglass*, karbon, nilon, aluminium). Bahan matriks merupakan komponen yang lembut, elastis dan tahan lama.

2.2. Biokomposit

Biokomposit adalah jenis material komposit yang terdiri dari campuran minimal dua komponen, di mana salah satu di antaranya adalah komponen organik atau biologis. Komponen organik ini biasanya diperoleh dari sumber alam seperti serat tumbuhan, serat kayu, atau bahan biopolimer seperti pati atau protein. Komponen organik ini kemudian digabungkan dengan bahan penguat atau bahan lain, sehingga membentuk suatu material komposit dengan sifat-sifat yang khusus dan menguntungkan.

2.3. Matriks

Matriks, sebagai elemen dalam biokomposit, memiliki peran penting dalam mengikat serat tanpa berinteraksi secara kimia dengan serat tersebut. Matriks berperan sebagai perekat utama dalam komponen material dan salah satu jenis matriks yang paling sering digunakan dalam biokomposit adalah polimer.

2.4. Resin Epoxy

Resin *epoxy* adalah jenis resin sintetis yang dikenal karena kekuatan dan daya rekatnya yang tinggi setelah mengalami polimerisasi. Resin *epoxy* dibuat melalui reaksi antara dua komponen utama: resin epoksi dan pengeras (*hardener*). Saat kedua komponen ini dicampurkan bersama, mereka bereaksi secara kimia untuk membentuk polimer padat dengan berbagai sifat yang bergantung pada formulasi dan penggunaan tertentu. Keunggulan resin *epoxy* dalam biokomposit adalah kekuatannya yang tinggi, daya rekat yang kuat, dan kemampuan untuk menghasilkan material yang ringan namun sangat tahan terhadap tekanan, tarik, dan lentur. Oleh karena itu, komposit *epoxy* sering digunakan dalam industri otomotif, *aerospace*, konstruksi, dan manufaktur lainnya untuk berbagai aplikasi, seperti pembuatan bagian struktural pesawat terbang, kendaraan luar angkasa, hingga kendaraan perlombaan.



Gambar 1. Epoxy

2.5. Resin Polyester

Jenis resin cair ini memiliki tingkat kekentalan yang cukup rendah dibandingkan resin lainnya. Resin polyester banyak digunakan untuk konstruksi sebagai bahan biokomposit, dll. Selain itu

resin polyester mempunyai tingkat ketahanan yang baik dan harga yang jauh lebih terjangkau dari resin epoxy [6].

2.6. Serat Daun Nanas

Pineapple-leaf fibres atau serat daun nanas diperoleh dari daun-daun tanaman nanas yang banyak dibudidayakan di Indonesia, terutama pulau Jawa dan Sumatera. Dalam proses budidayanya, tanaman ini akan dibongkar setiap 2 atau 3 kali panen kemudian diganti dengan tanaman baru sehingga banyak menghasilkan limbah yang cukup potensial jika dimanfaatkan.

2.7. Fraksi Volume

Perbandingan antara serat dan matrik dalam komposit dapat ditunjukkan dalam bentuk fraksi volume atau berat serat. Fraksi volume atau berat serat menjadi salah satu faktor penting yang menentukan karakteristik mekanik pada komposit. Untuk mencapai tingkat keakuratan dalam perhitungan yang lebih baik serta lebih mudah, fraksi volume dapat digunakan untuk menentukan formulasi komposit.

2.8. Uji Tarik

Uji tarik bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik, tegangan, dan regangan dari suatu material. Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap peningkatan beban dan pertambahan panjang secara terus menerus serta menggunakan ASTM D 3039.



Gambar 2. Proses Uji Tarik

2.9. Uji Densitas

Uji densitas bertujuan untuk membantu menentukan karakteristik suatu material apakah akan mengapung atau tenggelam pada fluida. Pengujian dan perhitungan densitas pada penelitian ini mengacu pada standar ASTM D 792-08.

2.10. Pengamatan Foto Mikro

Pengamatan foto mikro dilakukan untuk mengamati morfologi permukaan dari suatu bahan atau material. Pengamatan melalui foto mikro dapat menghasilkan gambar permukaan komposit sesuai dengan perbesaran yang diinginkan.

3. Metode-penelitian

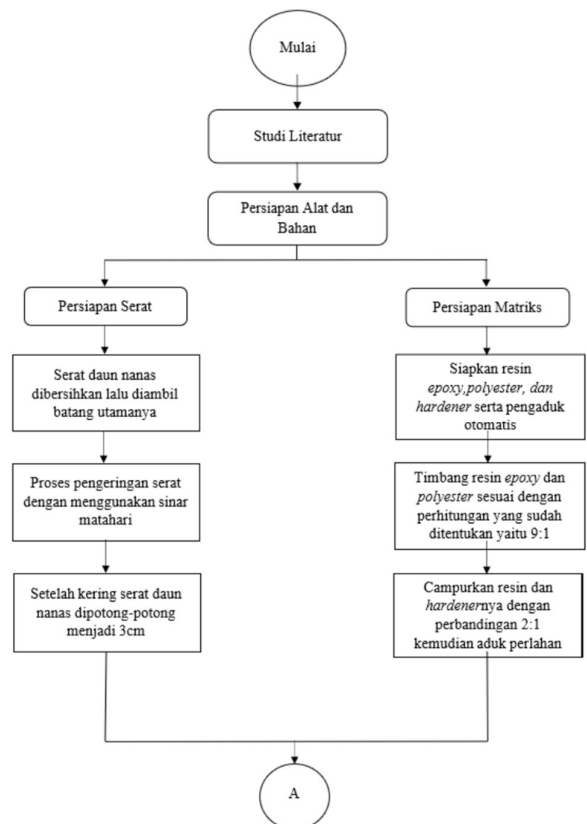
3.1. Alat

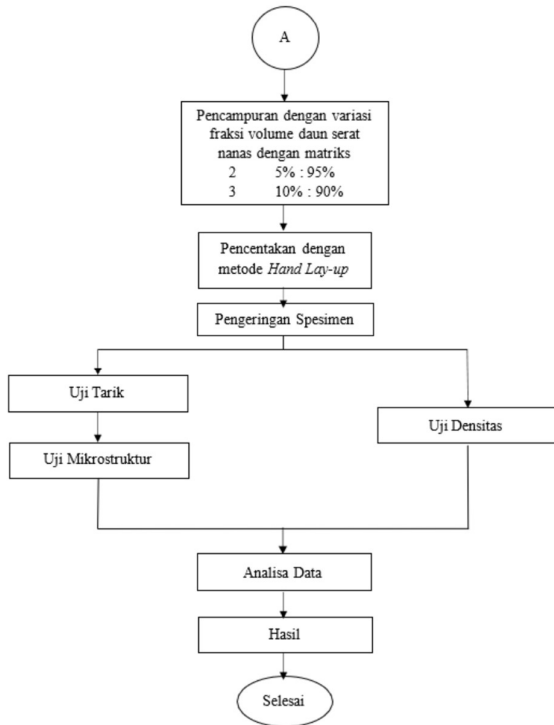
1. Alat uji : Tensilon RTG-1250, timbangan Uji Densitas, dan Mikroskop Nikon Eclipse LV150.
2. Alat cetak : Cetakan berbentuk segi empat dengan bahan akrilik yang dipilih karena *epoxy* dan polyester tidak menempel pada akrilik, permukaan yang datar, dan tembus cahaya.
3. Alat ukur : Penggaris, timbangan digital, gelas ukur.
4. Alat bantu : Pengaduk elektrik, gunting, sendok.

3.2. Bahan

1. Matrik : *Epoxy* sikadur 52-id & Polyester yukalac 157 BQTN.
2. Penguat : Daun serat nanas.
3. Aquades
4. Aceton
5. Lilin atau malam

3.3. Diagram alir penelitian

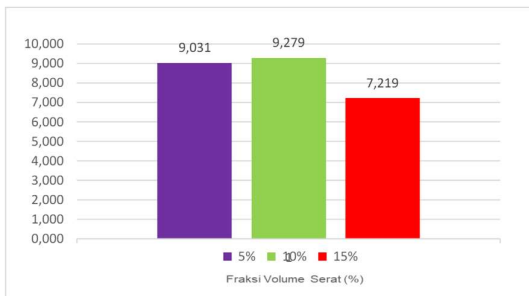




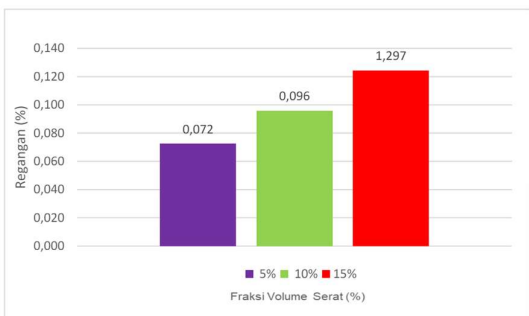
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

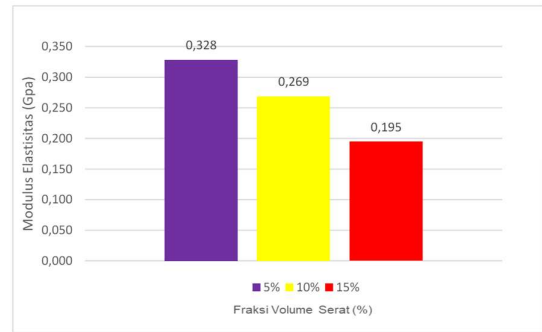
4.1. Hasil Uji Tarik



Gambar 4. Diagram Tegangan Tarik



Gambar 5. Diagram Regangan Tarik

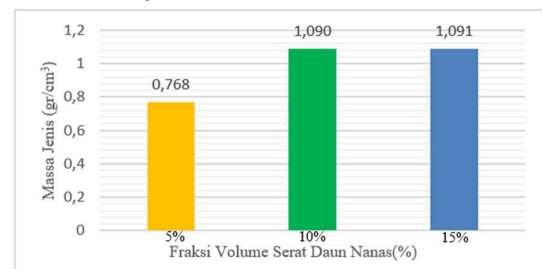


Gambar 6. Diagram Modulus Elastisitas

Berdasarkan data yang didapatkan pada gambar 4, 5, dan 6 menunjukkan nilai terkecil diperoleh pada variasi 15% serat daun nanas sebesar 7,219 MPa sedangkan nilai tegangan tarik terbesar diperoleh pada variasi 10% serat daun nanas sebesar 9,279 MPa. Pada regangan tarik nilai terkecil diperoleh di variasi 5% serat daun nanas sebesar 0,072% sedangkan nilai terbesar pada penambahan serat daun nanas terjadi di variasi 15% serat daun nanas sebesar 1,297%. Pada modulus elastisitas nilai terkecil diperoleh pada variasi 15% serat daun nanas sebesar 0,679 GPa sedangkan nilai terbesar diperoleh di variasi 5% serat daun nanas sebesar 0,328 GPa .

Kesimpulan dari hasil uji tarik ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan regangan pada komposit seiring dengan penambahan serat daun nanas dalam komposit tersebut. Selain itu, juga ditemukan bahwa nilai modulus elastisitas mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya jumlah serat daun nanas di dalam komposit. Hal ini mengindikasikan bahwa serat daun nanas berkontribusi terhadap peningkatan fleksibilitas namun mengurangi kekakuan komposit.

4.2. Hasil Uji Densitas



Gambar 7. Diagram Densitas

Berdasarkan diagram pada gambar 7, nilai densitas terbesar didapatkan pada variasi 15% serat sebesar 1,091 gr/cm³. Peningkatan nilai densitas terjadi pada setiap penambahan variasi serat daun nanas. Nilai densitas pada variasi penambahan 5% serat daun nanas mendapatkan nilai paling kecil sebesar 0,768 gr/cm³, pada 10% didapatkan nilai sebesar 1,090 gr/cm³. Kenaikan nilai densitas disebabkan oleh penambahan serat daun nanas yang

membuat rongga dalam material berkurang sehingga meningkatkan nilai densitas.

4.3. Pengamatan Foto Mikro

Pengamatan foto mikro dilakukan untuk mengamati morfologi pada biokomposit berpenguat serat daun nanas. Pengamatan ini dilakukan pada Laboratorium Metalurgi Kampus Teknik Mesin Universitas Udayana dengan menggunakan mikroskop Nikon LV150 NL. Adapun hasil pengamatan foto mikro yang dilakukan sebagai berikut.



Gambar 8. Foto Mikro x 50 Fraksi Volume 5% Serat Daun Nanas



Gambar 9. Foto Mikro x 50 Fraksi Volume 10% Serat Daun Nanas



Gambar 10. Foto Mikro x 50 Fraksi Volume 15% Serat Daun Nanas

Berdasarkan hasil foto mikro diatas didapatkan bahwa serat acak yang ada pada komposit serat daun nanas terjadi pengumpulan serat pada suatu titik tertentu di variasi fraksi serat 15% sehingga membuat pengikatan matriks yang tidak optimal.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh penulis mengenai pengaruh variasi fraksi volume biokomposit *epoxy-polyester* terhadap kekuatan tarik dan densitas, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Pada pengujian tarik, didapatkan nilai rata-rata tegangan tarik mengalami kenaikan paling besar pada variasi fraksi 10% serat daun nanas sebesar 9,279 MPa dan mendapatkan nilai terkecil pada fraksi 15% serat daun nanas sebesar 7,219 Mpa. Nilai rata-rata regangan terus mengalami kenaikan seiring bertambah serat pada fraksi volume, nilai terendah terdapat pada variasi fraksi 5% serat daun nanas sebesar 0,072% sedangkan nilai terbesar terdapat pada variasi fraksi 15% serat daun nanas sebesar 1,297%. Pada modulus elastisitas nilai terkecil diperoleh pada variasi fraksi 15% serat daun nanas sebesar 0,679 GPa sedangkan nilai terbesar diperoleh di variasi 5% serat daun nanas sebesar 0,328 GPa.
2. Pada pengujian densitas, nilai terkecil terdapat pada variasi fraksi 5% serat daun nanas sebesar 0,768 gr/cm³ dan nilai densitas terbesar didapatkan pada variasi fraksi 15% serat daun nanas sebesar 1,091 gr/cm³ , sementara pada variasi fraksi 10% serat daun nanas didapatkan nilai sebesar 1,090 gr/cm³, semakin bertambahnya variasi fraksi maka nilai densitas yang didapat semakin rendah.
3. Pada pengujian foto mikro didapatkan bahwa fraksi volume 15% serat daun nanas mendapatkan hasil yang lebih baik dibanding fraksi volume 5% dan 10%.

Daftar Pustaka

- [1] Hadi, T.S., Jokosisworo, S. and Manik, P., 2016. *Analisa teknis penggunaan serat daun nanas sebagai alternatif bahan komposit pembuatan kulit kapal ditinjau dari kekuatan tarik, bending dan impact*. Jurnal Teknik Perkapalan, 4(1).
- [2] Hidayat, P., 2008. *Teknologi pemanfaatan serat daun nanas sebagai alternatif bahan baku tekstil*. Teknoin, 13(2).
- [3] Kartini, R., Darmasetiawan, H., Karo, A.K. and Sudirman, S., 2018. *Pembuatan Dan Karakterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat Alam*. Jurnal Sains Materi Indonesia, 3(3), pp.30-38.


[4] Lokantara, I.P., Suardana, N.P.G. and Karohika, I.M.G., 2009. *Efek Fraksi Volume Serat dan Penyerapan Air Tawar Terhadap Kekuatan Bending Komposit Tapis Kelapa/Polyester*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM Vol, 3(2), pp.138-143.

[5] Mainnah, M., 2017. *Sifat Fisik dan Mekanik Kombinasi Serat Daun Nanas (Ananas sp.) dan Kitosan untuk Material Alat Penangkapan Ikan (Doctoral dissertation, Bogor Agricultural University (IPB))*.

[6] Ningrum, L.Y., 2017. *Potensi Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Komposit Pengganti Fiberglass Pada Pembuatan Lambung Kapal (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember)*.

[7] Surya, I., 2016. *Sifat Mekanis Komposit Serat Acak Limbah Sabut Kelapa Bermatriks Polyester Resin*. JURNAL TEKNIK MESIN, 2(1).

| | |
|--|---|
|  | <p>Dewa Ngakan Ketut Putra Negara menerima gelar BSc di bidang Teknik Mesin dari Universitas Brawijaya pada tahun 1995, MSc di bidang Teknik dan Manajemen Sistem Manufaktur dari University of Bradford pada tahun 2001, dan Dr. dari Program Doktor Ilmu Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Udayana pada tahun 2020. Bidang penelitiannya adalah material adsorben untuk penyimpanan dan pemurnian gas.</p> |
|--|---|

| | |
|--|---|
|  | <p>Schubert Ariell P.S. Siburian menyelesaikan studi program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana</p> |
| <p>Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan Rekayasa Manufaktur.</p> | |

| | |
|---|---|
|  | <p>Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati menyelesaikan studi S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 1996, S2 di Universitas Gajah Mada pada tahun 2003, dan S3 di Universitas Udayana pada tahun 2020. Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati memiliki konsentrasi ilmu dalam bidang komposit</p> |
|---|---|