

ANALISA PENGARUH PENGGABUNGAN BAHAN PENGISI GRAFIT TERHADAP SIFAT KONDUKTIFITAS LISTRIK DAN KEKERASAN MATERIAL POLIMER KONDUKTIF

Hermansyah Pratama¹, Hendra Suherman²

Jurusan Teknik Mesin – Fakultas Teknologi Industri

Universitas Bung Hatta

Jl. Gajah Mada, No. 19 Olo Nanggalo Padang, Sumatera Barat 25143

Email: hermansyahp5532@gmail.com¹, hendras@bunghatta.ac.id²

ABSTRAK

Kebutuhan *material* konduktif untuk perangkat elektronik seperti sensor, touchscreen, Light Emitting Diode (LED), Electromagnetic Interference (EMI) shielding, antistatic packaging, dan supercapacity semakin meningkat seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi. Penelitian ini menghasilkan material *komposit* polimer *konduktif* yang mempunyai konduktivitas listrik dan sifat mekanik yang dibutuhkan. Penelitian menggunakan kandungan bahan pengisi konduktif sebesar 80wt%, 77,5wt%, 75wt%, 72,5wt% dan 70wt%, dengan bahan pengisi pertama yaitu Resin Epoksi dan Hardener, lalu bahan pengisi kedua yaitu *Grafit*. Pada komposit berpengisi tunggal (single filler) 80/20 wt.% grafit, dengan kondisi temperatur pembentukan 25°C, waktu pembentukan 240 menit, dan tekanan pembentukan 200 kg/cm². Pada komposit berpengisi ganda (multi filler) G44/G20/Ep komposisi 77,5/2,5/20 wt.% dengan waktu pembentukan 270 menit, temperatur pembentukan 25°C, dan tekanan pembentukan 180 kg/cm².

PENDAHULUAN

Komposit berasal dari kata “to compose“ yang berarti menyusun atau menggabung. Secara sederhana bahan komposit yaitu bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berbeda, rangkaian yang digabungkan menjadi satu bahan secara mikroskopis dimana bahan pembentuknya masih terlihat seperti aslinya dan memiliki hubungan kerja diantaranya sehingga mampu menampilkan sifat-sifat yang diinginkan. (Law 1985)

Kebutuhan material konduktif untuk perangkat elektronik seperti sensor, touchscreen, Light Emitting Diode (LED), Electromagnetic Interference (EMI) shielding, antistatic packaging, dan supercapacity semakin meningkat seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komunikasi. Namun hal tersebut diiringi dengan masalah sampah elektronik yang semakin menumpuk seperti layar tabung monitor, telepon genggam lawas, printer, kulkas, radio, kamera, laptop, hard disk, CD rom, PCB, dan masih banyak lagi. Sayangnya, bagian-bagian dari alat elektronik ini tidak bisa terurai secara alamiah dan harus ada penanganan secara khusus

untuk pemusnahannya. (Efendy, Handayani, Husni, Dkk. 2021)

Penambahan nanopartikel konduktif dengan matriks polimer menghasilkan material baru yang disebut Conductive Polymer Nanocomposites (CPC). CPC memiliki beberapa fungsi, diantaranya sebagai sensor, sel fotovoltai, kapasitor, dioda, dan perangkat energi yang sangat mudah meregang.

METODE

Alat dan Bahan

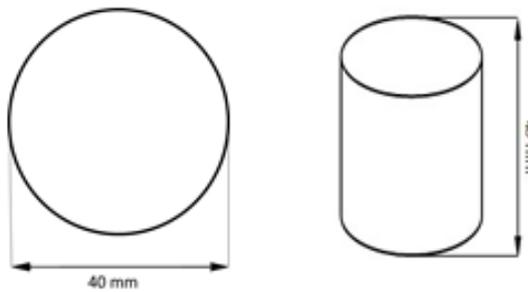
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Timbangan Digital
- Gela Ukur
- Mixer
- Cetakan
- Compression Molding
- Resin Epoksi
- Hardener
- Wax/Release Agent
- Grafit 44 dan 20 μm
- Alat Uji Kekerasan Durometer Shore A
- Alat Uji Konduktifitas Listrik

Prosedur Penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi pustaka, dimana metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan cara melakukan pengujian pada specimen yang telah dibuat:

1. Penimbangan serbuk grafit dilakukan dengan menyesuaikan ukuran dari masing-masing persentasi massa.
2. Pencampuran resin epoksi dan hardener dilakukan dengan komposisi massa 3:1 (Resin Epoksi : Hardener), setelah itu dilakukan pencampuran selama 5 menit, selanjutnya memasukkan grafit G44 dan G20 μm
3. Bersihkan cetakan dengan air dan sabun agar serbuk yang dikompaksi tidak terkontaminasi dengan unsur serbuk lain
4. Setelah grafit G44 dan G20 μm dimasukkan ke dalam campuran resin epoksi dan hardener, lalu aduk aduk Matriks (Resin Epoksi dan Hardener) dengan material Pengisi (Grafit)



Gambar 1. Dimensi Spesimen

Pengujian konduktivitas listrik menggunakan dua data, yaitu *In-plane Conductivity* dan *Through-plane Conductivity*. Data yang telah diperoleh melalui pengujian kemudian dilakukan analisa untuk menghitung besarnya konduktivitas listrik dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Konduktivitas Listrik} = \frac{I \times d}{V \times D \times b} \text{ (s/cm)}$$

Dimana:

- D = diameter specimen (cm)
- b = tebal specimen (cm)
- I = arus listrik (A)
- V = tegangan listrik
- d = jarak antar probe (cm)

Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode shore hardness, dengan menggunakan alat uji durometer tipe A dengan skala shore A. Dengan menggunakan Durometer

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini diawali dengan studi pustaka, dimana metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan cara melakukan pengujian pada specimen yang telah dibuat. Specimen komposit polimer dengan menggunakan partikel grafit dimana fungsinya sebagai bahan pengisi konduktif utama, dan resin epoksi berguna sebagai matrik. Proses pembuatan specimen menggunakan proses penuangan (casting). Untuk uji konduktivitas listrik yang dihasilkan nantinya akan diukur dengan standar **ASTM C611**.

$$\text{Konduktivitas Listrik} = \frac{I \times d}{V \times D \times b} \text{ (s/cm)}$$

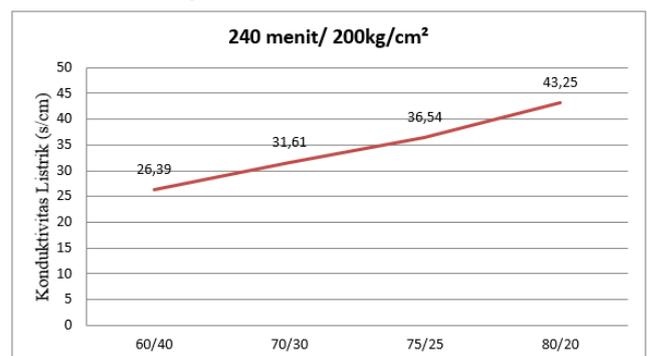
$$\text{Konduktivitas Listrik} = \frac{0,25 \text{ A} \times 3 \text{ cm}}{0,0947 \text{ V} \times 1 \text{ cm} \times 0,3 \text{ cm}}$$

$$\text{Konduktivitas Listrik} = 26,39 \text{ s/cm}$$

Tabel 1. Hasil Pengujian Konduktivitas Listrik pada Komposit Berpengisi Tunggal (G44/Resin Epoksi)

No	Komposisi (wt.%)	Nilai (s/cm)
1	60/40	26,39
2	70/30	31,61
3	75/25	36,54
4	80/20	43,25

Pada Tabel 1. menunjukkan bahwa semakin banyak kandungan bahan pengisi (filler) grafit dalam komposit maka nilai konduktivitas listrik akan semakin meningkat. Nilai konduktivitas listrik terendah pada komposit single filler ada pada komposisi 60/40 wt% dengan nilai 26,39 s/cm, dan nilai konduktivitas listrik tertinggi pada komposisi 80/20 wt% dengan nilai 43,25 s/cm.



Gambar 1. Nilai Konduktivitas Listrik Komposit Berpengisi Tunggal (G44/Epoksi)

Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode shore hardness, dengan menggunakan alat uji durometer tipe A dengan skala shore A. Pengujian dilakukan dengan menekan durometer pada 5 titik yang berbeda hingga indenter melakukan penetrasi pada sebuah spesimen, data yang diperoleh diambil nilai rata-ratanya pada setiap spesimen.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekerasan Komposit Ganda (G44/G20/Epoksi)

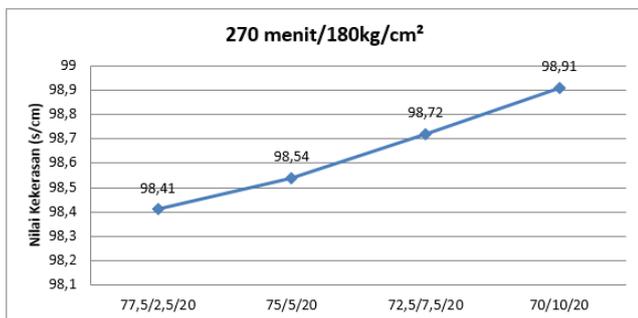
No	Komposisi (wt.%)	Nilai (s/cm)
1	77,5/2,5/20	98,41
2	75/5/20	98,54
3	72,5/7,5/20	98,72
4	70/10/20	98,91

Pada Tabel 2. menunjukkan nilai kekerasan komposit dengan waktu pembentukan 240 dan 270 menit. Pada komposisi 77,5/2,5/20wt% hingga komposisi 70/10/20wt% nilai kekerasan meningkat seiring bertambahnya persen berat bahan pengisi kedua (secondary filler). Kekerasan optimum pada umumnya terjadi saat kompaksi maksimum. Kekerasan material pada dasarnya dipengaruhi oleh kompresibilitas dan faktor lain seperti densitas serta porositas. Pada kompresibilitas yang tinggi terdapat kekerasan yang tinggi pula sehingga ikatan partikelnya rapat/padat.

Pada komposit berpengisi ganda (multi filler) G44/G20/Ep komposisi 77,5/2,5/20 wt.% dengan waktu pembentukan 270 menit, temperatur pembentukan 25°C, dan tekanan pembentukan 180 kg/cm², mencapai nilai konduktivitas in-plane tertinggi sebesar 71,63 s/cm, nilai konduktivitas through-plane sebesar 30,08 S/cm, dan nilai kekerasan tertinggi mencapai nilai 98,91 Shore A.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Efendy, Gabrella, Indah Dwi Handayani, N. Fauziatul Husni, Siti Habibah, and Mujtahid Kaavessina. 2021. Konduktivitas Listrik Poly(Lactic Acid) Dengan Variasi Bahan Isian Karbon: Review.
- [2] Law, Brenda M. 1985. "Rawlings." *The Musical Times* 126(1712):583. doi: 10.2307/964910.
- [3] Suherman, Hendra, Radwan Dweiri, Abu Bakar Sulong, Mohd Yusuf Zakaria, and Yovial Mahyoedin. 2022. "Improvement of the Electrical-Mechanical Performance of Epoxy / Graphite Composites Based on the Effects of Particle."
- [4] Manurung, Septiana Xaveria, Perdinan Sinuhaji, and M. Syukur. n.d. Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Serat Palem Saray Dengan Matriks Poliester.



Gambar 2. Nilai Uji Kekerasan Komposit Berpengisi Ganda

KESIMPULAN

Pada komposit berpengisi tunggal (single filler) 80/20 wt.% grafit, dengan kondisi temperatur pembentukan 25°C, waktu pembentukan 240 menit, dan tekanan pembentukan 200 kg/cm² nilai konduktivitas listrik in-plane mencapai 43,25 S/cm dan nilai konduktivitas listrik through-plane 22,52 s/cm. Nilai kekerasan mencapai 97,43 Shore A