



KOMPARASI SIFAT MEKANIS MATERIAL *POLYPROPYLENE* DENGAN VARIASI PERSENTASE KANDUNGAN *FILLER* CaCO₃.

Muhammad Luqman Saiful fikri¹, Cahyo Budiyanoro², Harini Sosiati³

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jln
Lingkar Selatan, bantul Yogyakarta 55711

E-mail : luqmansaiful702@gmail.com

Abstrak

Penambahan *filler* CaCO₃ pada matriks *polypropylene* (PP) secara umum dilakukan dengan tujuan utama untuk menekan biaya produksi dan memperbaiki sifat mekanis produk. Penelitian dilakukan pada 3 spesimen yaitu komposit CaCO₃/PP dengan perbandingan kandungan *filler* 5, 15 dan 25%, difabrikasi dengan metode *injection molding*. Sifat mekanis yang diamati adalah kuat tarik dan dampak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tarik material *polypropylene* dengan kandungan *filler* 5, 15 dan 25% masing-masing sebesar 22,75 MPa, 24,59 MPa dan 22,61 MPa, nilai regangan masing-masing mencapai 3,529, 0,559 dan 0,296. Nilai modulus elastisitas masing-masing sebesar 242,169 MPa, 185,869 MPa dan 194,099 MPa. Hasil pengujian dampak tanpa takikan masing-masing sebesar 168,03 J/cm², 102,63 J/cm² dan 76,72 J/cm². Pengujian kuat tarik dan dampak menunjukkan bahwa sifat material PP/CaCO₃ menjadi getas dengan bertambahnya kandungan *filler* CaCO₃.

Kata kunci : *Polypropylene*, CaCO₃, kuat tarik, *impact strength*.

1. Pendahuluan

Pada masa sekarang plastik banyak diminati, menggantikan peralatan-peralatan rumah tangga dan komponen dibidang otomotif, yang sebelumnya terbuat dari bahan logam berpindah ke bahan plastik, dikarenakan sifat elastisnya yang baik dan ringan. Plastik biasa dicampur dengan bahan aditif dan pengisi pada setiap produk plastik komposit (Osman et al., 2002). Saat ini, banyak penelitian yang sudah mencapai ke ranah nano teknologi, termasuk komposit (*polypropylene filler CaCO₃*) yang diaplikasikan ke bidang otomotif. Penggunaan komposit PP/CaCO₃ dapat mengurangi massa kendaraan, dengan begitu dapat berkontribusi dalam menekan konsumsi bahan bakar kendaraan (Perdana, R. P. Yulsardi et al., 2016). Bahan plastik yang diaplikasikan ke bidang otomotif sebagian dari bahan *polypropylene*. *Polypropylene* termasuk dalam jenis plastik semi kristalin yang menunjukkan sifat ulet dan tahan

terhadap temperatur tinggi. Akan tetapi, dalam kondisi tertentu *polypropylene* mampu menjadi getas. Sesuai dengan *material data sheet*, *polypropylene* memiliki nilai kuat tarik mencapai 34.0 MPa, modulus elastisitas mencapai 1280 Mpa (Iides prospector et al., 2012). *Polypropylene* sangat mudah dimodifikasi dan dapat dikembangkan untuk berbagai aplikasi.

Polypropylene biasa dicampur dengan mineral pengisi, dari berbagai mineral pengisi yang banyak diketahui, kalsium karbonat (CaCO₃) adalah salah satu yang umum digunakan, karena mudah ditemukan dan harganya terjangkau (Firdaus, S.Tjitro et al., 2002). Kalsium karbonat ditambahkan ke material *polypropylene* untuk menjadi pengisi (*filler*) guna meningkatkan kekakuan dan kekuatannya.

Penelitian ini dilakukan dengan modifikasi penelitian yang telah ada, untuk menekan biaya proses menjadi

rendah dan waktu yang lebih singkat. Selain harus dimodifikasi, bahan *polypropylene* dengan *filler* (CaCO_3) perlu diketahui sifat-sifat mekanisnya. Tujuan yang lain untuk memenuhi standar pakai dalam bidang otomotif. Maka, pengujian tarik dan impak dibutuhkan.

Nilai pengujian tarik dan impak dipengaruhi dari persentase PP/ CaCO_3 , penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan persentase kandungan *filler* CaCO_3 10 dan 20% mendapatkan nilai kuat tarik sebesar

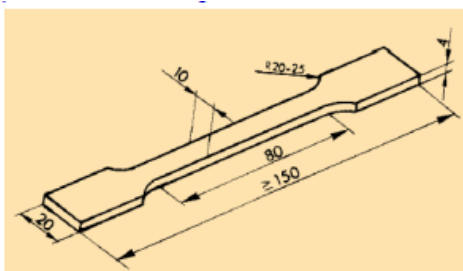
2. Metode penelitian

2.1 Material

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Polypropylene homopolimer* HI10HO yang memiliki *melt flow rate index* ($230^\circ\text{C}/216\text{kg}$) 10g/10 min dan densitas sebesar $0.903\text{g}/\text{cm}^3$ sebagai material matrix. Kalsium karbonat sebagai pengisi memiliki berat molekul 100.09 gr/mol, densitas $2.8\text{ gr}/\text{cm}^3$, *average* diameter $2.7\ \mu\text{m}$, titik lebur 825°C diproduksi dari PT Sutra nusa Inti Prima Industri.

2.2 Pembuatan spesimen *multipurpose*

Pembuatan spesimen *multipurpose* mengacu pada *international standart* (ISO) 294-1.



28.00 MPa dan 29.22 MPa. Maka, penelitian ini mengambil variasi persentase kandungan *filler* CaCO_3 5, 15 dan 25% guna mengidentifikasi karakter patahan dan membandingkan hasil penelitian sebelumnya. Pengujian tarik memberikan *output* keterangan nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas yang menentukan karakteristik bahan termasuk bersifat ulet atau getas. Pengujian impak memberikan keterangan kemampuan suatu bahan untuk menyerap energi dan kemampuan menahan beban kejut.

Gambar 2.1 Bentuk dan ukuran spesimen *multipurpose* sesuai ISO 294.

Panjang bentang	= 150 mm
Panjang gauge	= 80 mm
Lebar	= 20 mm
Tebal	= 4 mm

Spesimen *multipurpose* difabrikasi dengan metode *injection molding* type Meiki 70B dengan kapasitas *clamping* maksimum 70 ton, dioperasikan pada kondisi temperatur *barrel* 190°C , tekanan injeksi 11,5 bar dan *holding pressure* 9 MPa dalam waktu siklus 43 detik.

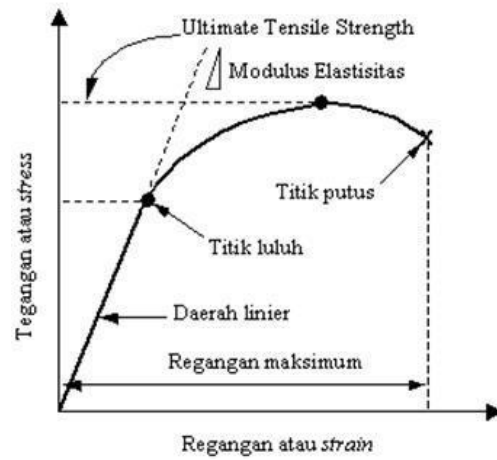
2.3 Pengujian sifat mekanis

Pengujian kuat tarik: Pengujian tarik dimaksudkan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik suatu bahan. Pengujian ini mengacu pada *international standart* ISO 527-1 (*determination of tensile properties*) lebar dan ketebalan spesimen sebesar 10 mm dan 4 mm. Kecepatan uji kuat tarik sebesar 1 mm/min sesuai standar ISO 527-1a, menggunakan alat uji *zwick roell* (germany).



Gambar 2.2 Alat uji kuat tarik *Zwick roell* (germany).

Hasil pengujian tarik dapat dibuat dalam grafik untuk menggambarkan gaya yang bekerja terhadap pertambahan panjang akibat pembebanan selama pengujian. Selanjutnya, grafik tersebut dapat diplot dalam grafik tegangan-regangan seperti pada gambar berikut :



Gambar 2.3 Grafik tegangan-regangan

Pengujian impak: pengujian impak bertujuan untuk mengetahui besarnya energi yang diserap oleh material hingga patah. pengujian impak mengacu pada *international standart* (ISO) 179-1 menggunakan alat uji impak metode *charpy*, berat pendulum 1kg, radius 83 cm. dimensi spesimen (panjang×lebar×tebal) sebesar 80 mm ×10 mm × 4 mm.

3. Hasil dan pembahasan

3.1 Hasil pembentukan spesimen *multipurpose*. Berikut gambar spesimen dari proses fabrikasi dengan *injection molding* :



Gambar 3.1 Spesimen *multipurpose*.

Dimensi :

Panjang bentang :150 mm

Lebar luar : 20 mm

Lebar dalam : 10 mm

Tebal : 4 mm

Dari pengujian kuat tarik yang dilakukan dengan laju pembebanan 1 mm/min, didapatkan nilai beban tarik maksimal F_{max} (N) saat spesimen patah dan perubahan panjang ΔL (mm) saat F_{max} (N).

Berikut foto patahan spesimen setelah pengujian kuat tarik :



Gambar 4.2 Hasil uji kuat tarik spesimen *multipurpose* material *polypropylene* dengan kandungan *filler* CaCO_3 5%



Gambar 3.5 Hasil uji kuat tarik spesimen *multipurpose* material *polypropylene* dengan kandungan *filler* CaCO_3 25%.



Gambar 3.2 *Necking* dipatahan spesimen



Gambar 3.6 Pola patah getas di spesimen *multipurpose* dengan kandungan *filler* 25%.

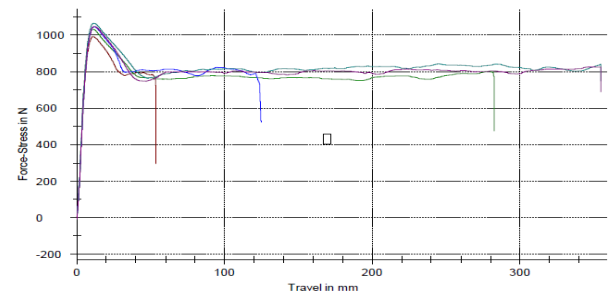


Gambar 3.3 Hasil uji kuat tarik spesimen *multipurpose* material *polypropylene* dengan kandungan *filler* CaCO_3 15%.

3.2 Hasil pengujian kuat tarik material *polypropylene* dengan kandungan *filler* CaCO_3 5%.

Legends	Nr	Fmax Lm kgf	Measurement travel end mm
1	1	101.064	53.47
2	2	89.834	254.20
3	3	106.305	112.33
4	4	86.234	319.34
5	5	82.987	319.33

Series graph:



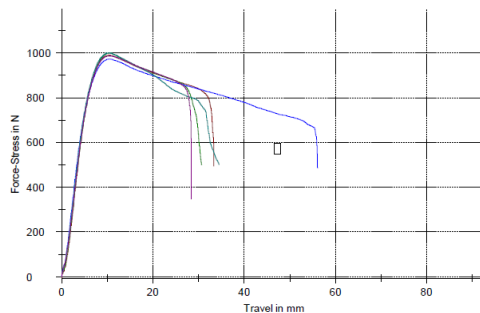
Gambar3.4 *Necking* dipatahan spesimen.

Gambar 3.7 Grafik tegangan–regangan uji kuat tarik material *polypropylene* dengan persentase kandungan *filler* CaCO_3 5%.

Analisa gambar 3.7 yaitu :

Pada pembacaan alat uji kuat tarik didapatkan nilai gaya maksimum yang mengenai spesimen 1, 2, 3, 4 dan 5 sebesar 101,064 89,934 106,305 86,234 dan 82,967 Kgf. Untuk mendapatkan nilai kuat tarik maka dikonversi ke satuan (Newton) dan dibagi dengan luas area 40 mm². Didapatkan nilai kuat tarik sebesar 24,659 21,910 25,925 21,065 20,172 (MPa). Dari 5 spesimen uji, didapatkan nilai kuat tarik terbesar pada spesimen ke 3 sebesar 25,925 (MPa).

3.3 Hasil pengujian kuat tarik material *polypropylene* dengan kandungan *filler* CaCO₃ 15%.



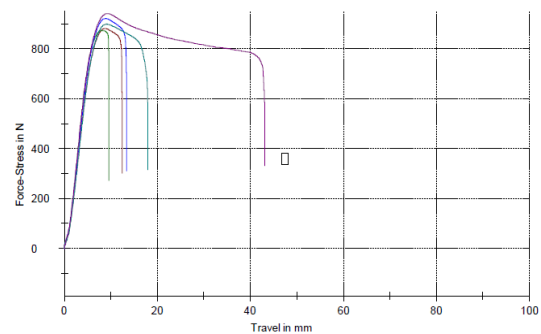
Gambar 3.8 Grafik tegangan-regangan uji kuat tarik material *polypropylene* dengan persentase kandungan *filler* CaCO₃ 15%.

Analisa gambar 3.8 yaitu :

Pada pembacaan alat uji kuat tarik didapatkan nilai gaya maksimum yang mengenai spesimen 1, 2, 3, 4 dan 5 sebesar 100,900 101,791 99,082 101,855 dan 100,565 Kgf. Untuk mendapatkan nilai kuat tarik maka dikonversi ke satuan (Newton) dan dibagi dengan luas area 40 mm². Didapatkan nilai kuat tarik

sebesar 24,456, 24,898, 24,199, 24,923 dan 24,509 MPa. Dari 5 spesimen uji, didapatkan nilai kuat tarik terbesar pada spesimen ke 4 sebesar 24,923 MPa.

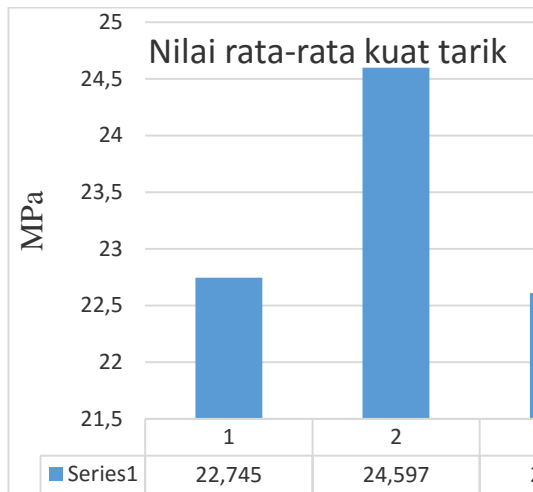
3.4 Hasil pengujian kuat tarik material *polypropylene* dengan kandungan *filler* CaCO₃ 25%.



Gambar 3.9 Grafik tegangan-regangan uji kuat tarik material *polypropylene* dengan persentase kandungan *filler* CaCO₃ 25%.

Analisa gambar 3.9 yaitu :

Pada pembacaan alat uji kuat tarik didapatkan nilai gaya maksimum yang mengenai spesimen 1, 2, 3, 4 dan 5 sebesar 89,888, 89,069, 93,972, 93,972 dan 95,955 Kgf. Untuk mendapatkan nilai kuat tarik maka dikonversi ke satuan (Newton) dan dibagi dengan luas area 40 mm². Didapatkan nilai kuat tarik sebesar 22,042, 21,884, 23,108, 22,461 dan 23,561 MPa. Dari 5 spesimen uji, didapatkan nilai kuat tarik terbesar pada spesimen ke 5 sebesar 23,561 MPa.



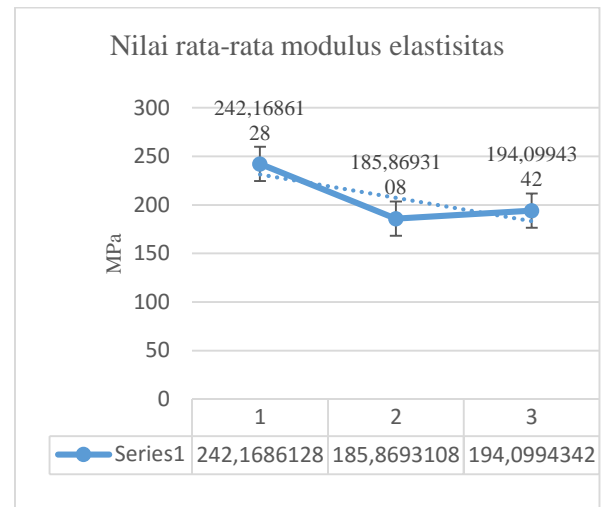
Gambar 3.10 Perbandingan nilai rata-rata kuat tarik

Keterangan :

Nomor 1 = Kandungan *filler* CaCO₃ 5%.

Nomor 2 = Kandungan *filler* CaCO₃ 15%.

Nomor 3 = Kandungan *filler* CaCO₃ 25%.



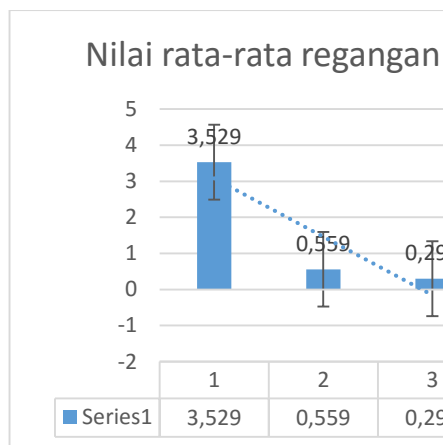
Gambar 3.11 Perbandingan nilai rata-rata modulus elastisitas.

Keterangan :

Nomor 1 = Kandungan *filler* CaCO₃ 5%.

Nomor 2 = Kandungan *filler* CaCO₃ 15%.

Nomor 3 = Kandungan *filler* CaCO₃ 25%.



Gambar 3.11 Perbandingan nilai regangan

Keterangan :

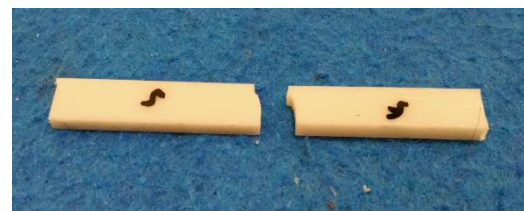
Nomor 1 = Kandungan *filler* CaCO₃ 5%.

Nomor 2 = Kandungan *filler* CaCO₃ 15%.

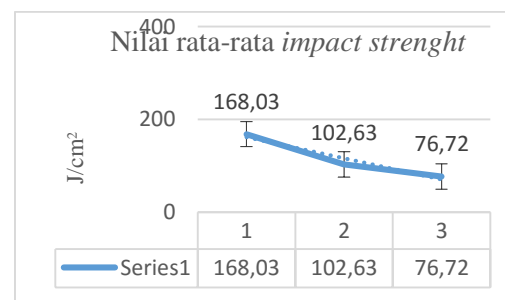
Nomor 3 = Kandungan *filler* CaCO₃ 25%.

3.5 Hasil pengujian impact.

Hasil patahan setelah pengujian impact sebagai berikut :



Gambar 3.12 Spesimen setelah pengujian impact.





Gambar 3.13 Diagram perbandingan nilai rata-rata *impact strength* material *Polypropylene filler* CaCO₃.

Keterangan :

Nomor 1 = Kandungan *filler* CaCO₃ 5%.

Nomor 2 = Kandungan *filler* CaCO₃ 15%.

Nomor 3 = Kandungan *filler* CaCO₃ 25%.

Analisa data gambar 3.11 didapatkan hasil nilai rata-rata *impact strength* material *polypropylene* dengan variasi kandungan *filler* CaCO₃ 5, 15, 25% sebesar 168,03 J/cm², 102,63 J/cm², 76,72 J/cm². Adanya penurunan nilai *impact strength* dikarenakan bertambahnya persentase kandungan *filler* kalsium karbonat. Hal ini menunjukkan bahwa sifat material *polypropylene* dengan bertambahnya persentase kandungan *filler* CaCO₃ menjadi getas (*brittle fracture*).

Simpulan

Berdasarkan analisis hasil perhitungan tentang komparasi sifat mekanis material *polypropylene* dengan variasi kandungan *filler* CaCO₃ dapat disimpulkan sebagai berikut:

Hasil pengujian kuat tarik material *polypropylene* dengan *filler* CaCO₃ menunjukkan bahwa, semakin besar kandungan *filler* CaCO₃ akan menjadikan material *polypropylene* bersifat getas. Kuat tarik tertinggi pada persentase PP/CaCO₃ 85/15% sebesar 24,59 Mpa. Hal ini terjadi karena distribusi CaCO₃ merata diseluruh bagian spesimen. Nilai regangan dan modulus elastisitas

tertinggi pada persentase PP/CaCO₃ 95/5% sebesar 3,52 dan 242,169 MPa. Kandungan CaCO₃ 5% menjadikan material *polypropylene* masih bersifat elastis. Hasil pengujian impak material *polypropylene* dengan kandungan *filler* CaCO₃ menunjukkan bahwa, nilai *impact strength* dan energi yang diserap tertinggi pada persentase kandungan *filler* CaCO₃ 5% sebesar 168,03 J/cm² dan 67,21 Joule. Hal ini terjadi dikarenakan masih besar kandungan *polypropylene* dibandingkan CaCO₃ dan masih bersifat ulet.

4. Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen Pembimbing Bapak Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc dan Ibu Harini Sosiati, Ph.D yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penulisan jurnal.

5. Daftar pustaka

M.A. osman, 2002 U.W. Suter, Chem.Mater. 14 4408.

M.Perdana, R. P. Yulsardi, 2016. *Pengaruh fraksi volume penguat terhadap kekuatan lentur green composite untuk aplikasi pada bodi kendaraan. Jurnal ipteks terapan Research of Applied Science and Education.* 9.(i4) (276-284).

Iides prospector, 2012 *trilene HI10HO polypropylene homopolymer chandra asri petrochemical.*

Firdaus, S.Tjitro, 2002, *Studi Eksperimental Pengaruh Paramater Proses Pencetakan Bahan Plastik Terhadap Cacat Penyusutan (Shrinkage) Pada Benda Cetak Pneumatics Holder.*



Imam mujiarto, 2005. Sifat dan karakteristik Material Plastik dan Bahan Adirif Traksi Vol. 3. No. 2, Desember 2005.

Bilmeyer Jr, 1984. *Polymer Science by* Fred W. Bilmeyer Jr. (1984-03-21).

D.H. Solomon and D.G. Hawthorne. 1983. *Chemistry of pigments and fillers*. Willey , new york.

