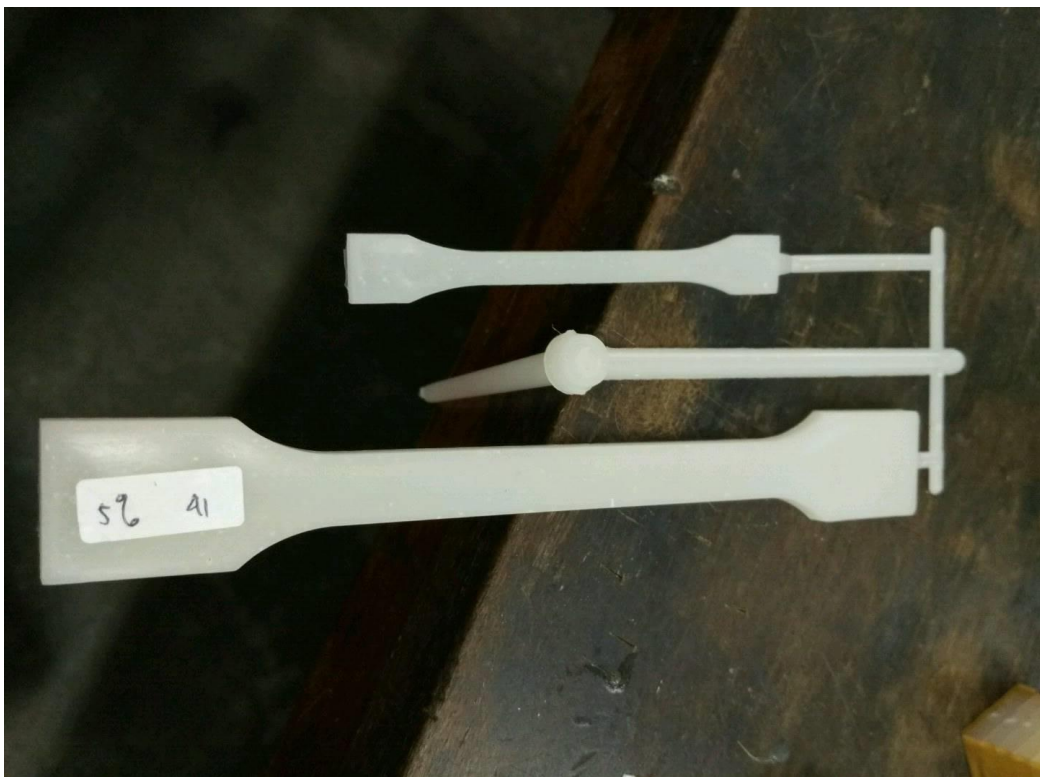


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil pembentukan spesimen *multipurpose*.

Proses manufaktur metode *injection molding* dengan standar pembuatan ISO 294 telah membuahkan hasil spesimen. Berikut foto spesimen yang dibuat dengan mesin *injection molding* :



Gambar 4.1 Spesimen *multipurpose* sesuai standar pembuatan ISO 294.

Keterangan :

Pada gambar 4.1 didapatkan hasil pembuatan spesimen *multipurpose* sesuai standar ISO 294 dengan mesin *injection molding* meiki 70 dalam siklus proses 43 detik, berat spesimen 10 gram, panjang bentang 150 mm, tebal 4 mm dan lebar 20 mm.

4.2 Hasil pengujian kuat tarik.

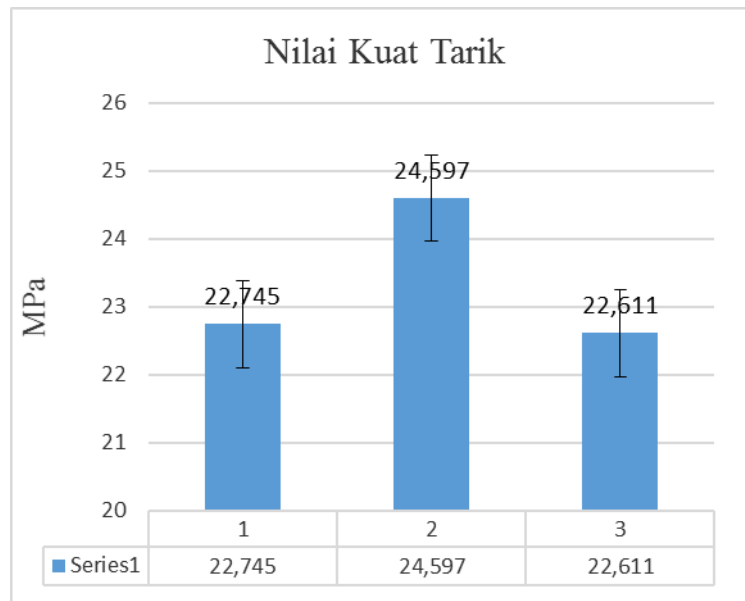
Hasil pengujian kuat tarik material *polypropylene* dengan variasi kandungan *filler* kalsium karbonat (CaCO_3) 5, 15 dan 25% menghasilkan tiga parameter kekuatan mekanik diantaranya kekuatan tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas.

- a. Kekuatan tarik material *polypropylene* dengan variasi kandungan *filler* kalsium karbonat (CaCO_3) 5, 15 dan 25%.

Hasil pengolahan data uji tarik didapat nilai kekuatan tarik material *polypropylene* dengan variasi kandungan *filler* kalsium karbonat (CaCO_3) 5, 15 dan 25% yang dihitung menggunakan persamaan (2.1) ditunjukkan pada tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil perhitungan nilai kuat tarik material *polypropylene* dengan persentase kandungan *filler* CaCO_3 5, 15 dan 25%.

Nilai kuat tarik σ (MPa)			
Nomor Spesimen	Kandungan CaCO_3 5%	Kandungan CaCO_3 15%	Kandungan CaCO_3 25%
1	24,659	24,456	22,042
2	21,91	24,898	21,884
3	25,925	24,199	23,108
4	21,065	24,923	22,461
5	20,172	24,509	23,561
<i>AVERAGE</i>	22,746	24,597	22,611
<i>STDV</i>	2,445	0,309	0,711
<i>MIN</i>	20,172	24,199	21,884
<i>MAX</i>	25,925	24,923	23,561



Gambar 4.2 Nilai kuat tarik material *polypropylene* dengan variasi kandungan *filler* CaCO_3 5, 15 dan 25%.

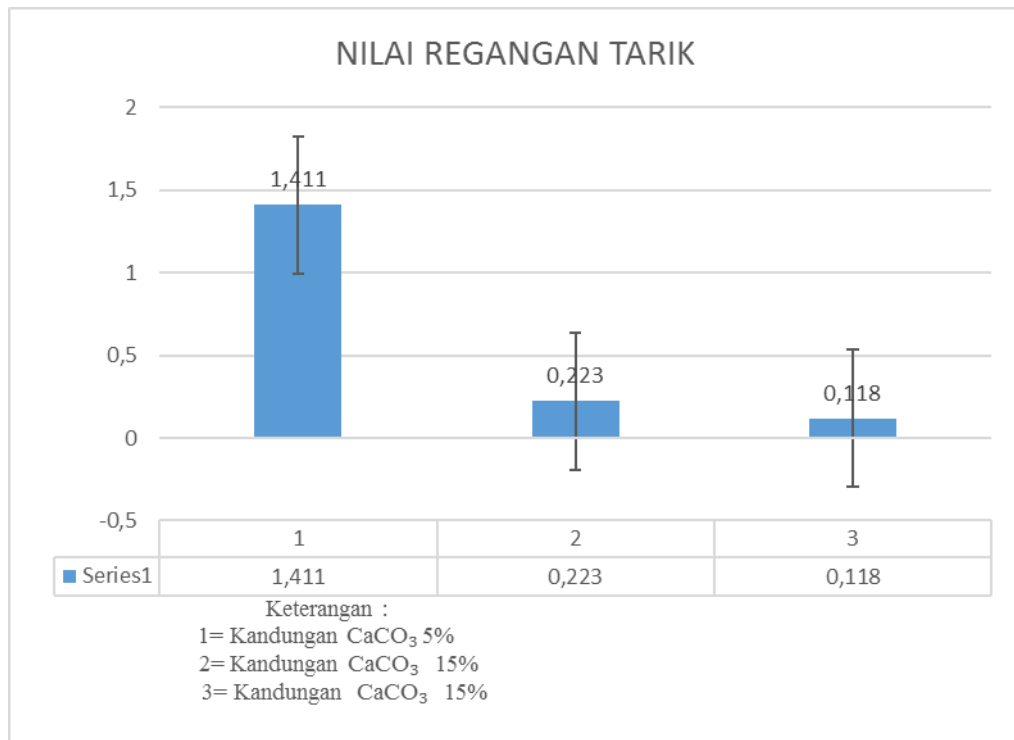
Gambar 4.2 menerangkan bahwa spesimen *multipurpose* material *polypropylene* dengan kandungan *filler* CaCO_3 5, 15 dan 25% mendapatkan nilai rata-rata kuat tarik sebesar 22,746 MPa, 24,509 MPa, 22,561 MPa dan nilai standar deviasi sebesar 2,445, 0,309 dan 0,711. Nilai kuat tarik tertinggi pada kandungan *filler* CaCO_3 15% dikarenakan distribusi CaCO_3 yang merata, hal ini akan dibahas detail pada gambar 4.9.

b. Regangan tarik material *polypropylene* dengan variasi kandungan *filler* kalsium karbonat (CaCO_3) 5, 15 dan 25%.

Hasil pengolahan data uji tarik didapat nilai kekuatan regangan yang dihitung menggunakan persamaan (2.2) ditunjukkan pada tabel 4.2 sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil perhitungan nilai regangan material *polypropylene* dengan persentase kandungan *filler* CaCO_3 5, 15 dan 25%.

No	Persentase kandungan CaCO_3	Regangan tarik			Standar Deviasi
		Minimal	Maksimal	Rata-rata	
1	5%	0,356	2,128	1,411	0,816
2	15%	0,184	0,336	0,223	0,064
3	25%	0,057	0,258	0,118	0,082

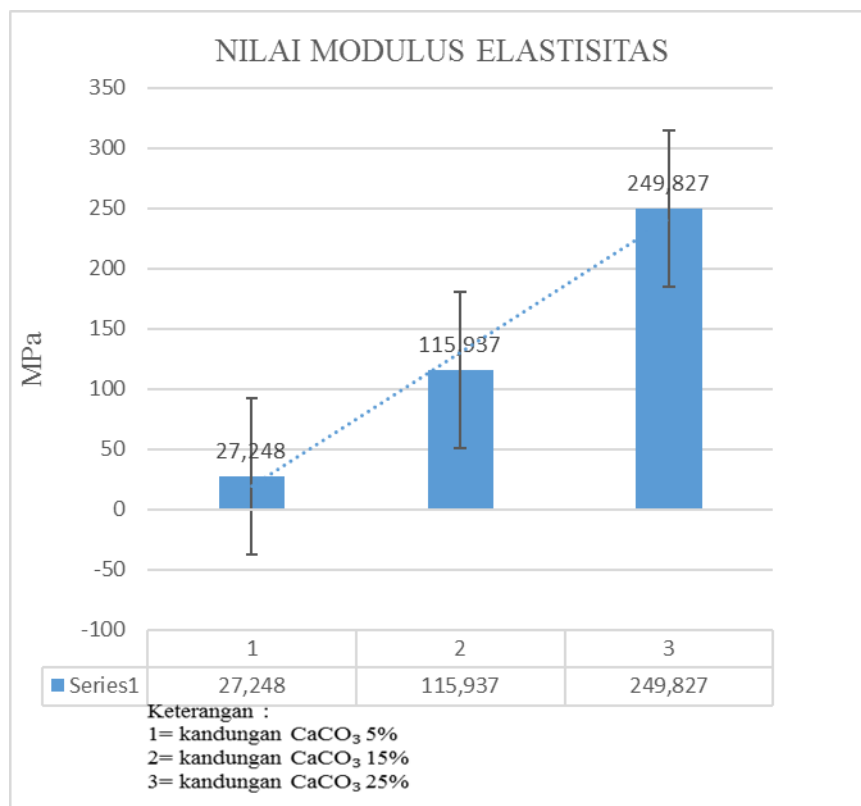


Gambar 4.3 Nilai regangan material *polypropylene* dengan variasi kandungan *filler* CaCO_3 5, 15 dan 25%.

Pada gambar 4.3 memberikan keterangan bahwa nilai rata-rata regangan spesimen *multipurpose* material *polypropylene* dengan kandungan *filler* CaCO_3 5, 15 dan 25% sebesar 1,411, 0,223 dan 0,118. Nilai standar deviasi sebesar 1,816, 0,064 dan 0,082. Menurunnya nilai regangan dari 1,411 sampai 0,223 seiring dengan bertambahnya persentase kandungan CaCO_3 maka dapat diambil kesimpulan bahwa dengan penambahan persentase CaCO_3 pada matriks *polypropylene* akan menjadikan spesimen *multipurpose* bersifat getas.

Tabel 4.3 Hasil perhitungan nilai modulus elastisitas material *polypropylene* dengan persentase kandungan *filler* CaCO₃ 5, 15 dan 25%.

No	Persentase Kandungan CaCO ₃	Modulus Elastisitas (MPa)			Standar Deviasi
		Minimal	Maksimal	Rata-rata	
1	5%	9,480	69,267	27,248	25,701
2	15%	72,021	135,315	115,937	25,264
3	25%	91,322	383,930	249,827	112,766



Gambar 4.4 Nilai modulus elastisitas

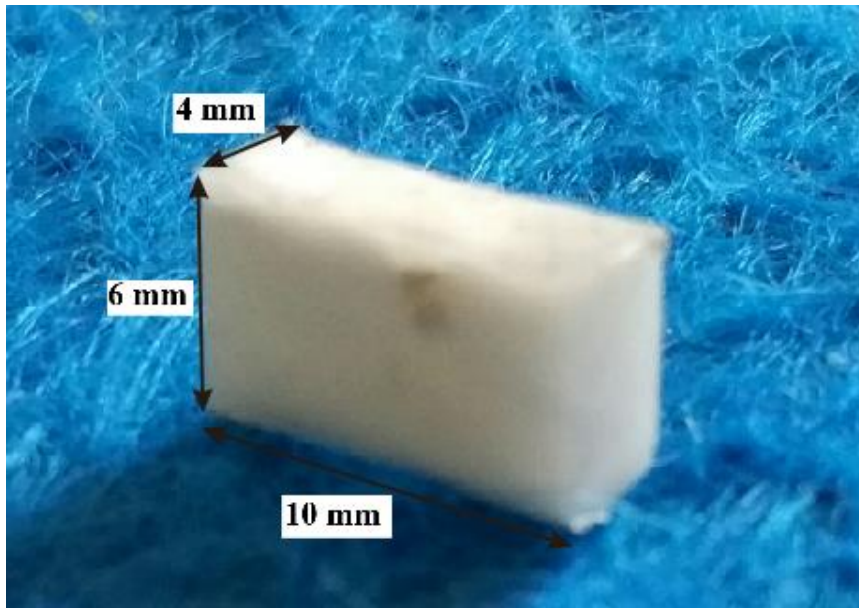
Pada tabel 4.4 memberikan keterangan bahwa nilai rata-rata modulus elastisitas material *polypropylene* dengan kandungan *filler* CaCO₃ 5, 15 dan 25% sebesar 27,248 , 115,937 dan 249,827 MPa. Nilai modulus elastisitas tertinggi pada kandungan CaCO₃ 25% sebesar 249,827 MPa. Penambahan CaCO₃ pada matriks *polypropylene* dapat meningkatkan nilai modulus elastisitas.

4.3 Analisa patahan uji kuat tarik

Setelah melakukan pengujian kuat tarik dengan 3 variasi kandungan *filler* CaCO_3 5, 15 dan 25% didapatkan nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 24,59 MPa pada kandungan *filler* CaCO_3 15%. Dari ke-lima spesimen *multipurpose* kandungan CaCO_3 15%, 4 diantaranya mengalami patah pada area yang jauh dari *gate injection* terlihat pada gambar 4.5. Hal diatas menjadi bahasan pada analisa patahan uji kuat tarik ini. Untuk menjawab kegagalan tersebut, peneliti melakukan analisa patahan spesimen dengan alat mikroskop optik. Sebelum dilakukan uji optik, *sample* uji terlebih dahulu dipotong dengan dimensi panjang 10 mm, lebar 4 mm dan tinggi 6 mm seperti terlihat pada gambar 4.6.

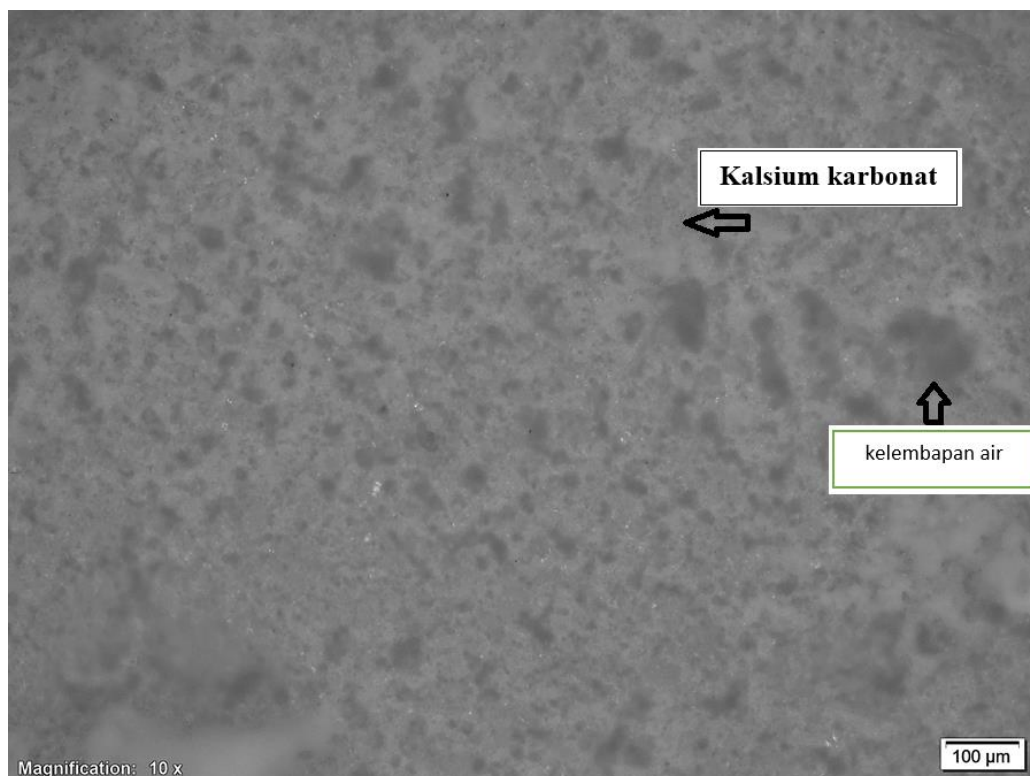


Gambar 4.5 Patahan spesimen *multipurpose* dengan kandungan *filler* CaCO_3 15%.



Gambar 4.6 Spesimen uji optik.

Sebelum melakukan uji optik untuk spesimen *multipurpose* dengan kadungan *filler* CaCO_3 15 dan 25%, peneliti melakukan uji optik pada bahan kalsium karbonat.



Gambar 4.7 Foto optik kalsium karbonat.

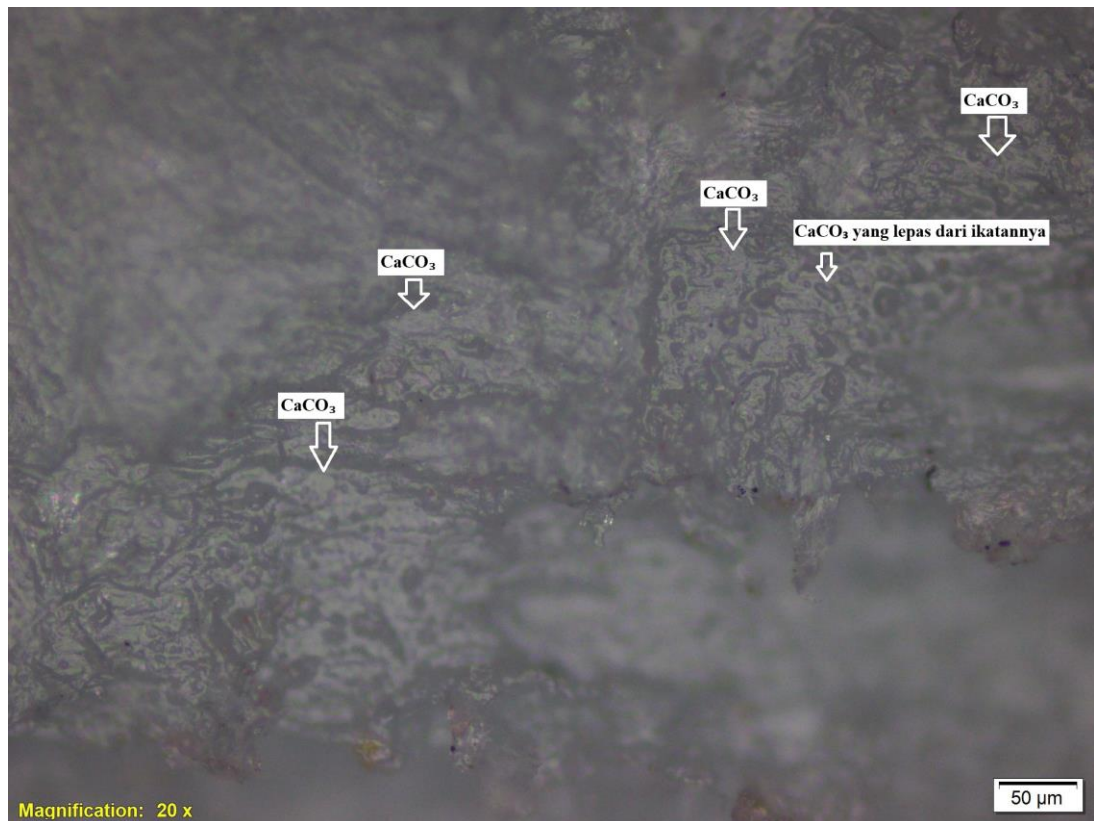
Pada gambar 4.7 menunjukkan foto optik bahan kalsium karbonat menggunakan perbesaran 1 kali dengan skala 100 μm yang mana dari gambar tersebut terlihat kalsium karbonat berwarna putih saling mengikat antar ikatannya, terlihat pula adanya kelembapan air yang berwarna kehitaman di bahan kalsium karbonat, kelembapan terjadi karena kalsium karbonat bersifat *hygroscopic* dapat menyerap air. Sifat *hygroscopic* pada kalsium karbonat menjadikannya lebih mudah menggumpal di area yang lembab, maka dalam setiap penelitian yang menggunakan bahan kalsium karbonat dibutuhkan proses pengayakan dan *drying*.



Gambar 4.8 Foto optik patahan spesimen uji kuat tarik dengan kandungan CaCO_3 15%.

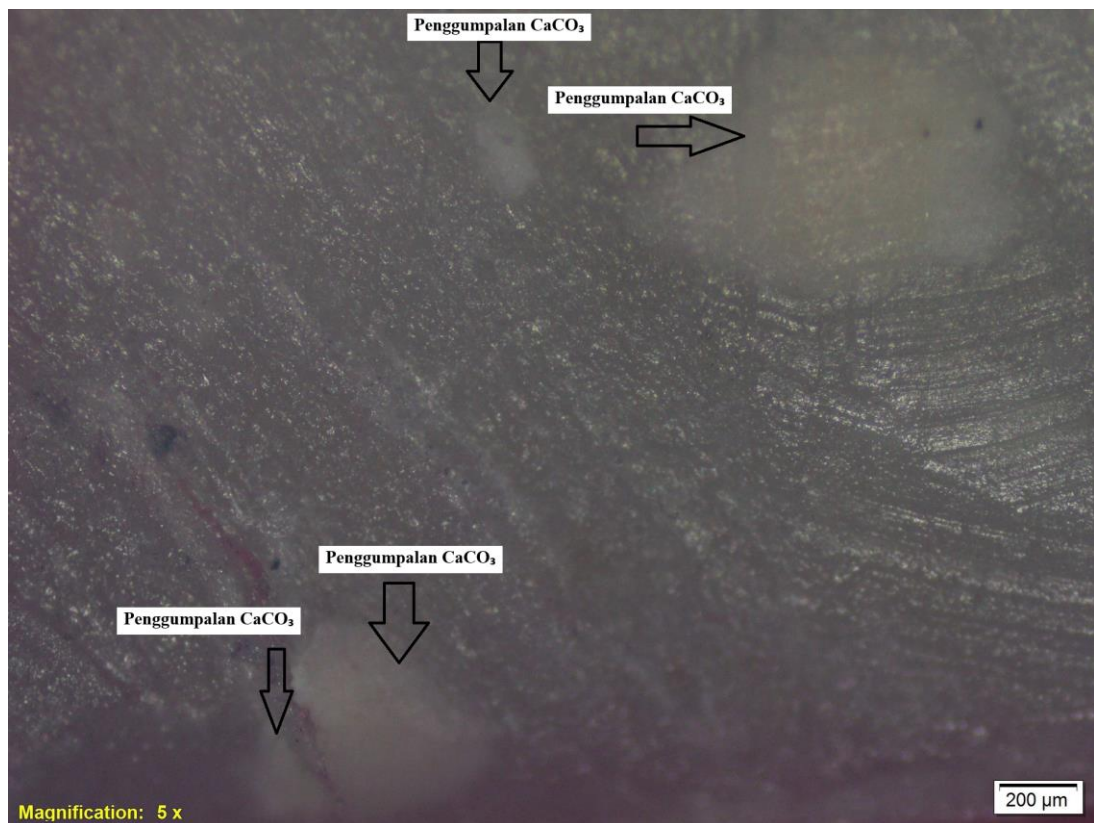
Setelah melakukan uji optik bahan kalsium karbonat, peneliti melakukan uji optik pada area patahan spesimen *multipurpose* kandungan *filler* CaCO_3 15% terlihat digambar 4.8 menunjukkan bahwa penyebaran *filler* kalsium karbonat pada area patahan belum merata dan adanya sedikit gumpalan kalsium karbonat di sebelah ujung permukaan.

Penjelasan diatas dapat menjadi jawaban untuk ke-lima spesimen uji yang mengalami patah diarea atas (area yang jauh dari *gate injection* di spesimen *multipurpose*)



Gambar 4.9 Foto optik pada area yang jauh dari patahan spesimen *multipurpose* kandungan CaCO_3 15%.

Untuk menjawab interpretasi peneliti pada nilai kuat tarik tertinggi yaitu pada material *polypropylene* dengan kandungan CaCO_3 15%, peneliti melakukan uji optik patahan spesimen seperti terlihat di gambar 4.9. Gambar 4.9 merupakan hasil optik area yang jauh dari patahan, adanya penyebaran kalsium karbonat diseluruh permukaan, hal ini menguatkan interpretasi peneliti bahwa distribusi kandungan CaCO_3 15% dapat merata di permukaan spesimen *multipurpose* dan area yang jauh dari patahan pada lebih kuat disbandingkan dengan area patahan sehingga dapat menahan gaya yang bekerja saat pembebanan tarik.



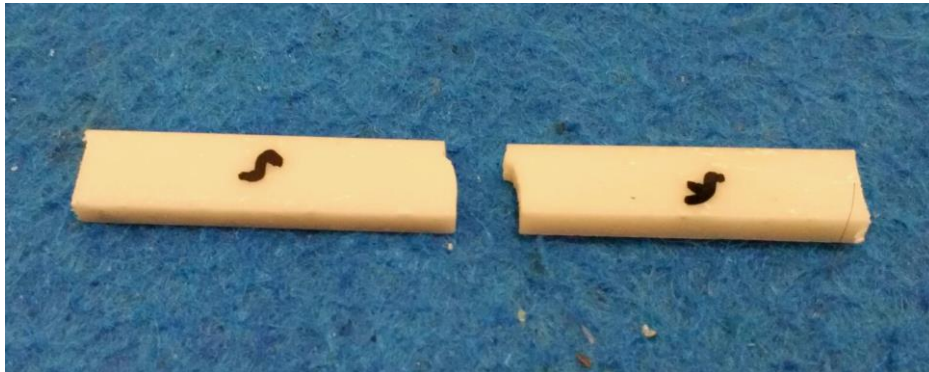
Gambar 4.10 Foto optik patahan spesimen *multipurpose* dengan kandungan kalsium karbonat 25%.

Untuk memverifikasi nilai kuat tarik terkecil yaitu 22,61 MPa pada kandungan *filler* CaCO_3 25%, peneliti melakukan uji optik. Hasil yang didapatkan sangat berbeda dengan hasil uji optik kandungan 15% dapat terlihat pada gambar 4.10. Adanya penggumpalan kalsium karbonat di beberapa titik permukaan spesimen, hal tersebut menguatkan interpretasi peneliti bahwa penyebab menurunnya nilai kuat tarik kandungan *filler* CaCO_3 25% dikarenakan adanya penggumpalan CaCO_3 disekitar area patahan yang berukuran besar.

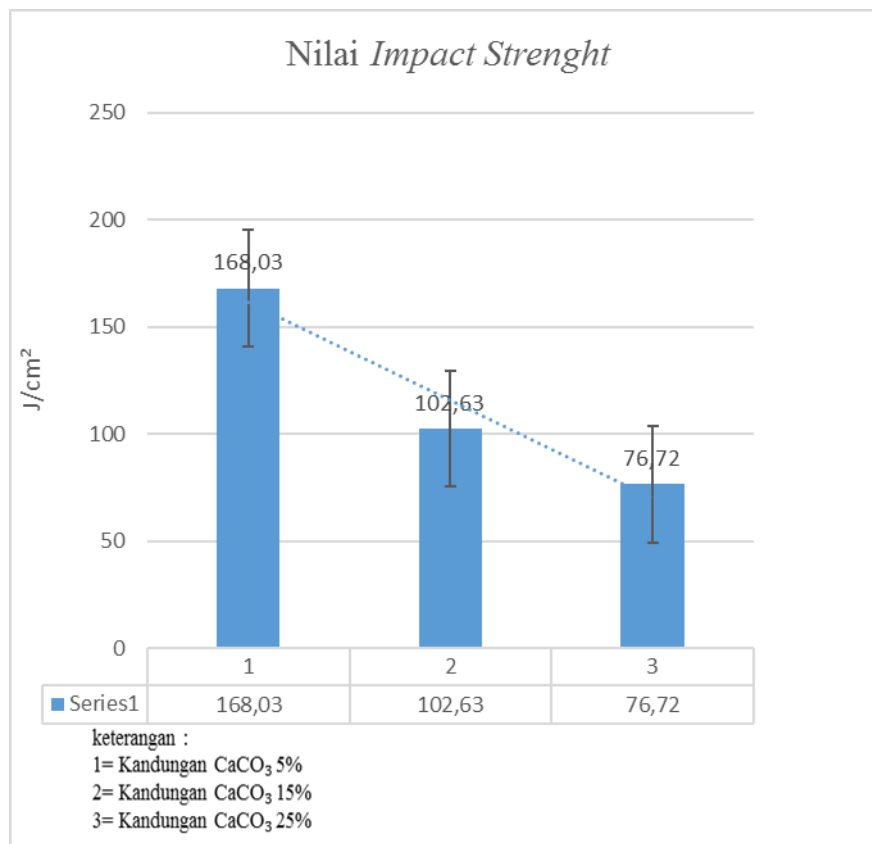
4.3 Hasil pengujian impak.

Hasil pengujian impak tanpa takikan spesimen *multipurpose* menunjukkan perbedaan yang signifikan, perbedaan tersebut dapat dilihat pada gambar 4.11.

Hasil patahan setelah pengujian impak sebagai berikut :



Gambar 4.11 Spesimen setelah pengujian impak.

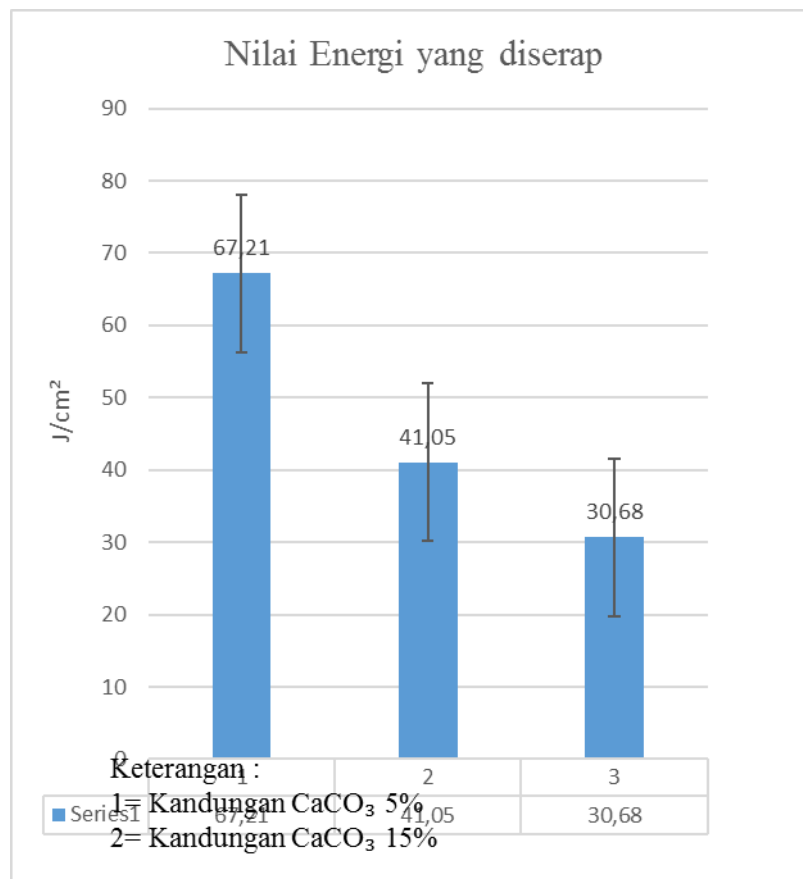


Gambar 4.12 Grafik perbandingan nilai rata-rata *impact strength* material *Polypropylene filler* CaCO_3 .

Tabel 4.4 Hasil perhitungan nilai *impact strength* material *Polypropylene* dengan kandungan *filler* CaCO₃ 5, 15 dan 25%.

Persentase (CaCO ₃)	Min (J/cm ²)	Max (J/cm ²)	Average (J/cm ²)
5%	110,897	248,074	168,030
15%	76,450	147,491	102,634
25%	44,193	110,897	76,724

Analisa data gambar 4.12 didapatkan hasil nilai *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* dengan bertambahnya persentase kandungan *filler* kalsium karbonat. Hal ini menunjukkan bahwa sifat material *polypropylene* dengan ditamhkannya persentase kandungan *filler* CaCO₃ dapat bersifat getas (*brittle fracture*).



Gambar 4.13 Grafik nilai rata-rata energi yang diserap.

Table 4.5 Hasil perhitungan nilai energi yang diserap material *Polypropylene* dengan kandungan *filler* CaCO₃ 5, 15 dan 25%.

Persentase (CaCO ₃)	Min (Joule)	Max (Joule)	Average (Joule)
5%	44.35	99.22	67,21
15%	30.58	58.99	41,05
25%	17.67	44.35	30,68

Keterangan :

Analisa data tabel 4.5 menunjukkan penurunan nilai rata-rata energi impact material *polypropylene* dengan kandungan *filler* kalsium karbonat 5, 15 dan 25% sebesar 67,21 Joule, 41,05 Joule dan 30,68 Joule. Hal ini berpengaruh pada banyaknya energi yang diperlukan untuk mematahkan batang uji. Jadi, semakin besar nilai energi impact maka semakin besar kemampuan menahan beban kejut dan sebaliknya.

Hasil kekuatan tarik tertinggi material *polypropylene* variasi kandungan *filler* CaCO₃ 5, 15 dan 25% dengan metode *injection molding* yaitu kandungan CaCO₃ 15% sebesar 24,59 MPa. Sedangkan pada penelitian yang telah dilakukan adeosun, *et al.*, (2013) material *polypropylene filler* CaCO₃ dengan metode *hot press* menghasilkan nilai kekuatan tarik tertinggi pada kandungan 25% sebesar 7.5 MPa. Dari hasil tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa perbedaaan metode pembentukan dapat mempengaruhi nilai kekuatan tarik suatu material.

Hasil modulus elastisitas tertinggi yaitu pada kandungan *filler* CaCO₃ 25% sebesar 249,827 MPa. Sedangkan pada penelitian yang telah dilakukan J.Z.Liang, *et al.*, (1998) menghasilkan nilai modulus elastisitas tertinggi pada kandungan *filler* CaCO₃ 30% sebesar 284,5 MPa. Dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan penabahan *filler* CaCO₃ pada matriks *polypropylene* dapat meningkatkan nilai modulus elastisitas.