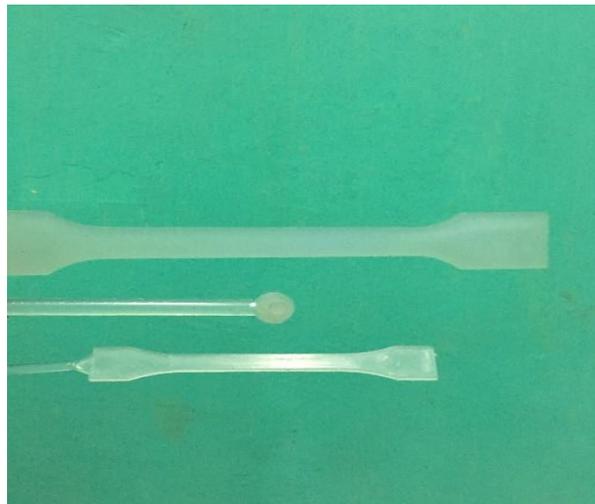


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil spesimen *multipurpose*

Proses pembuatan spesimen *multipurpose* memenuhi standar ISO 294-1 seperti pada Gambar 4.1 (menggunakan mesin *injection molding*). Hasil spesimen PP murni, PP + CaCO₃ 15% (400 *mesh*, 200 *mesh*, *As- received*) ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.1. Spesimen *multipurpose polypropylene* HI10HO

Keterangan :

- Produk : Spesimen *Multipurpose Polypropylene* HI10HO
- Mesin : *Injection Molding Machine 70* MEIKI
- Proses injeksi : 42 detik/spesimen
- Masa : 78,6 gram
- Panjang : 150 mm
- Lebar : 10 mm
- Tebal : 4 mm



Gambar 4.2. Spesimen *multipurpose polypropylene* HI10HO

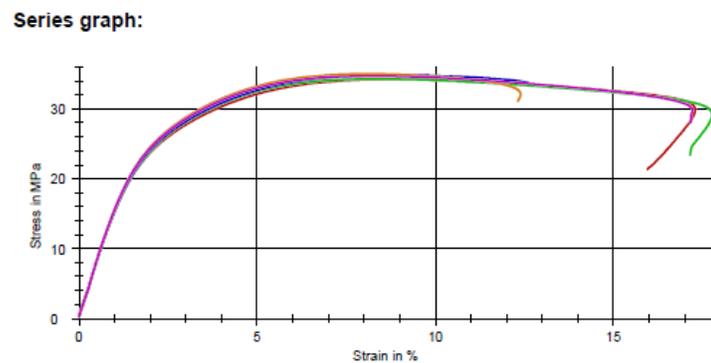
Keterangan :

Penamaan spesimen *multipurpose* dari sebelah kiri

- *Polypropylene* murni
- *Polypropylene / CaCO₃ as-received*
- *Polypropylene / CaCO₃ 200 mesh*
- *Polypropylene / CaCO₃ 400 mesh*

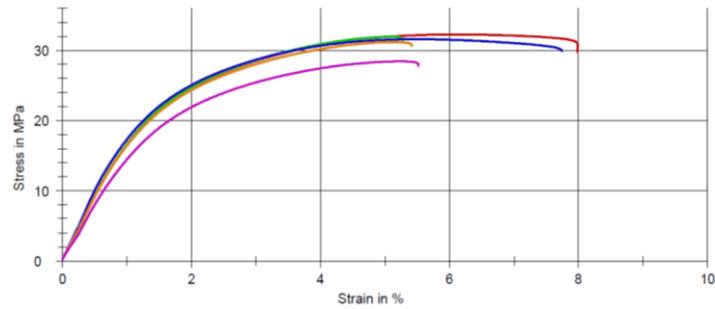
4.2. Hasil pengujian tarik

4.2.1. Grafik PP Murni, PP/CaCO₃ (As- received), (200 mesh), (400 mesh)



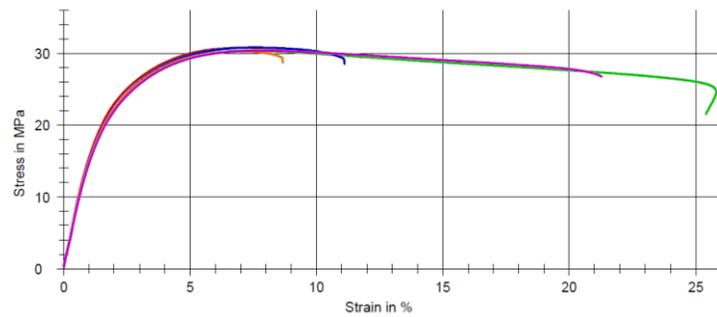
Gambar 4.3. Grafik uji tarik PP murni

Series graph:



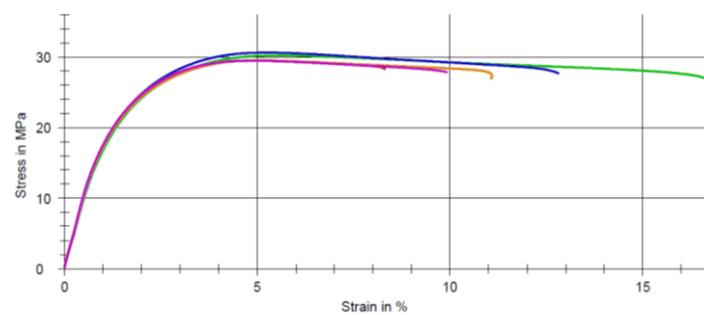
Gambar 4.4. Grafik uji tarik PP/ CaCO₃ As- received

Series graph:



Gambar 4.5. Grafik uji tarik PP/ CaCO₃ 200 mesh

Series graph:



Gambar 4.6. Grafik uji tarik PP/ CaCO₃ 400 mesh

Analisa pada Gambar 4.3 menjelaskan nilai dari uji tarik dari lima spesimen yaitu sebesar 34,2 MPa, 34,3 MPa, 34,9 MPa, 35,0 MPa, 34,7 MPa. Dari 5 spesimen uji tarik didapatkan nilai maksimum pada spesimen uji yang ke-4 yaitu sebesar 35,0 MPa.

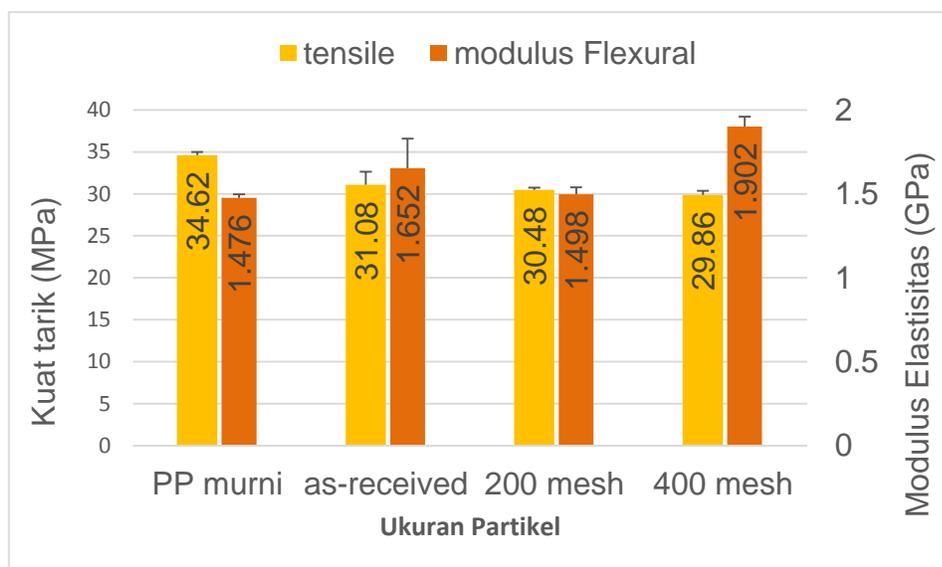
Analisa pada Gambar 4.4 menjelaskan nilai dari uji tarik dari lima spesimen yaitu sebesar 32,3 MPa, 31,9 MPa, 31,6 MPa, 31,2 MPa, 28,4 MPa. Dari 5 spesimen uji tarik didapatkan nilai maksimum pada spesimen uji yang ke-1 yaitu sebesar 32,3 MPa.

Analisa pada Gambar 4.5 menjelaskan nilai dari uji tarik dari lima spesimen yaitu sebesar 30,7 MPa, 30,3 MPa, 30,8 MPa, 30,2 MPa, 30,4 MPa. Dari 5 spesimen uji tarik didapatkan nilai maksimum pada spesimen uji yang ke-3 yaitu sebesar 30,8 MPa

Analisa pada Gambar 4.6 menjelaskan nilai dari uji tarik dari lima spesimen yaitu sebesar 29,5 MPa, 30,2 MPa, 30,6 MPa, 29,5 MPa, 29,5 MPa. Dari 5 spesimen uji tarik didapatkan nilai maksimum pada spesimen uji yang ke-3 yaitu sebesar 30,6 MPa.

4.3.2. Hasil dan pembahasan uji tarik

a. kekuatan dan modulus tarik

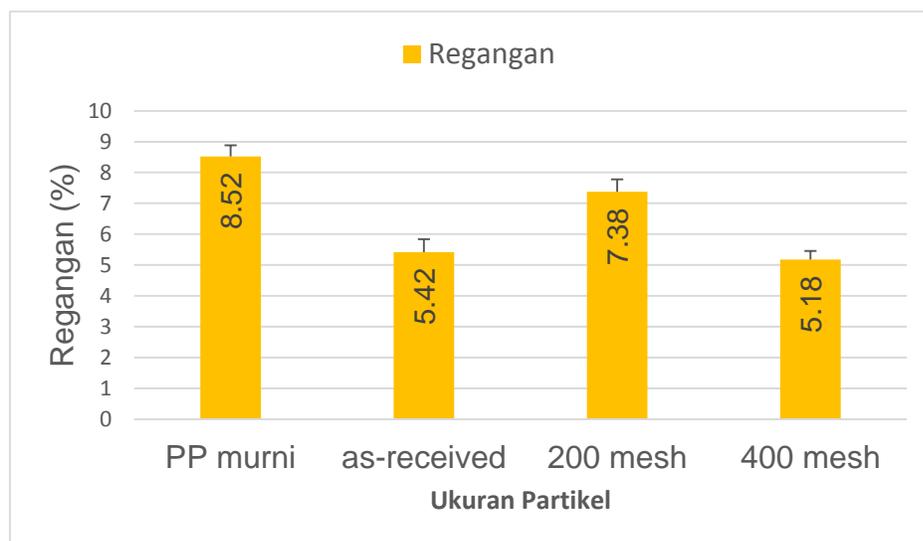


Gambar 4.7. Nilai kuat tarik dan modulus elastisitas PP Murni dan PP/CaCO₃

Pada Gambar 4.7 dijelaskan hasil dari data spesimen PP murni, dan PP/CaCO₃ variasi *as-received*, 200 *mesh*, 400 *mesh* dapat dianalisa yaitu terjadi penurunan nilai tengangan. Penurunan terjadi karena penambahan partikel *filler* CaCO₃. Yang K. dkk, (2007) meneliti komposit PP/CaCO₃ dengan ukuran partikel 25 µm, 0,07 µm, dan *hybrid* 25 dan 0,07 µm menggunakan variasi volume 10-40%. Hasil penelitian yang dilakukan mendapatkan hasil uji mekanis kuat tarik optimum pada 10% membuat nilai kuat tariknya meningkat sedangkan penurunan terjadi pada 20% penambahan fraksi volume. Pada partikel 25 µm, 0,07 µm dengan volume 20% mendapatkan nilai 32,7 MPa dan 26,7 MPa.

Dapat dianalisa bahwa besarnya nilai modulus elastisita mempengaruhi kekakuan dari sifat material tersebut. Dari variasi PP/ CaCO₃ mengalami kenaikan dari nilai modulus elatisitasnya. Menurut (Fu S.F. dkk, 2007) melakukan penelitian dengan komposit PP/CaCO₃ dengan perbandingan nano partikel 21 nm dengan 39 nm, menyatakan bahwa komposit dengan penambahan ukuran *filler* yang lebih kecil akan membuat nilai modulus elastisitas lebih besar dari ukuran komposit dengan partikel yang lebih besar.

b. Regangan tarik

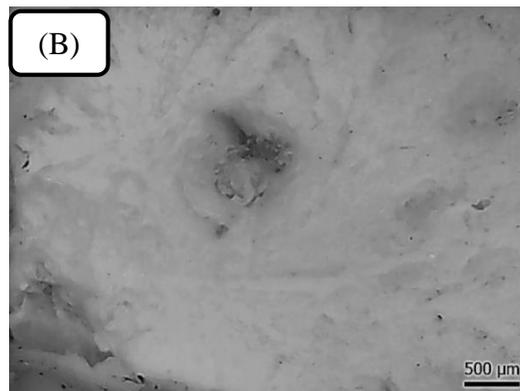
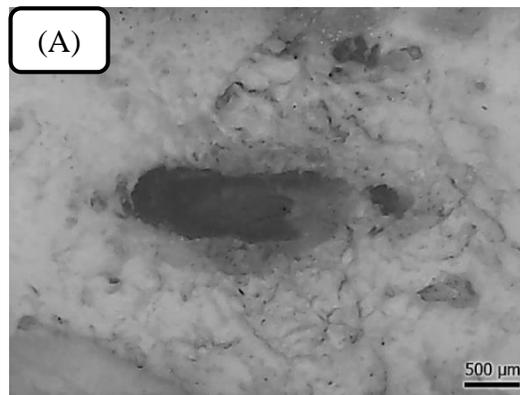


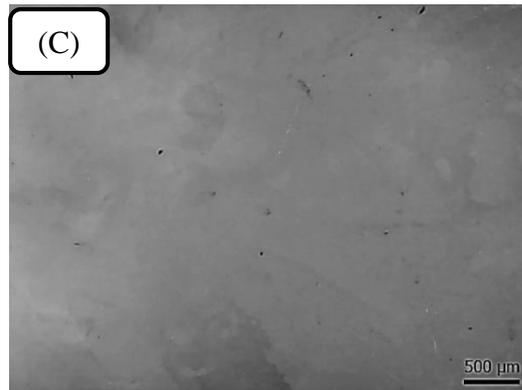
Gambar 4.8. Nilai Regangan uji tarik PP Murni, dan PP/CaCO₃

Pada Gambar 4.9 dapat dianalisa bahwa semakin rendah nilai regangan dapat membuat spesimen menjadi getas. Dari data grafik diatas PP murni memiliki ragangan tertinggi dan pada penambahan CaCO₃ nilai regangannya semakin menurun. Menurut Arnando A. (2018) menjelaskan jika nilai tegangan menurun maka nilai regangan juga mengalami penurunan.

c. Struktur potongan spesimen uji tarik dengan citra optik

Komposit hasil uji tarik dipotong pada bagian bawah patahan kurang dari 1cm. Hasil potongan diamati menggunakan mikroskop optik digita

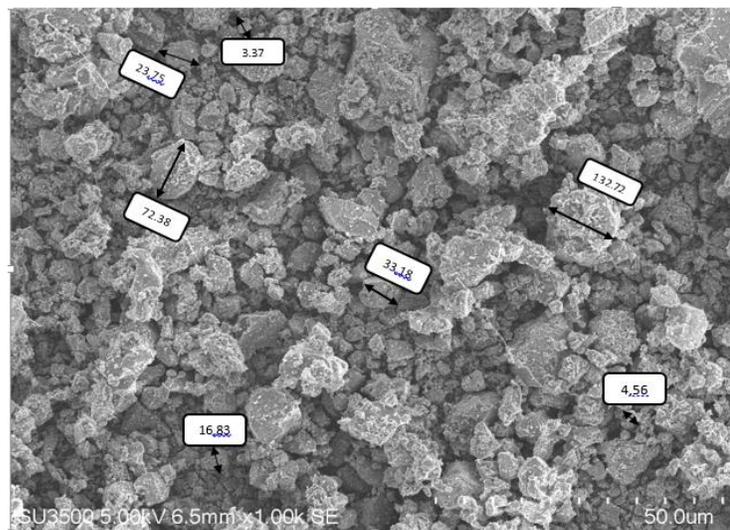




Gambar 4.9. Uji optik PP/CaCO₃ (A) *As-received* (B) 200 mesh (C) 400 mesh

Komposit hasil pengujian tarik dilihat persebaran CaCO₃ menggunakan mikroskop optik digital. Hasil menunjukkan terdapat lubang pada spesimen uji optik. Dapat dilihat pada Gambar 4.9 diatas bahwa pada spesimen *as-received* dan 200 mesh terdapat void, terjadi karena ada udara yang terjebak pada spesimen *multipurpose* terlihat jelas pada spesimen.

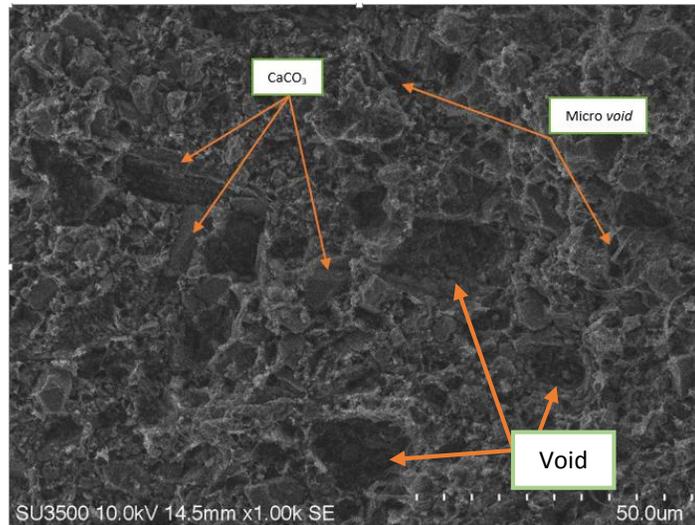
d. Struktur kalsium karbonat (CaCO₃) dengan citra SEM



Gambar 4.10. Foto citra SEM kalsium karbonat (CaCO₃) perbesaran 1000x

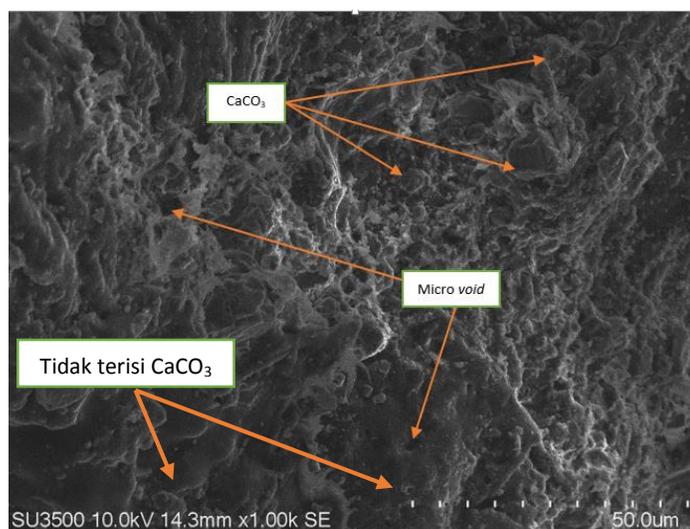
Pada Gambar 4.10. merupakan foto SEM untuk mencari ukuran partikel CaCO₃. Pada pengukuran partikel CaCO₃ didapatkan ukurannya yaitu 132,72 μm - 3,37 μm

e. Struktur patahan spesimen uji tarik dengan citra SEM



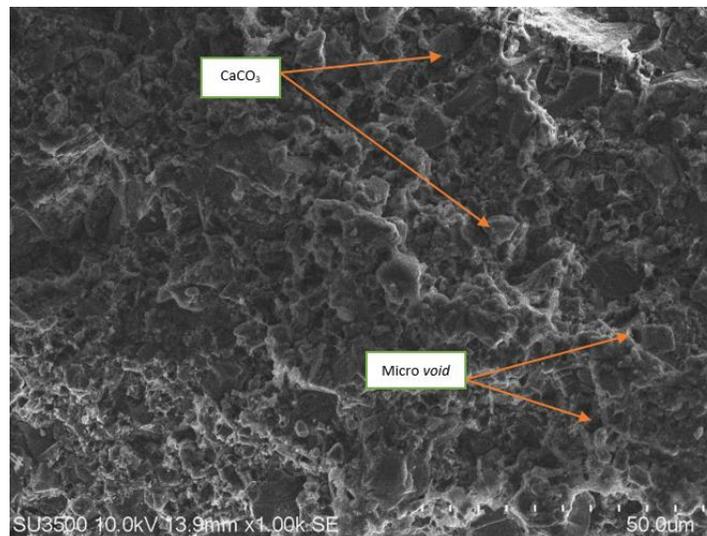
Gambar 4 11. Foto SEM struktur patahan komposit PP/CaCO₃ *as-received*

Pada Gambar 4.11. merupakan struktur patahan uji tarik PP/CaCO₃ *as-received* yang dilihat menggunakan SEM. Pada variasi *as-received* dapat dilihat bahwa terdapat CaCO₃ yang berukuran besar karena tidak dilakukan pengayakan, karena penggumpalan CaCO₃ membuat persebarannya tidak merata. Terdapat micro void dan void berukuran besar dari foto patahan komposit PP/ CaCO₃ mengakibatkan nilai kuat tarik komposit menurun. Terjadinya void karena ketika proses fabrigasi ada udara yang terjebak.



Gambar 4.12. Foto SEM struktur patahan komposit PP/CaCO₃ 200 *mesh*

Pada Gambar 4.12. merupakan struktur patahan uji tarik PP/CaCO₃ 200 *mesh* yang dilihat menggunakan SEM. Pada variasi 200 *mesh* ukuran partikel lebih kecil karena dilakukan penyaringan pada CaCO₃ namun masih terdapat CaCO₃ yang ukurannya sedikit lebih besar. Persebaran CaCO₃ masih kurang merata karena serbuk CaCO₃ masih berkumpul pada titik tertentu. Terdapat micro void dari foto patahan komposit PP/CaCO₃ mengakibatkan nilai kuat tarik komposit menurun. Terjadinya void karena ketika proses fabrigasi ada udara yang terjebak.



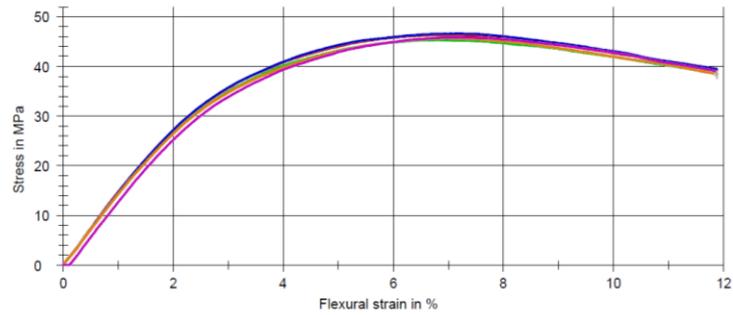
Gambar 4.13. Foto SEM struktur patahan komposit PP/CaCO₃ 400 *mesh*

Pada Gambar 4.13. merupakan struktur patahan uji tarik PP/CaCO₃ 400 *mesh* yang dilihat menggunakan SEM. Pada variasi 400 *mesh* partikel CaCO₃ ukurannya terlihat lebih kecil dan persebaran CaCO₃ merata karena ukuran saringan yang lebih kecil. Terdapat *micro void* dari seluruh foto patahan komposit membuat nilai kuat tarik semakin tidak optimal. Terjadinya *micro void* karena terdapat ruang kosong pada komposit, terbentuk ketika proses fabrikasi terdapat udara yang terjebak.

4.4. Hasil pengujian *bending*

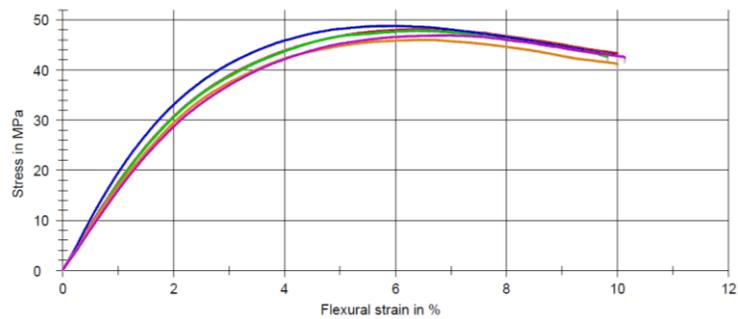
4.4.1. Grafik PP Murni, PP/CaCO₃ (As- received), (400 mesh), (200 mesh)

Series graph:



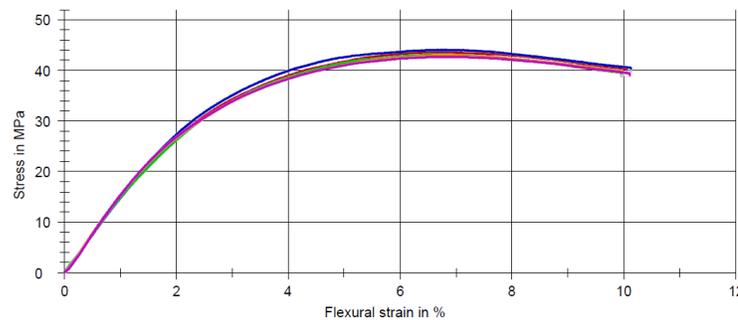
Gambar 4.14. Grafik uji bending PP murni

Series graph:



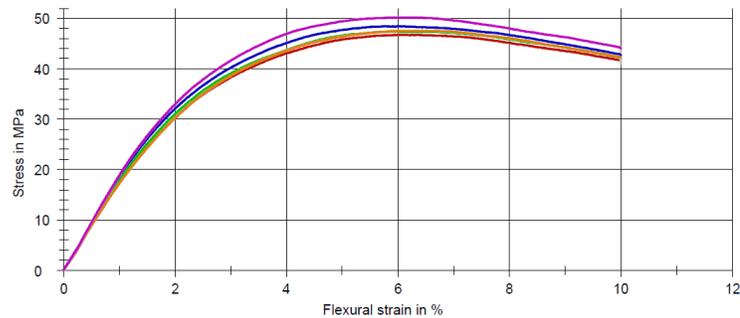
Gambar 4.15. Grafik uji bending PP/CaCO₃ as-received

Series graph:



Gambar 4.16. Grafik uji bending PP/CaCO₃ 200 mesh

Series graph:



Gambar 4.17. Grafik uji *bending* PP/CaCO₃ 400 mesh

Pada Gambar 4.14. menjelaskan nilai dari uji *bending* dari lima spesimen yaitu sebesar 46,3 MPa, 45,3 MPa, 46,7 MPa, 45,7 MPa, 45,9 MPa. Dari 5 spesimen uji *bending* didapatkan nilai maksimum pada spesimen uji yang ke-3 yaitu sebesar 46,7 MPa.

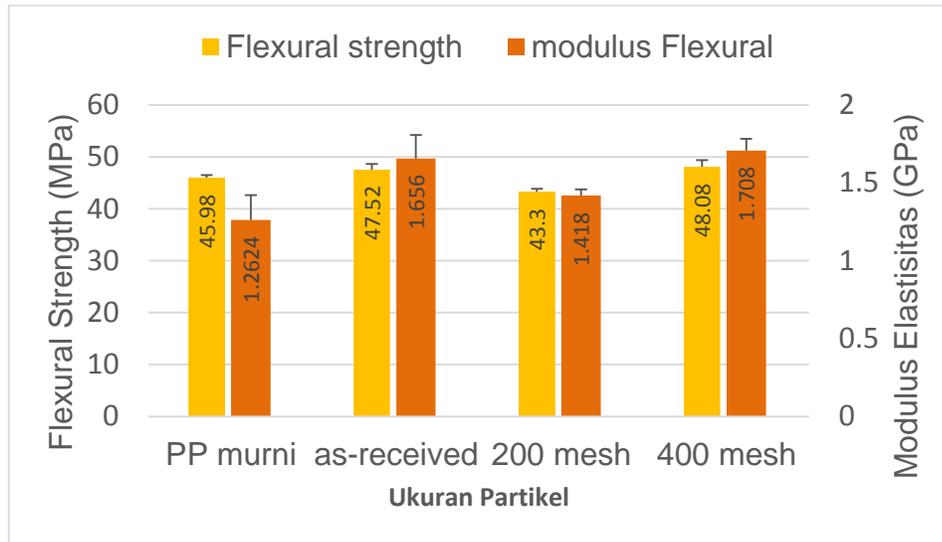
Pada Gambar 4.15 menjelaskan nilai dari uji *bending* dari lima spesimen yaitu sebesar 48,1 MPa, 47,8 MPa, 48,8 MPa, 46,0 MPa, 46,9 MPa. Dari 5 spesimen uji *bending* didapatkan nilai maksimum pada spesimen uji yang ke-3 yaitu sebesar 48,8 MPa.

Pada Gambar 4.16. menjelaskan nilai dari uji *bending* dari lima spesimen yaitu sebesar 43,6 MPa, 43,1 MPa, 44,1 MPa, 43,0 MPa, 42,7 MPa. Dari 5 spesimen uji *bending* didapatkan nilai maksimum pada spesimen uji yang ke-3 yaitu sebesar 44,1 MPa.

Pada Gambar 4.17. menjelaskan nilai dari uji *bending* dari lima spesimen yaitu sebesar 46,8 MPa, 47,4 MPa, 48,4 MPa, 47,6 MPa, 50,2 MPa. Dari 5 spesimen uji *bending* didapatkan nilai maksimum pada spesimen uji yang ke-5 yaitu sebesar 50,2 MPa.

4.4.2. Hasil dan pembahasan uji *bending*

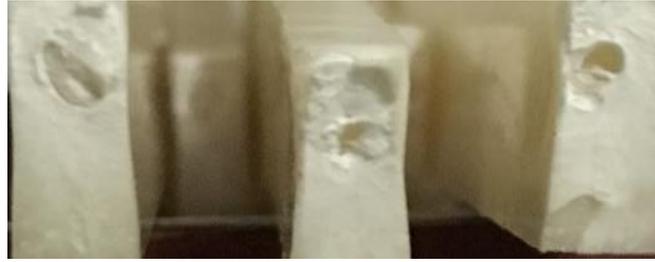
a. Kekuatan dan modulus bending



Gambar 4.18. Nilai kekuatan uji *bending* dan modulus PP murni, dan PP/CaCO₃

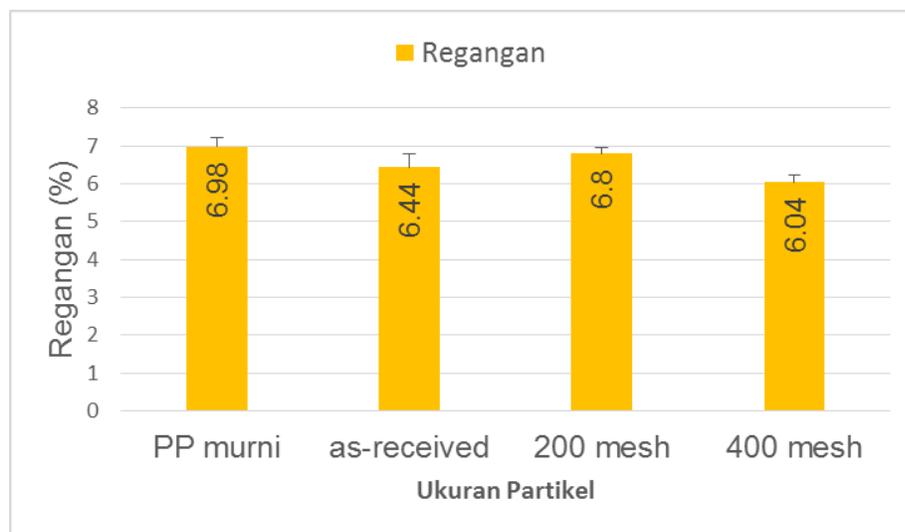
Pada Gambar 4.18. dijelaskan hasil dari spesimen PP murni, dan PP/CaCO₃ variasi *as-received*, *200 mesh*, *400 mesh* dapat dianalisa bahwa semakin kecil ukuran partikel CaCO₃ nilai kekuatan *bending* semakin tinggi. Nilai tertinggi yaitu pada PP/ CaCO₃ *400 mesh* sebesar 48,08 MPa dan terendah pada PP/ CaCO₃ *200 mesh* 43,3 MPa. Penelitian Fu S.F. dkk, (2007) penambahan CaCO₃ dengan ukuran partikel lebih kecil akan menaikkan nilai kuat bendingnya.

Nilai modulus elastisitas semakin naik pada PP murni didapat nilai rata- rata 1,2624 GPa, *as-received* didapat nilai rata- rata 1,656 GPa , *200 mesh* didapat nilai rata- rata 1,418 GPa, dan *400 mesh* didapat nilai rata- rata 1,708 GPa. Dapat disimpulkan bahwa ukuran *filler* CaCO₃ dapat meningkatkan nilai modulus elastisitas. Menurut Fu S.Y. dkk, (2007) melakukan penelitian dengan komposit PP/CaCO₃ dengan perbandingan nano partikel 21 nm dengan 39 nm, menyatakan bahwa komposit dengan penambahan ukuran filler yang lebih kecil akan membuat nilai modulus elastisitas akan lebih tinggi.



Gambar 4.19. Foto patahan spesimen PP/ CaCO₃ 200 mesh

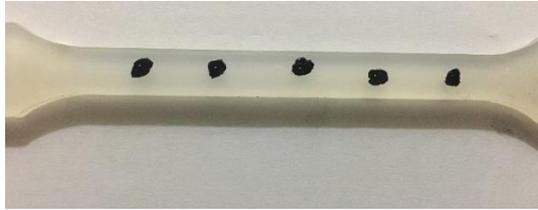
Untuk mengkaji nilai kuat *bending* terkecil yaitu 43,3 MPa pada spesimen PP/CaCO₃ 200 mesh. Pada Gambar 4.19. diatas menunjukkan adanya *void* pada spesimen uji yang membuat nilai kuat *bending* turun, hal ini menguatkan peneliti bahwa penyebab menurunnya nilai kuat *bending* kandungan PP/CaCO₃ 200 mesh karena adanya *void* pada tiga spesimen uji yang berukuran lumayan besar.



Gambar 4.20. Nilai Regangan uji *bending* PP murni, dan PP/CaCO₃

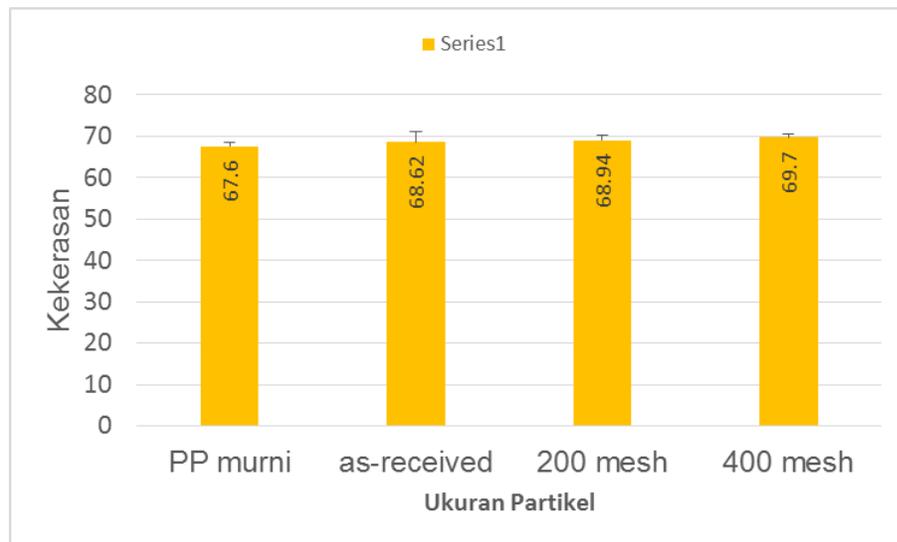
Pada Gambar 4.20. dijelaskan pada PP murni memiliki nilai regangan yang paling tinggi dikarenakan sifat material yang lentur dan pada penambahan CaCO₃ nilai renggangannya semakin menurun. Menurut Perdana dkk, (2016) penambahan serbuk kalsium karbonat membuat material komposit menjadi relatif kuat dan kaku.

4.5. Hasil dan pembahasan pengujian kekerasan



Gambar 4.21. Foto spesimen uji kekerasan lima titik

Dari hasil pengujian kekerasan pada material PP murni dan PP/CaCO₃ masing-masing variasi terdapat 3 spesimen yang di uji. Dari 3 spesimen diambil 5 titik dan diambil nilai rata-rata seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.21.



Gambar 4.22. Nilai kekerasan Shore D PP murni, dan PP/CaCO₃

Pada Gambar 4.22. dijelaskan hasil dari spesimen PP murni, dan PP/CaCO₃ variasi *as-received*, *200 mesh*, *400 mesh* dapat dianalisa bahwa nilai kekerasan tidak mengalami kenaikan yang terlalu signifikan. Dikarenakan pada spesimen persebaran serbuk CaCO₃ yang tidak merata yang membuat kekerasan spesimen multipurpose berbeda nilainya disetiap titiknya.

Buasri A, dkk (2012) pernah melakukan penelitian tentang nano komposit PP/CaCO₃ dengan ukuran partikel 40 nm. Pada pengujian kekerasan PP murni 66,7 Shore D dan meningkat nilainya pada nano komposit PP/CaCO₃ penambahan 3% CaCO₃ sebesar 68,7 Shore D. Hasil menunjukan penambahan CaCO₃ meningkatkan sifat mekanis PP meskipun relative kecil peningkatannya.