

Analisis Penambahan Warna *Masterbatch* 1%, 5% dan 15% Terhadap Kekuatan Tarik Material Plastik *Polypropylene* (PP)

Vita Diana¹, Hartono Widjaja²

^{1,2} Teknologi Pembuatan Perkakas Presisi, Politeknik Manufaktur Bandung

Email: vitadiana369@gmail.com

Informasi Artikel:	ABSTRAK
<p><i>Received:</i> 03 Agustus 2022</p> <p><i>Accepted:</i> 01 Oktober 2022</p> <p><i>Available:</i> 15Desember 2022</p>	<p>Plastik memiliki peran yang sangat besar dalam kehidupan sehari-hari, biasanya digunakan dalam kebutuhan rumah tangga hingga industri otomotif. Salah satu jenis plastik penggunaannya sangat luas yaitu polypropylene (PP). Polypropylene (PP) memiliki sifat unik, fleksibel dan titik leleh yang relatif rendah sehingga membuatnya menonjol sebagai bahan yang sangat baik untuk berbagai penggunaan seperti tali, tutup engsel, kemasan makanan dan industri otomotif. Penambahan zat pewarna terhadap material plastik dapat berpengaruh terhadap sifat baik yang dimiliki oleh plastik salah satunya yaitu kekuatan tarik, pada umumnya penambahan pewarna diberikan sebanyak 1 kg pewarna granulat berbanding 25 kg plastik (4% perwarna granulat). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik material plastik polypropylene (PP) pada penambahan pewarna 1%, 5% dan 15%. Sehingga diperlukan pengujian untuk mengkaji kekuatan tarik yang terdiri 3 (tiga) komponen yaitu: 1. Yield strength, 2. Kekuatan tarik maksimum dan 3. Modulus elastisitas. Pembuatan spesimen produk menggunakan standar ASTM D638 dan dibuat menggunakan proses injection moulding. Nilai yield strength, kekuatan tarik maksimum dan modulus elastisitas pada material plastik yang tidak ditambahkan pewarna sebesar 30,02 N/mm², 42,47 N/mm² dan 0,43 GPa. Sementara pada penambahan pewarna sebesar 1%, 5% dan 15% masing-masing nilainya yaitu 1. Yield Strength 32,53 N/mm², 30,59 N/mm² dan 28,29 N/mm², 2. Kekuatan tarik maksimum 46,13 N/mm², 45,33 N/mm² dan 41,57 N/mm², 3. Modulus elastisitas 0,58 GPa, 0,55 GPa dan 0,42 GPa. Hasil penelitian diperoleh peningkatan pada nilai yield strength, kekuatan tarik maksimum dan modulus elastisitas pada tingkat penambahan perwarna sebesar 1% namun nilainya menurun pada penambahan perwarna sebesar 5% & 15 %.</p>
<p>Kata Kunci:</p> <p>Polypropylene Masterbatch Injection molding Tensile strength</p>	<p>ABSTRACT</p> <p><i>Plastic has a very big role in everyday life, usually used for household needs, and in the automotive industry. One of the most widely used types of plastic is polypropylene (PP). Polypropylene (PP) has unique properties, flexibility, and a relatively low melting point that makes it stand out as an excellent material for a variety of applications such as ropes, hinge caps, food packaging, and the automotive industry. The addition of dyes to plastic materials can affect the good properties of plastics, one of which is tensile strength. In general, the addition of dye is given as much as 1 kg of granulated dye compared to 25 kg of plastic (4% granulated dye). This study aims to determine the tensile strength of polypropylene (PP) plastic material with the addition of 1%, 5% and 15% dye. So, it is necessary to test to assess the tensile strength which consists of 3 (three) components, namely: 1. Yield strength. 2. Maximum tensile strength and 3. Modulus of elasticity. The manufacture of product specimens uses the ASTM D638 standard and is made using the injection molding process. The values of yield strength, maximum tensile strength and modulus of elasticity on plastic materials without added dye were 30.02 N/mm², 42.47 N/mm² and 0.43 GPa. While the addition of dyes of 1%, 5% and 15% respectively the values are 1. Yield Strength of 32.53 N/mm², 30.59 N/mm² and 28.29 N/mm², 2. Maximum tensile strength of 46.13 N/mm², 45.33 N/mm² and 41.57 N/mm², 3. The elastic modulus are 0.58 GPa, 0.55 GPa and 0.42 GPa. The results showed an increase in the value of yield strength, maximum tensile strength and modulus of elasticity at the level of addition of 1% dye, but the value decreased with the addition of dye by 5% & 15%.</i></p>

1 PENDAHULUAN

Plastik mempunyai peranan besar dalam kehidupan sehari-hari, biasanya digunakan sebagai bahan pengemas makanan dan minuman karena sifatnya yang kuat, ringan dan praktis. Plastik merupakan jenis polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa juga terbentuk dengan menggunakan zat aditif untuk menghasilkan plastik yang ekonomis. Plastik terbagi menjadi tiga jenis yaitu *thermoplastic*, *thermosetting* dan *elastomer*. *Thermoplastic* merupakan bahan yang dapat didaur ulang karena secara kimiawi tidak berubah bentuk dan ketika dilakukan proses pemanasan tidak menjadi rantai bersilang. Salah satu jenis plastik yang termasuk ke dalam *thermoplastic* yaitu *polypropylene* (PP). *Polypropylene* (PP) terbuat dari kombinasi monomer propilena. *Polypropylene* juga mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia yang tinggi, namun *polypropylene* memiliki kekutan mekanik yang rendah. *Polypropylene* (PP) memiliki sifat sangat unik, fleksibel dan titik leleh yang relatif rendah sehingga membuatnya menonjol dan penggunaannya sangat luas sebagai bahan yang sangat berharga untuk berbagai penggunaan seperti tutup engsel, kemasan makanan, botol minuman, tali, suku cadang di industri otomotif seperti spakbor. Menurut beberapa laporan, permintaan global saat ini untuk bahan tersebut menghasilkan pasar tahunan sekitar 45 juta metrik ton dan diperkirakan permintaan akan meningkat menjadi sekitar 62 juta metrik ton pada tahun 2020. Penggunaan *polypropylene* (PP) adalah industri pengemasan, yang menggunakan sekitar 30% dari total, diikuti oleh manufaktur listrik dan peralatan, yang masing-masing menggunakan sekitar 13%. Peralatan rumah tangga dan industri otomotif masing-masing menggunakan 10% dan bahan konstruksi mengikuti 5% dari pasar.

Oleh karena penggunaan dengan bahan plastik *polypropylene* (PP) semakin meningkat dalam kehidupan sehari-hari di berbagai bidang, maka pengolahan bahan plastik tersebut semakin pesat dalam hal inovasi agar produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dengan biaya produksi yang kecil. Untuk membuat bahan dari *Polypropylene* (PP) agar mempunyai sifat-sifat yang diinginkan, maka dalam proses pembuatannya selain dari bahan baku utama diperlukan juga bahan tambahan atau aditif. Penggunaan bahan tambahan bisa bermacam-macam tergantung dari fungsi produk yang akan dicapai. Salah satunya yaitu pewarna. Pewarna memiliki tiga jenis yaitu serbuk, cair dan padat (granulat).



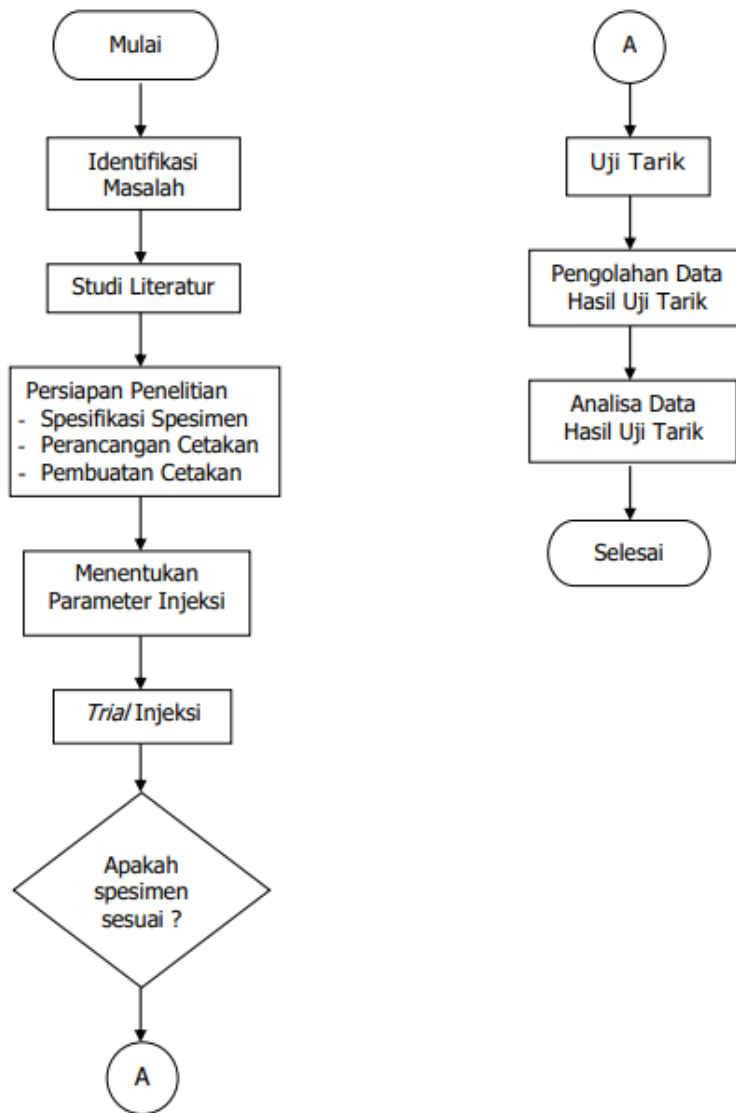
Gambar 1 Gambaran perbedaan tingkat warna

Penambahan pewarna terhadap material plastik dapat berpengaruh terhadap sifat baik yang dimiliki oleh plastik salah satunya yaitu kekuatan tarik, pada umumnya penambahan pewarna diberikan sebanyak 1 kg pewarna granulat berbanding 25 kg plastik (4% perwarna granulat). Kemudian untuk mengetahui pengaruh penambahan pewarna melebihi 4% terhadap nilai kekuatan tarik maka dilakukan penelitian ini. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik material plastik *polypropylene* (PP) pada penambahan pewarna 1%, 5% dan 15%. Sehingga diperlukan pengujian untuk mengkaji kekuatan tarik yang terdiri 3 (tiga) komponen yaitu: 1. *Yield strength*, 2. Kekuatan tarik maksimum dan 3. Modulus elastisitas. Pembuatan spesimen produk mengacu kepada standar ASTM D638 dan dibuat menggunakan proses *injection moulding*. Pada penelitian ini diharapkan data pengaruh pewarna terhadap kekuatan tarik dapat digunakan sebagai acuan dan referensi pada pembuatan produk dengan material plastik *polypropylene* (PP).

2 METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Flow Chart Penelitian

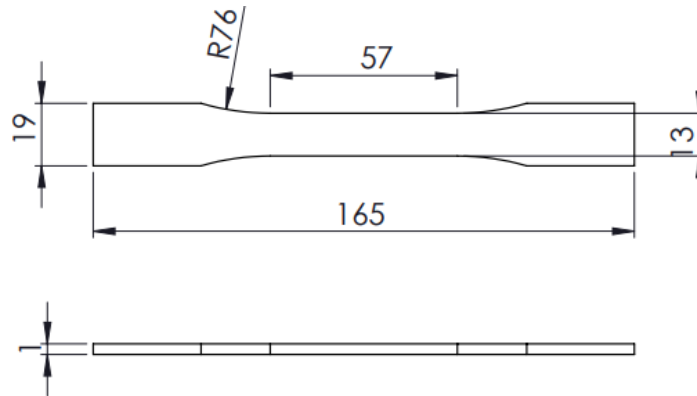
Pada proses melakukan penelitian diperlukan panduan atau langkah-langkah agar penelitian dapat berlangsung dengan baik. Berikut *flow chart* penelitian seperti Gambar di bawah.



Gambar 2 *Flow chart* penelitian

2.2 Rancangan Spesimen

Material yang digunakan untuk penelitian ini yaitu *Polypropylene* (PP) dengan standar spesimen mengacu pada ASTM D638 I.



Gambar 3 Dimensi spesimen ASTM D638

Keterangan

panjang : 165 mm
lebar : 19 mm
tebal : 1 mm

2.3 Proses Injeksi Spesimen

Uji coba atau *trial* menggunakan mesin injeksi Demag Ergotech 200-840 Dragon yang terdapat di Laboratorium Jurusan Teknik Manufaktur. dengan parameter injeksi seperti ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Parameter injeksi aktual

No	Parameter	Nilai
1	<i>Clamping Force</i>	600 kN
2	<i>Tekanan Injeksi</i>	546 Bar
3	<i>Melt Temperature</i>	235 °C
4	<i>Screw Back Stop</i>	13.8 mm
5	<i>Suhu Mould</i>	30,1 °C
6	<i>Cooling Time</i>	12,34 s
7	<i>Injection Speed</i>	90 mm/s
8	Berat Produk	2,4 gr



Gambar 4 Proses injeksi dan pengukuran berat spesimen

2.4 Proses Uji Tarik

Pengujian tarik material akan dilakukan di Laboratorium Pengujian Tarik Jurusan Teknik Pengecoran Logam Polman Bandung menggunakan mesin uji tarik *Zwick Roell Z250 Type 8594* dibantu *software testXpert III* untuk pengolahan data.

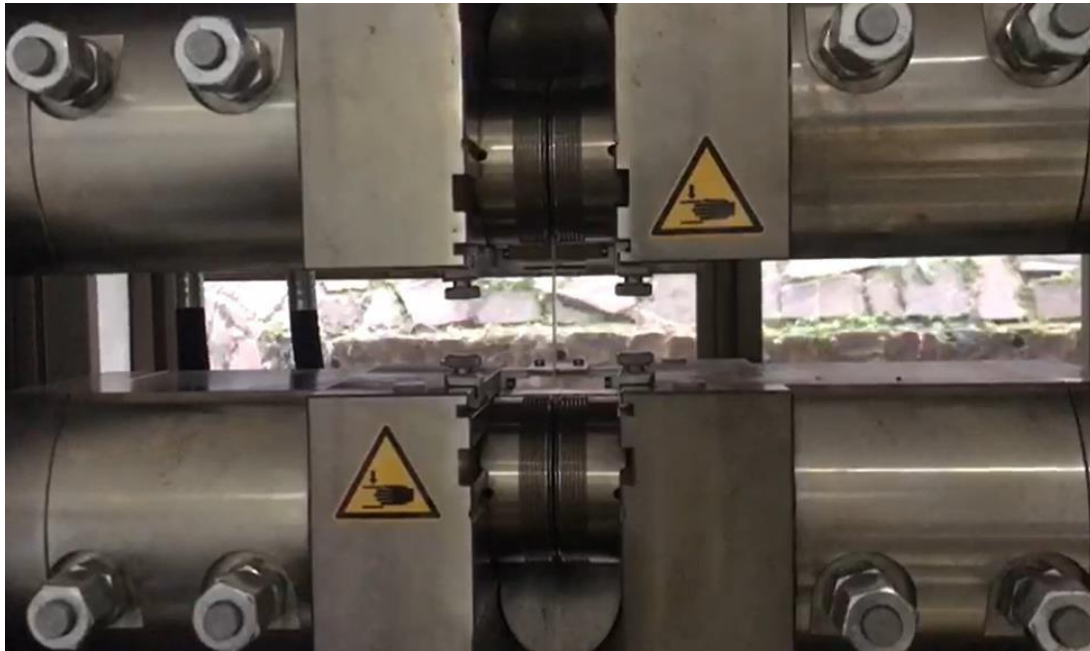


Gambar 5 Mesin uji tarik *Zwick Roell Z250 Type 8594*

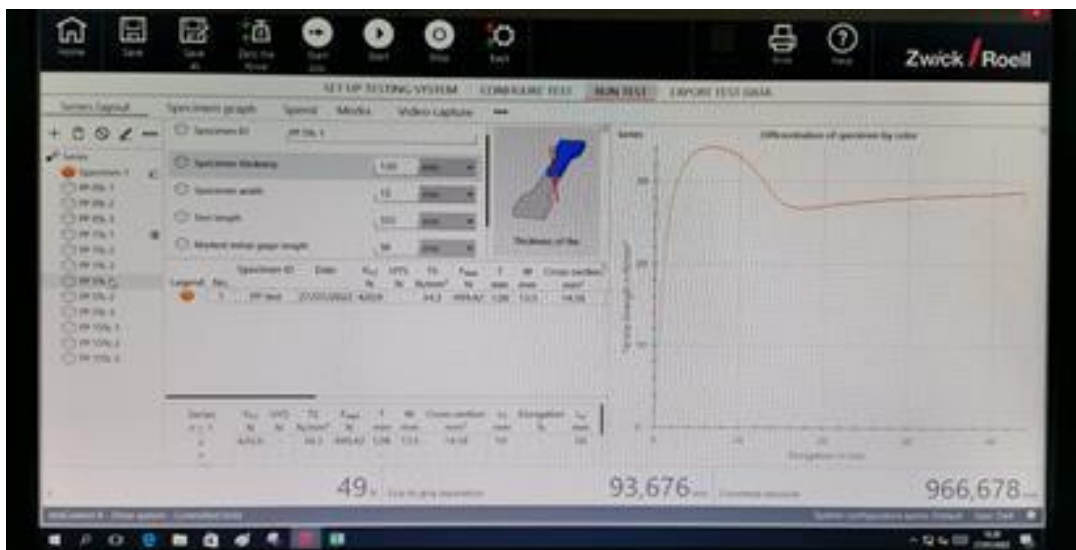
Analisis Penambahan Warna *Masterbatch* 1%, 5% dan 15% Terhadap Kekuatan Tarik Material Plastik *Polypropylene* (PP)

Adapun langkah – langkah yang dikerakan dalam pengujian ini yaitu :

1. Menyiapkan spesimen
2. Menyiapkan alat uji tarik yang akan digunakan
3. Menempatkan spesimen pada tempat (*grip*) yang ada pada mesin uji tarik
4. Mengontrol alat agar spesimen yang telah ditempatkan akan tercekan dengan sempurna pada *gripper*.
5. Mengatur control kecepatan pada control panel
6. Mengamati hasil pengukuran pada monitor control panel



Gambar 6 Proses uji tarik



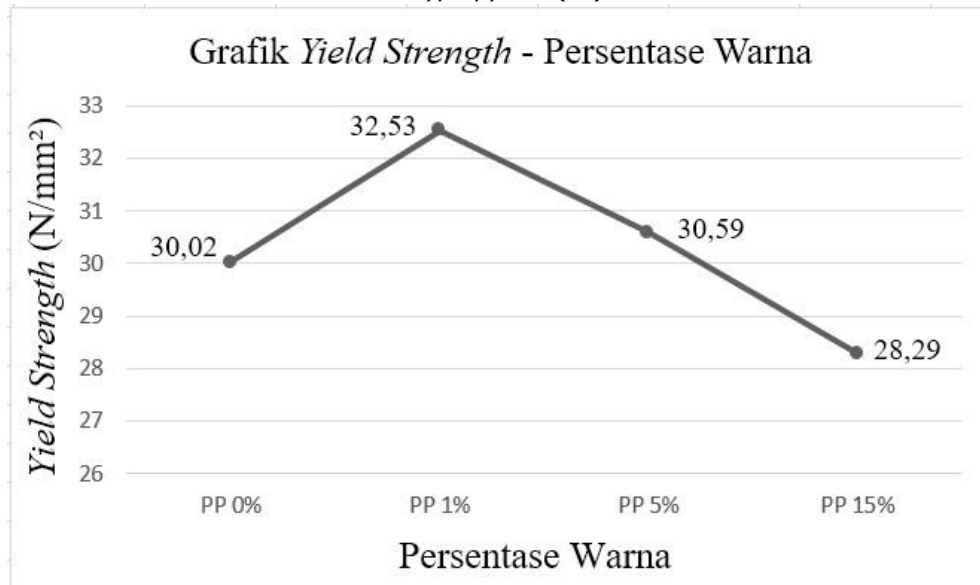
Gambar 7 Grafik hasil uji tarik

3 HASIL PENELITIAN

3.1 *Yield Strength*

Berdasarkan hasil uji tarik yang sudah dilakukan pada penelitian ini maka diperoleh nilai rata-rata *yield strength* pada masing-masing spesimen dengan penambahan pewarna sebesar 1%, 5% dan 15%. Hasil pengujian nilai *yield strength* pada masing-masing variasi spesimen adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 8.

Analisis Penambahan Warna *Masterbatch* 1%, 5% dan 15% Terhadap Kekuatan Tarik Material Plastik *Polypropylene* (PP)

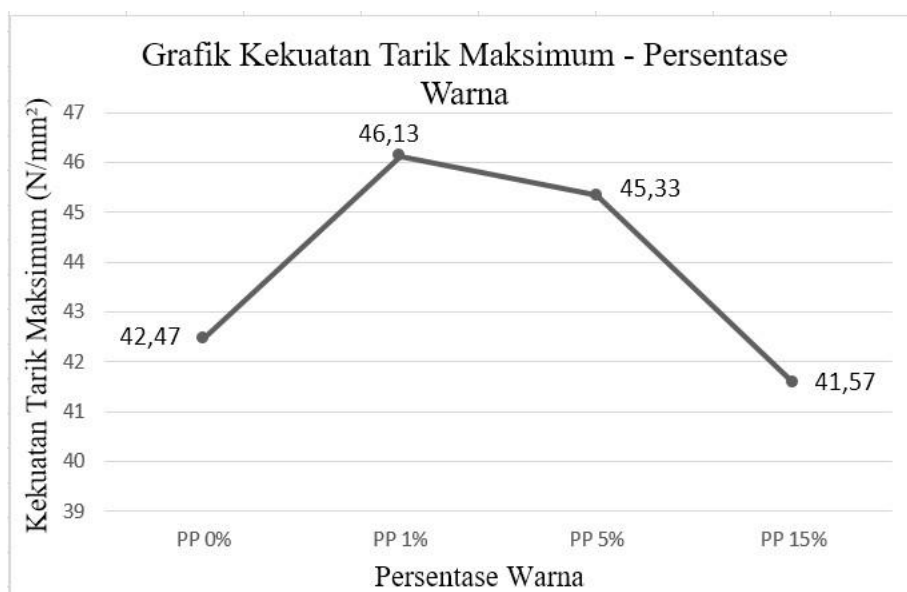


Gambar 8 Grafik *yield strength* spesimen *polypropylene* (PP) dengan persentase pewarna 1% - 15%

Pada plot yang ditunjukkan oleh Gambar IV.10, nilai *yield strength* pada material plastik yang tidak ditambahkan pewarna sebesar 30,02 N/mm² sementara diperoleh peningkatan nilai *yield strength* pada tingkat penambahan pewarna sebesar 1% namun nilainya menurun pada penambahan pewarna sebesar 5% dan 15 %. Masing-masing nilainya yaitu 32,53 N/mm², 30,59 N/mm² dan 28,29 N/mm².

3.2 Kekuatan Tarik Maksimum

Berdasarkan hasil uji tarik yang sudah dilakukan pada penelitian ini maka diperoleh nilai rata-rata kekuatan tarik maksimum pada masing-masing spesimen dengan penambahan pewarna sebesar 1%, 5% dan 15%. Hasil pengujian nilai kekuatan tarik maksimum pada masing-masing variasi spesimen adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9 Grafik kekuatan tarik maksimum spesimen *polypropylene* (PP) dengan persentase pewarna 1% - 15%

Pada plot yang ditunjukkan oleh Gambar 9, nilai kekuatan tarik maksimum pada material plastik yang tidak ditambahkan pewarna sebesar 42,47 N/mm² sementara diperoleh peningkatan nilai kekuatan tarik pada tingkat penambahan pewarna sebesar 1% namun nilainya menurun pada penambahan pewarna sebesar 5% dan 15 %. Masing–masing nilainya yaitu 46,13 N/mm², 45,33 N/mm² dan 41,57 N/mm². Pada penambahan pewarna 1% menunjukkan penambahan nilai kekuatan tarik material plastik *polypropylene* (PP) sebesar 3,66 N/mm² kemudian terjadi penurunan pada penambahan pewarna 5% dan 15% masing–masing nilai kekuatan tarik sebesar 2,86 N/mm² dan 3,76 N/mm². Apabila diberikan pewarna sebanyak 15% akibatnya mampu menurunkan sifat mekanik suatu material plastik *polypropylene* (PP) dengan nilai perbedaan sebesar 0,9 N/mm² dari kondisi tanpa pewarna.

Untuk mengetahui nilai kekuatan tarik maksimum yang perbandingan berbalik nilai adalah jenis perbandingan dua variabel atau lebih apabila suatu variabel bertambah, maka variabel yang lain akan berkurang[11].

Rumus perbandingan berbalik nilai, sebagai berikut :

$$\frac{a_1}{b_2} = \frac{a_2}{b_1}$$

Diketahui

$$a_1 = 15 \%$$

$$a_2 = ?$$

$$b_1 = 42,47 \text{ N/mm}^2$$

$$b_2 = 41,57 \text{ N/mm}^2$$

Analisis Penambahan Warna *Masterbatch* 1%, 5% dan 15% Terhadap Kekuatan Tarik Material Plastik *Polypropylene* (PP)

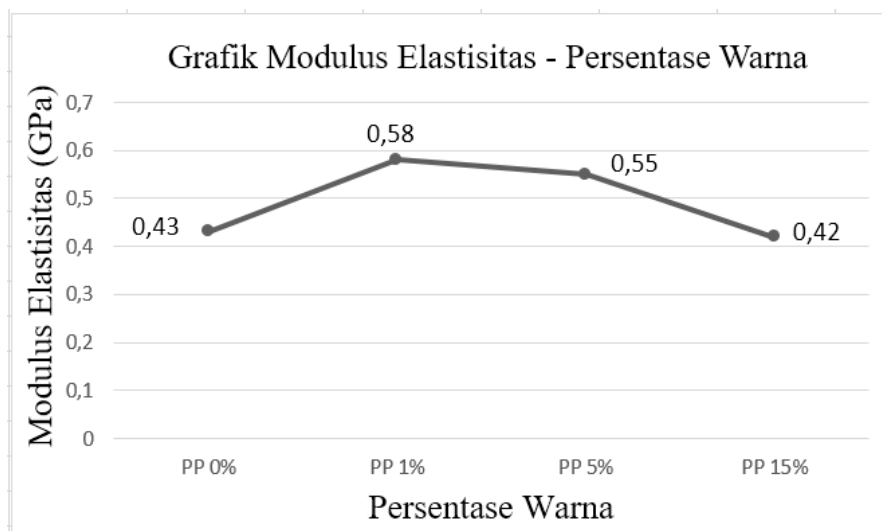
Penyelesaian

$$\frac{a_1}{b_2} = \frac{a_2}{b_1}$$
$$a_2 = \frac{a_1 \times b_1}{b_2}$$
$$a_2 = \frac{15 \times 41,57}{42,47}$$
$$a_2 = 14,68$$

Sehingga pada penambahan pewarna yang lebih besar dari 14,68% memiliki penurunan nilai kekuatan tarik material plastik *polypropylene* (PP) dengan kondisi tanpa pewarna.

3.3 Modulus Elastisitas

Berdasarkan hasil uji tarik yang sudah dilakukan pada penelitian ini maka diperoleh nilai rata-rata modulus elastisitas pada masing-masing spesimen dengan penambahan pewarna sebesar 1%, 5% dan 15%. Hasil pengujian nilai modulus elastisitas pada masing-masing variasi spesimen adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10 Grafik modulus elastisitas spesimen *polypropylene* (PP) dengan persentase pewarna 1% - 15%

Pada plot yang ditunjukkan oleh Gambar 10, nilai modulus elastisitas pada material plastik yang tidak ditambahkan pewarna sebesar 0,43 GPa sementara diperoleh peningkatan nilai kekuatan tarik pada tingkat penambahan perwarna sebesar 1% namun nilainya menurun pada penambahan pewarna sebesar 5% dan 15%. Masing-masing nilainya yaitu 0,58 GPa, 0,55 GPa dan 0,42 GPa. Oleh karena itu penambahan pewarna sebesar 15% tidak mempengaruhi secara signifikan terhadap modulus elastisitas (keuletan) dari material plastik *polypropylene* (PP).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan pewarna dapat meningkatkan kekuatan tarik material *polypropylene* (PP) diantaranya *yield strength*, kekuatan tarik maksimum dan modulus elastisitas pada pewarna yang digunakan berupa *masterbatch*. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Mubarak dkk., 2000) bahwa kenaikan kekuatan tarik material plastik *polypropylene* (PP) disebabkan oleh penguatan dari pewarna *masterbatch*, serta efek nukleasi dari pewarna ini. Efek nukleasi merupakan kemampuan

pembentukan inti baru sehingga membantu menstabilkan inti dari suatu polimer [10]. Hal ini sejalan berdasarkan penelitian nilai *yield strength* terhadap penambahan pewarna dengan judul "Effects of processing parameters on the mechanical properties of polypropylene random copolymer".

Analisis Penambahan Warna *Masterbatch* 1%, 5% dan 15% Terhadap Kekuatan Tarik Material Plastik *Polypropylene* (PP)

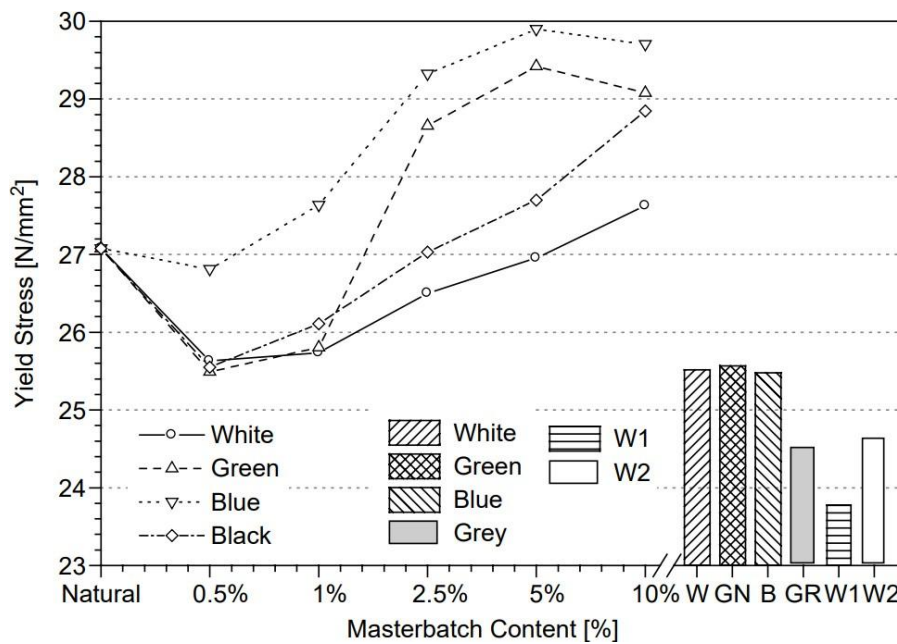


Fig. 2. Variation of yield stress with masterbatch contents for PP-R material. (The bars W, white colour compound; GN, green colour compound; B, blue colour compound; GR, grey colour compound; W1, White colour compound pipe; W2, 1% white colour masterbatch containing pipe).

Gambar 11 Grafik *yield strength* terhadap persentase pewarna pada jurnal dengan judul "Effects of processing parameters on the mechanical properties of polypropylene random copolymer"

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik yang terdiri dari *yield strength*, kekuatan tarik maksimum dan modulus elastisitas yang diberikan penambahan pewarna pada material plastik *polypropylene* (PP) memberikan kenaikan nilai pada penambahan pewarna sebesar 1% kemudian mengalami penurunan pada penambahan pewarna sebesar 5% dan 15%. Semakin besar penambahan pewarna dapat mengurangi sifat baik material plastik tersebut. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi dan acuan dalam pembuatan produk menggunakan material plastik *polypropylene* (PP).

4 KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengaruh penambahan pewarna pada material plastik *polypropylene* (PP) mengalami kenaikan nilai *yield strength* pada penambahan sebesar 1% kemudian mengalami penurunan seiring dengan penambahan pewarna 5% sampai 15%. Nilai *yield strength* pada material plastik yang tidak ditambahkan pewarna (netral atau 0%) sebesar 30,02 N/mm². Sementara pada penambahan pewarna sebesar 1%, 5% & 15% masing-masing nilainya yaitu 32,53 N/mm², 30,59 N/mm² dan 28,29 N/mm².
2. Pengaruh penambahan pewarna pada material plastik *polypropylene* (PP) mengalami kenaikan kekuatan tarik maksimum pada penambahan sebesar 1% kemudian mengalami penurunan seiring dengan penambahan pewarna 5% sampai 15%. Nilai kekuatan tarik maksimum pada material plastik yang tidak ditambahkan pewarna (netral atau 0%) sebesar 42,47 N/mm². Sementara pada penambahan pewarna sebesar 1%, 5% & 15% masing-masing nilainya yaitu 46,13 N/mm², 45,33 N/mm² dan 41,57 N/mm².

3. Pengaruh penambahan pewarna pada material plastik *polypropylene* (PP) mengalami kenaikan modulus elastisitas pada penambahan sebesar 1% kemudian mengalami penurunan seiring dengan penambahan pewarna 5% sampai 15%. Nilai modulus elastisitas pada material plastik yang tidak ditambahkan pewarna (netral atau 0%) sebesar sebesar 0,43 Gpa. Sementara pada penambahan pewarna sebesar 1%, 5% & 15% masing–masing nilainya yaitu 0,58 GPa, 0,55 GPa dan 0,42 GPa. Oleh karena itu penambahan pewarna sebesar 15% tidak mempengaruhi secara signifikan terhadap modulus elastisitas (keuletan) dari material plastik *polypropylene* (PP).
4. Berdasarkan hasil pengujian yang digunakan pada penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan pewarna granulat terhadap kekuatan tarik maksimum hingga 14,68% tidak merubah sifat baik (nilai kekuatan tarik maksimum sama dengan nilai kekuatan tarik maksimum PP yang original) dari material plastik *polypropylene* (PP).

5 REFERENSI

- [1] Callister, William D., Rethwisch, David G. *Material Science and Engineering*. 2013. United States of America
- [2] Gen, Alan N. *Elastomer*. [elastomer | chemical compound | Britannica](#). Britannica. 27 April 2022.
- [3] Mardiyah, Ulfatul. *Plastik dan Masterbatch*. <https://chemistry-sm.blogspot.com/2012/10/plastik-dan-masterbatch.html>. 28 Juli 2022.
- [4] *Ilmu Manufaktur*. [Kapasitas Mesin & Parameter Injenksi - Ilmu manufaktur \(weebly.com\)](#) 20 Juli 2022
- [5] Prasetyo, Bambang dan Jannah, Lina Miftahul. *Metode Penelitian Kuantitatif Teori dan Aplikasi*. Jakarta 2010.
- [6] ASTM International. *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*. https://www.astm.org/e0008_e0008m-22.html. 27 April 2022
- [7] BASF. *Colors & Effect*. <https://www.colors-effects.basf.com>. 29 Juli 2022.
- [8] PT. Suryamas Akurasi. 20. *Strandard Mould Base*. <https://ftb-suryamas.co.id/standard-mould-base/>. 19 Juli 2022.
- [9] Zwick Roell. *Testing of Plastics and Rubber*. https://www.zwickroell.com/fileadmin/content/Files/SharePoint/user_upload/Brochures_EN/Industry_Brochures/99_269_Testing_of_Plastics_and_Rubber_E_EN.pdf. 20 April 2022.
- [10] Y.Mubarak, P.J. Martin, E. Harkin-Jones, *Effect of Nucleating Agent and Pigments on the Crystallisation, morphology, and mechanical of polypropylene, Plast. Rubb. Compos.* 29 (7) (2000) 307-515.
- [11] Zenius. *Rumus Perbandingan Senilai dan Berbalik*. [Rumus Perbandingan Senilai dan Berbalik Nilai \(zenius.net\)](#). 09 September 2022.