



Available online at www.jurnal.untidar.ac.id

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

Journal homepage: <http://jurnal.untidar.ac.id/index.php/mechanical/index>



Pengaruh *Post Treatment* Asam Nitrat pada Material ABS terhadap Sifat Mekanik Uji Tarik

Dany Dwi Pamelu^a, Satriawan Dini Hariyanto^{b,*}

^{a,b}Universitas AKPRIND Indonesia, Jl. Kalisahak No.28, Klitren, Kec. Gondokusuman, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55222, Indonesia
Corresponding author*satriawanl@akprind.ac.id

Keyword:

3D printing, Post treatment, ABS

ABSTRACT

3D printing is a rapid prototyping technology with additive manufacturing (AM) techniques which aims to create complex structures and geometries from 3D images. This study aims to determine the comparison of the mechanical properties of the tensile test on ABS filament material between not post-treatment and post treatment. Post treatment was carried out using a chemical type of nitrate (HNO_3). The process parameters used in this study were nozzle temperature (240 °C, 260 °C), nitrate content (10%, 50%, 90%), and soaking time (2 hours, 4 hours, 6 hours). Specimens were printed using the ASTM D638 type IV standard. The results of the tensile test of non-post-treated ABS filament material with post-treatment showed that the non-post-treated filament produced a greater tensile stress than the post-treated filament, this was because the chemical compound nitric acid could dissolve the ABS filament. The result of the highest non post treatment stress value is at a nozzle temperature of 240 °C which is 23.551 MPa. Nitrate content and immersion time can affect the tensile stress value. The highest post-treatment stress value was found at 22.363 MPa with nozzle temperature parameters of 240 °C, 50% nitrate content, and 4 hours of immersion time. The highest strain value results at 0.035 mm with a nozzle temperature of 240 °C, 10% nitrate content and 2 hours of soaking time and the highest elastic modulus value at 888 MPa with a nozzle temperature of 260 °C, 90% nitrate content and 6 hours of soaking time.

Kata Kunci:

3D printing, Post treatment, ABS

ABSTRAK

3D printing adalah salah satu teknologi rapid prototyping teknik Additive Manufacturing (AM) yang bertujuan untuk membuat struktur maupun geometri kompleks dari gambar 3D. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan sifat mekanik uji tarik pada material filament ABS antara tidak dilakukan post treatment dengan dilakukan post treatment. Post treatment dilakukan menggunakan bahan kimia jenis nitrat

(HNO₃). Parameter proses yang digunakan dalam penelitian ini yaitu temperature nozzle (240°C, 260°C), kandungan nitrat (10%, 50%, 90%), dan waktu perendaman (2 jam, 4 jam, 6 jam). Spesimen dicetak menggunakan standar ASTM D638 tipe IV. Hasil pengujian uji tarik material filament ABS non post treatment dengan post treatment menunjukan bahwa filament non post treatment menghasilkan tegangan tarik lebih besar dibandingkan dengan filament yang di post treatment, hal ini dikarenakan senyawa kimia asam nitrat dapat melarutkan filament ABS. Hasil nilai tegangan spesimen non post treatment tertinggi berada pada temperature nozzle 240°C yaitu 23,551 MPa. Kandungan nitrat dan waktu perendaman dapat mempengaruhi nilai tegangan tarik. Nilai tegangan tertinggi yang dilakukan post treatment terdapat pada 22,363 MPa dengan parameter temperature nozzle 240°C, kandungan nitrat 50%, dan lama waktu perendaman 4 jam. Hasil nilai regangan tertinggi pada 0,035 mm dengan temperature nozzle 240°C, kandungan nitrat 10% dan lama perendaman 2 jam dan nilai modulus elastisitas tertinggi pada 888 MPa dengan temperature nozzle 260°C, kandungan nitrat 90% dan lama perendaman 6 jam.

PENDAHULUAN

3D printing mengalami perkembangan yang sangat pesat dan menjadi suatu trobosan baru untuk dunia teknologi manufaktur. Meskipun prototipe CNC bisa memproduksi masal dengan biaya rendah, tetapi 3D printing ketika membuat produk kerumitan tingkat tinggi jauh lebih unggul. 3D printing adalah salah satu teknologi rapid prototyping teknik *Additive Manufacturing* (AM) yang bertujuan untuk membuat struktur maupun geometri kompleks dari gambar 3D. Penelitian *effect of chemical treatment on tensile strength and surface roughness of 3D-printed ABS using the FDM process* bertujuan untuk mencari pengaruh perlakuan kimia pada kekuatan tarik dan kekerasan permukaan pada filament ABS [1]. Standar yang digunakan yaitu ASTM D 638 tipe 1 dan senyawa kimia yang digunakan adalah aseton serta dikloreatana. Hasil yang diperoleh Perlakuan pasca kimia secara dramatis meningkatkan permukaan akhir dan akurasi dimensi spesimen ABS. Tetapi perlakuan kimia menghasilkan pengurangan kekuatan tarik. Kekuatan tarik yang lebih baik diperoleh saat menggunakan pelarut aseton dan permukaan akhir yang lebih baik diperoleh dengan menggunakan dikloroetana. Penelitian lain juga mengkaji perlakuan uap kimia pada spesimen ABS hasil FDM, yang terbukti memengaruhi kekasaran permukaan dan kekuatan mekanik [2], [3]. Penelitian lain menggunakan perlakuan uap aseton dingin (cold acetone vapor) justru mampu meningkatkan kekuatan tarik spesimen ABS hasil FDM [4].

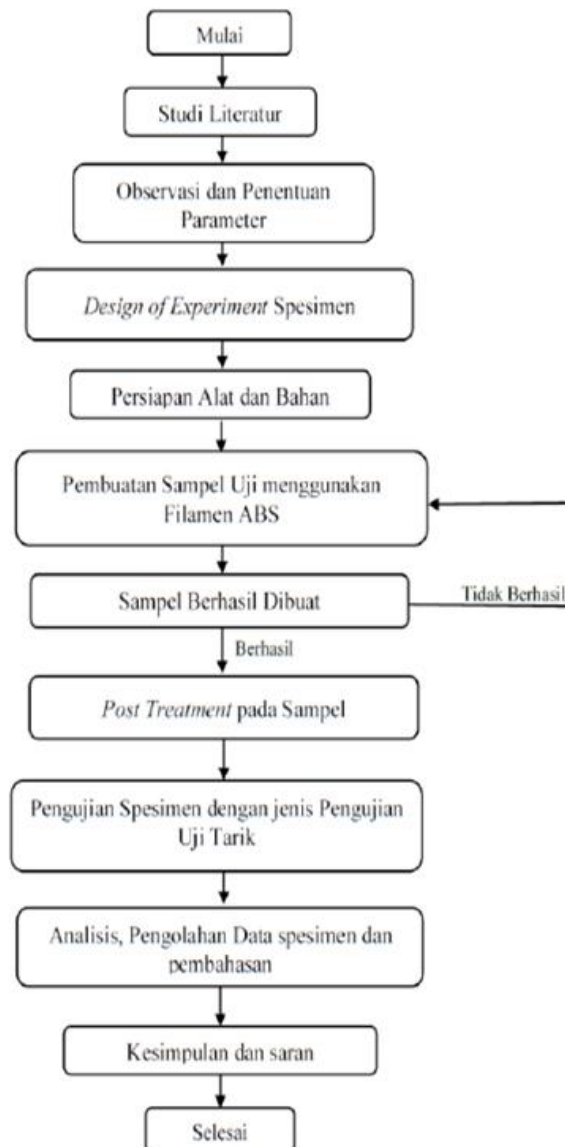
Dalam proses penelitian hasil dari proses 3D printer, tentunya terdapat berbagai variable dan parameter dengan tujuan menghasilkan objek tiga dimensi dengan hasil dan tingkat ketelitian mendekati aslinya serta dapat diaplikasikan seperti rancangan yang diharapkan. Variable tersebut diantaranya jenis printer yang digunakan, kapasitas dimensi objek yang akan dicetak, *software* printing objek tiga dimensi yang digunakan, dan berbagai macam variasi parameter proses seperti ketebalan lapisan, temperature suhu ekstrusi, *temperature* suhu bed, hingga kecepatan pencetakan dan lain-lain. *Filament* yang digunakan untuk mencetak objek tiga dimensi tentu memiliki karakteristik sifat mekanik dan fisik yang berbeda-beda, sehingga memungkinkan terjadinya perbedaan hasil objek yang berbeda pada setiap material filament yang digunakan [5]. Variasi parameter proses seperti kepadatan pengisian (infill) juga terbukti memengaruhi sifat mekanik uji tarik ABS hasil FDM [6].

Setelah melihat dari penelitian sebelumnya, perlu dilakukan pengembangan penelitian terhadap sifat mekanik uji tarik material ABS dengan perlakuan lebih lanjut (*post treatment*). Post treatment pada material ABS hasil FDM telah dikaji melalui berbagai

metode, antara lain perlakuan uap aseton dan perlakuan termal, yang memengaruhi kualitas permukaan serta sifat mekaniknya [7], [8]. Pada penelitian ini post treatment yang digunakan yaitu cairan kimia nitrat. Karena hal tersebut peneliti mengambil judul penelitian “Pengaruh *Post Treatment* Asam Nitrat pada Material ABS terhadap Sifat Mekanik Uji Tarik”. Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai perbandingan dalam membuat produk 3D menggunakan 3D printer FDM.

METODE

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Parameter proses

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Temperatur *Nozzle*, Kandungan nitrat, Waktu perendaman diagram alir. Kandungan nitrat dan waktu perendaman diuji dalam kombinasi tetap, yaitu 10% dengan 2 jam, 50% dengan 4 jam, dan 90% dengan 6 jam, bukan diuji silang penuh antar seluruh level.

Tabel 1. Parameter proses

Faktor	Parameter	Level		
		1	2	3
A	Temperatur Nozzle (°C)	240	260	
B	Kandungan nitrat (%)	10	50	90
C	Waktu perendaman (jam)	2	4	6

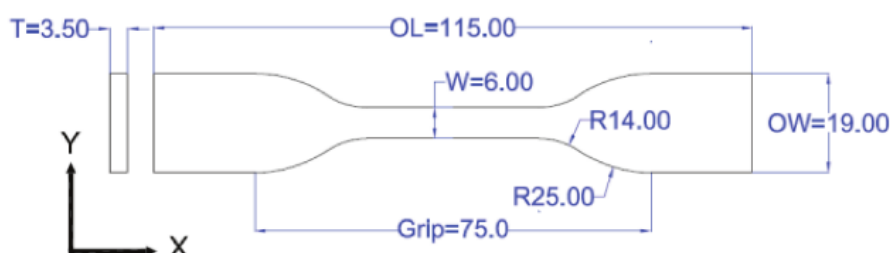
Alat dan Bahan

1. Laptop atau notebook digunakan untuk membantu dalam pembuatan, pengaturan, pengukuran serta pengujian dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa software
2. Software Inventor pro 2020 digunakan sebagai alat untuk menggambar desain spesimen dalam bentuk 3D.
3. Software slicer Ultimaker Cura
4. Software Pengolah Data: Software Microsoft Word 2016, Software Microsoft Excel 2016
5. Alat uji Tarik, digunakan untuk menguji sifat mekanik dari suatu material yaitu kekuatan material terhadap gaya Tarik
6. Mesin 3D Printer digunakan untuk melakukan pencetakan spesimen. 3D Printer yang digunakan Kingroon-KP3S
7. Gelas ukur, digunakan untuk mengukur volume larutan kimia asam nitrat (HNO₃)
8. Jangka sorong, digunakan untuk mengukur dimensi dari hasil pencetakan spesimen.
9. Filament ABS dengan diameter filament 1,75 mm
10. Senyawa kimia asam nitrat (HNO₃).
11. Aquadest, digunakan sebagai pelarut asam nitrat

Spesimen Uji Penelitian

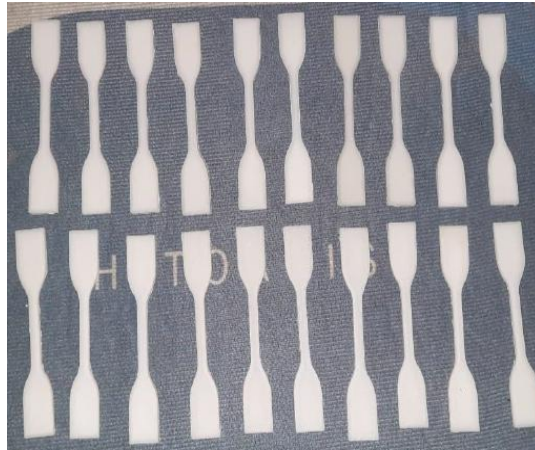
1. Standar Spesimen

Pengujian ini menggunakan standar pengujian spesimen ASTM D-638 Tipe IV. Kemudian dilakukan proses pencetakan spesimen berdasarkan parameter yang telah ditentukan.

**Gambar 2.** Dimensi dan ukuran spesimen untuk uji tarik ASTM D-638 Tipe IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pencetakan sampel menggunakan *filament* ABS disajikan pada Gambar 3. Setelah melakukan pengujian, didapatkan data hasil nilai pengujian tarik dari setiap sampel spesimen. Data yang didapat berupa Gambar 4.



Gambar 3. Hasil pencetakan sampel menggunakan *filament* ABS

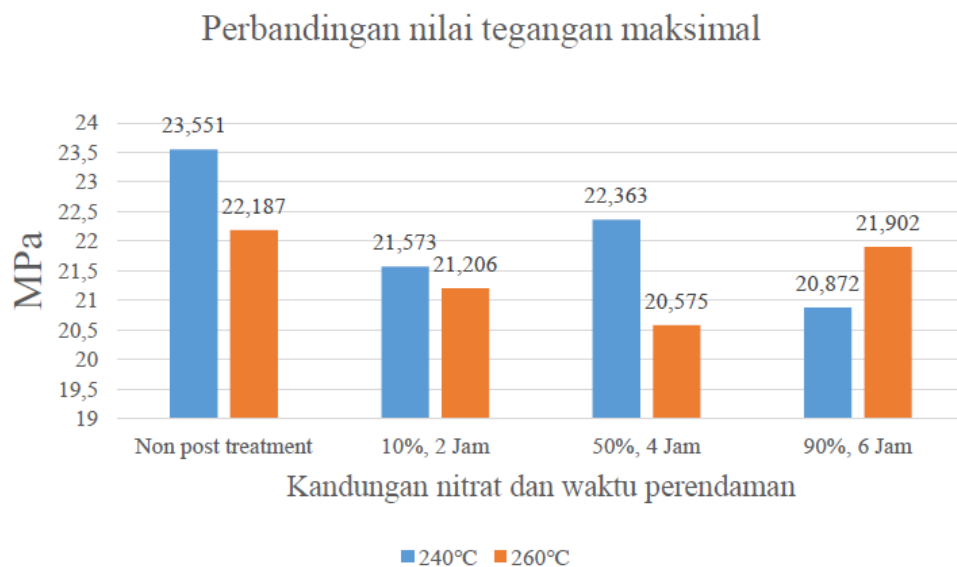
Tabel 2. Data hasil nilai pengujian tarik dari setiap sampel spesimen

Spesimen	Post Treatment	Nozzle Temp	h (mm)	b (mm)	Force (N)	σ MPa	ϵ %	E MPa
0,1	Non post treatment	240°C	3,5	6	496	23,6	3,1	855
0,2					496,3	23,6	3,1	894
0,3					491,5	23,4	3,1	912
1,1	Nitrat 10%				445,4	21,2	3,4	766
1,2	perendaman				476,9	22,7	3,1	838
1,3	2 jam				436,9	20,8	4	749
2,1	Nitrat 50%				485,2	23,1	3,3	821
2,2	perendaman				432,6	20,6	3,1	765
2,3	4 jam				491,5	23,4	3,3	845
3,1	Nitrat 90%	260°C	3,5	6	426,4	20,3	3,1	769
3,2	perendaman				434,8	20,7	3,2	790
3,3	6 jam				453,8	21,6	3,1	816
0,1	Non post treatment				463,2	22	3,2	829
0,2					480,9	22,9	3,2	837
0,3					453,7	21,6	3,1	822
1,1	Nitrat 10%				447,4	21,3	3,2	805
1,2	perendaman				447,4	21,3	3	823
1,3	2 jam				441,2	21	3	799
2,1	Nitrat 50%	260°C	3,5	6	445,4	21,2	3,2	788
2,2	perendaman				411,8	19,6	3,1	766
2,3	4 jam				439,1	20,9	3,2	779
3,1	Nitrat 90%				464,2	22,1	3,1	818
3,2	perendaman				445,2	21,2	3,2	768
3,3	6 jam				470,4	22,4	3,1	834

Pengolahan data nilai tegangan

Diagram batang pada Gambar 4. membandingkan nilai tegangan tarik dari hasil spesimen *non post treatment* dengan di *post treatment*, didapatkan hasil yang berbeda. Spesimen *non post treatment* menghasilkan nilai tegangan lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen yang di *post treatment*, hal ini dikarenakan senyawa kimia asam nitrat dapat melarutkan *filament* ABS. Hasil nilai tegangan spesimen *non post treatment* tertinggi berada pada temperature nozzle 240°C yaitu 23,551 MPa, dengan ini selisih perbandingan

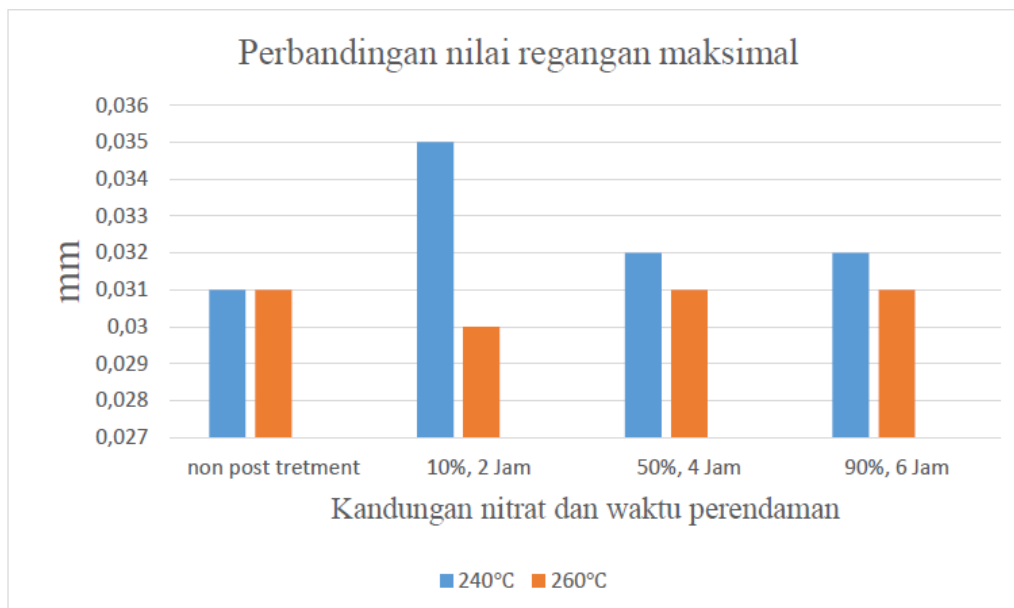
1,3% dari specimen *non post treatment* pada *temperature nozzle* 260°C. *Post treatment* mempengaruhi nilai tegangan tarik, tetapi dalam variasi parameter dihasilkan nilai tegangan yang berbeda-beda, hal ini dikarenakan variasi kandungan nitrat dan waktu perendaman sangat mempengaruhi hasil nilai tegangan tarik. Nilai tegangan tarik tertinggi yang dilakukan *post treatment* terdapat pada 22,363 MPa dengan parameter *temperature nozzle* 240°C, kandungan nitrat 50%, dan lama waktu perendaman 4 jam, sedangkan nilai terendah terdapat pada 20,867 MPa dengan parameter *temperature nozzle* 240°C, kandungan nitrat 90%, dan lama waktu perendaman 6 jam. Selisih perbandingan dari hasil nilai tegangan tarik tertinggi dan terendah spesimen yang dilakukan *post treatment* yaitu 6,7%.



Gambar 4. Perbandingan nilai tegangan tarik maksimal

Pengolahan data nilai regangan tarik

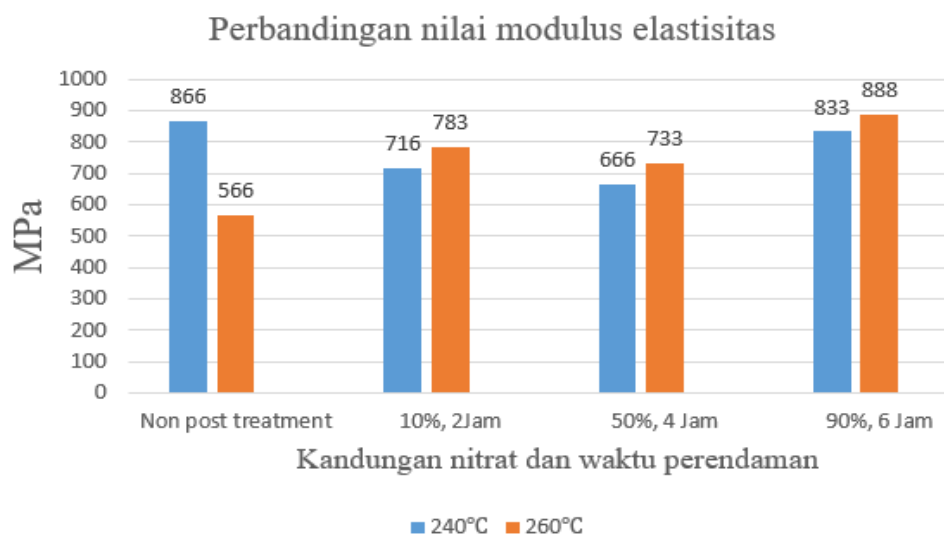
Diagram batang pada Gambar 5. membandingkan nilai regangan tarik dari hasil spesimen *non post treatment* dengan yang di *post treatment*, didapat hasil yang berbeda. *Post treatment* mempengaruhi nilai regangan tarik, tetapi dalam variasi kandungan nitrat dan lama waktu perendaman dihasilkan nilai yang berbeda-beda. Dalam hal ini yang mempengaruhi regangan yaitu kekuatan spesimen setelah dilakukan *post treatment* menggunakan nitrat dan waktu perendaman. Hasil pada spesimen yang dilakukan *post treatment*, nilai tertinggi pada 0,035 mm dengan *temperature nozzle* 240, kandungan nitrat 10% dan lama perendaman 2 jam, dan nilai yang paling rendah pada 0,030 mm dengan *temperature nozzle* 260°C, kandungan nitrat 10% dan lama perendaman 2 jam. Hasil pada spesimen *non post treatment* didapat 0,031 mm.



Gambar 5. Perbandingan nilai regangan tarik maksimal

Pengolahan data nilai modulus elastisitas

Diagram batang pada Gambar 6. membandingkan nilai modulus elastisitas dari hasil spesimen *non post treatment* dengan yang di *post treatment*, didapat hasil yang berbeda. Pada material ABS *post treatment* tingkat modulu elastisitas meningkat dengan bertambahnya kandungan cairan nitrat dan lama waktu perendaman, dikarenakan semakin tinggi nilai modulus elastisitas, maka semakin sedikit perubahan bentuk yang terjadi apabila diberi gaya atau semakin kecil nilai regangan (kaku). Hasil pada spesimen yang dilakukan di *post treatment*, nilai tertinggi pada 888 MPa dengan *temperature nozzle* 260 °C, kandungan nitrat 90% dan lama perendaman 6 jam. Lalu nilai yang paling rendah pada 666 MPa dengan *temperature nozzle* 240°C kandungan nitrat 50% dan lama perendaman 4 jam. Hasil pada spesimen *non post treatment* didapat 866 MPa dengan *temperature nozzle* 240°C dan 566 MPa dengan *temperature nozzle* 260°C.

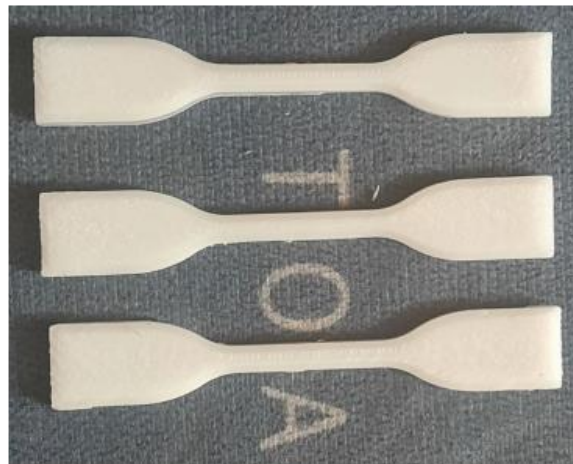


Gambar 6. Perbandingan nilai modulus elastisitas

Perubahan fisik pada spesimen setelah dilakukan *post treatment*



Gambar 7. Perendaman spesimen dengan waktu 2 jam



Gambar 8. Perendaman spesimen dengan waktu 4



Gambar 9. Perendaman spesimen dengan waktu 6 jam

Dari hasil spesimen yang dilakukan *post treatment* dengan merendamkan spesimen kedalam larutan senyawa nitrat pada kosentrasi kandungan dan waktu perendaman yang berbeda didapat perubahan fisik, yaitu semakin tinggi kosentrasi larutan nitrat dan semakin lama spesimen direndam, maka spesimen semakin berubah warna menjadi warna kuning, dan permukaan spesimen menjadi lebih halus.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa Perbandingan sifat mekanik uji tarik material filament ABS *non post treatment* dengan *post treatment* memiliki perbedaan, dimana *filament non post treatment* menghaikkan tegangan tarik lebih besar dibandingkan dengan *filament* yang di *post treatment*. Pada *temperature nozzle 240°C filament non post treatment* memiliki nilai regangan yang sama dengan *temperature nozzle 260°C*, sedangkan pada *filament post treatment* memiliki penurunan nilai regangan antara *temperature 240°C* dan *260°C*. Untuk modulus elastisitas *filament non post treatment temperature nozzle 240°C* menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan *post treatment*, sedangkan untuk *temperature nozzle 260°C* memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan *post treatment*. *Post treatment* mempengaruhi nilai tegangan tarik, tetapi dalam variasi parameter dihasilkan nilai tegangan yang berbeda - beda, hal ini dikarenakan variasi kandungan nitrat dan waktu perendaman sangat mempengaruhi hasil nilai tegangan tarik. Nilai tegangan tarik tertinggi *post treatment* terdapat pada 22,363 MPa dengan parameter *temperature nozzle 240°C*, kandungan nitrat 50%, dan lama waktu perendaman 4 jam. Untuk nilai regangan tertinggi terdapat pada 0,035 mm dengan *temperature nozzle 240°C*, kandungan nitrat 10% dan lama perendaman 2 jam, dan nilai regangan yang paling rendah terdapat pada 0,030 mm dengan *temperature nozzle 260°C*, kandungan nitrat 10% dan lama perendaman 2 jam. Pada modulus elastisitas *temperature nozzle 240°C* dan *260°C* memiliki nilai tertinggi yang saman yaitu pada variasi nitrat 90% dengan waktu perendaman 6 jam. Dalam perubahan fisik, semakin tinggi kosentrasi larutan dan lama waktu perendaman pada spesimen, maka spesimen semakin berubah warna menjadi warna kuning dan permukaan spesimen menjadi lebih halus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Jayanth, P. Senthil, and C. Prakash, "Effect of chemical treatment on tensile strength and surface roughness of 3d-printed abs using the fdm process," *Virtual and Physical Prototyping*, vol. 13, no. 3, pp. 155-163, 2018.
- [2] A. Colpani, A. Fiorentino, and E. Ceretti, "Characterization of chemical surface finishing with cold acetone vapours on abs parts fabricated by fdm," *Production Engineering*, vol. 0, no. 0, p. 0, 2019.
- [3] A. Garg, A. Bhattacharya, and A. Batish, "Chemical vapor treatment of abs parts built by fdm: analysis of surface finish and mechanical strength," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 89, no. 5-8, pp. 2175-2191, 2017.
- [4] A. A. Demircali, D. Yilmaz, A. Yilmaz, O. Keskin, M. Keshavarz, and H. Uvet, "Enhancing mechanical properties and surface quality of FDM-printed ABS: a comprehensive study on cold acetone vapor treatment," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 130, no. 7, pp. 4027-4039, 2024.
- [5] Y. Pranata, Hasdiansah, and Y. F. Arriyani, "Pengujian kuat tarik produk cetak 3d printing material abs," *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan 2022*, vol. 2, no. January, pp. 85-91, 2022.
- [6] M. Z. H. Bhuiyan and K. Khanafer, "Exploring the nonlinear mechanical characteristics of 3D-printed ABS with varying infill densities," *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, vol. 9, no. 3, art. 103, 2025.
- [7] F. B. J. Aguilar, J. Varela-Soriano, A. Medina-Castro, S. G. Torres-Cedillo, J. Cortes-Perez, and M. Jimenez-Martinez, "Post-fabrication treatment process for ABS printed parts using acetone vapor," *Progress in Additive Manufacturing*, vol. 10, pp. 1561-1574, 2025.
- [8] A. Potapov, A. Malakho, I. Gnidina, and V. Volgin, "Post-treatment of ABS samples manufactured by FDM," *E3S Web of Conferences*, vol. 458, art. 02010, 2023.