

Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Hasil 3D *Printing* Dengan Filamen Berbahan Dasar ABS dan Nilon

Comparative Analysis of Tensile Strength Result of 3D Printing With ABS AND Nylon-Based Filament

Wisnu Dimas^{1*}, Budha Maryanti², Kuswandi Arifin³

Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Balikpapan,
Jl.Pupuk Raya, Balikpapan 76114

*E-mail: dimaswisnu.007@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah mencari tegangan rata-rata pada spesimen yang dibuat menggunakan 3D Printer dengan filamen ABS dan nilon, membandingkan hasil kekuatan tarik dari dua jenis spesimen tersebut, mengidentifikasi jenis patahan pada spesimen, dan membandingkan hasil uji tarik dari kedua jenis spesimen dengan standar kekuatan tarik. Penelitian ini menggunakan spesimen uji yang dibuat menggunakan 3d printer dengan filamen ABS sebanyak 3 spesimen dan nilon sebanyak 3 spesimen. Benda uji yang dibuat mengacu pada standar ASTM D 638-02 dengan pembebanan yang diberikan pada benda uji sebesar 5 mm/menit untuk ABS, dan 50 mm/menit untuk nilon. Dari penelitian ini diketahui bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi rata-rata pada spesimen ABS adalah 29,52 Mpa, dan pada spesimen nilon adalah 24,73 Mpa. Hasil patahan yang diperoleh pada penelitian adalah, pada patahan getas terdapat pada spesimen ABS, dan untuk patahan ulet terdapat pada spesimen nilon. Dari hasil perbandingan pada kedua spesimen dengan standar minimum kekuatan tarik adalah, pada spesimen ABS minimum kekuatannya adalah 28 Mpa, jadi hasil yang didapatkan menunjukkan spesimen ABS masuk dalam standar sehingga dapat digunakan untuk manufaktur sparepart. Sedangkan untuk spesimen nilon kekuatan tarik minimum adalah 38,6 Mpa, maka hasil pengujian tarik pada spesimen nilon tidak masuk dalam standar sehingga tidak cocok untuk digunakan pada manufaktur..

Kata kunci: filamen ABS dan nilon, 3D printing, kekuatan tarik

ABSTRACT

The purpose of this study was to find the average stress on a specimen made using a 3D Printer with ABS and nylon filaments, compare the results of the tensile strength of the two types of specimens, identify the type of fracture in the specimen, and compare the results of the tensile test of the two types of specimens with the standard. tensile strength. This study used test specimens made using a 3d printer with 3 specimens of ABS filament and 3 specimens of nylon. The test specimens were made according to the ASTM D 638-02 standard with the loading given to the specimens of 5 mm/minute for ABS, and 50 mm/minute for nylon. From this research, it is known that the highest average tensile strength value in ABS specimen is 29.52 Mpa, and in nylon specimen is 24.73 Mpa. The results of the fractures obtained in this study are that brittle fractures are found in ABS specimens, and for ductile fractures are found in nylon specimens. From the comparison results on the two specimens with the minimum standard of tensile strength, the minimum tensile strength of the ABS specimen is 28 MPa, so the results obtained indicate that the ABS specimen is included in the standard so that it can be used for manufacturing spare parts. Meanwhile, for nylon specimens, the minimum tensile strength is 38.6 MPa, so the tensile test results on nylon specimens are not included in the standard so that they are not suitable for use in manufacturing.

Keywords: ABS and nylon filament, 3D printing, tensile strength

PENDAHULUAN

Dalam bidang manufaktur suatu rancangan produk menjadi bagian yang sangat penting, mengingat cepatnya inovasi-inovasi yang dikeluarkan oleh produsen dan dapat merespons kondisi pasar lebih cepat, serta merealisasikan suatu konsep menjadi produk yang diinginkan oleh pasar. Tetapi di Indonesia

sendiri masih kurang banyak informasi tentang *printer* 3D. Informasi tersebut sangat berguna untuk diketahui, supaya *prototipe* dan produk yang akan diproduksi sesuai dengan yang diharapkan.

Printer 3D adalah sebuah mesin yang mengubah sebuah model tiga dimensi yang dibuat di dunia maya menjadi benda yang dapat dipegang dan memiliki volume.

Keunggulan dari 3D *printing* dibandingkan dengan jenis proses produksi yang lain adalah, kemampuannya untuk membuat berbagai macam bentuk dan geometri sehingga bisa memproduksi benda atau *sparepart* yang tidak mungkin atau sulit dibuat dengan menggunakan proses produksi lainnya, 3D printer juga dapat mengurangi biaya produksi dikarenakan mesin 3D printer menggunakan bahan dan listrik seminimal mungkin sehingga ramah lingkungan.

Hasil dari 3D *printing* menggunakan material *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) dan nilon dapat diaplikasikan dalam pembuatan suku cadang pada kendaraan bermotor, contohnya ABS bisa digunakan untuk pembuatan *body* motor dan interior mobil dikarenakan polimer ABS memiliki tingkat kekakuan yang tinggi, ringan, durabilitas yang tinggi, dan tahan terhadap benturan, sedangkan nilon biasa digunakan untuk pembuatan roda gigi dan bantalan (*bushing*) dikarenakan nilon memiliki ketahanan tarik tinggi, ketahanan mulur, benturan, ketahanan suhu yang baik, karakteristik gesekan, elastisitas, dan keausan yang baik, maka dari itu pentingnya dilakukan pengujian untuk mengetahui kekuatan dari hasil 3D *printing* dengan material tersebut untuk mengetahui apakah hasil 3D *printing* dengan material ABS dan Nilon tersebut layak untuk menjadi media pengganti dalam fabrikasi suku cadang pada kendaraan bermotor.

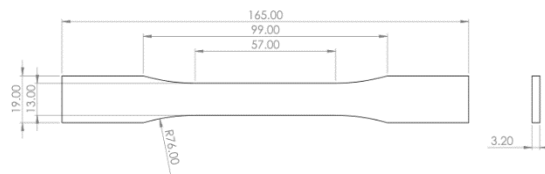
Untuk mengetahui kekuatan dari sebuah bahan perlu dilakukan sebuah pengujian. Salah satunya dengan melakukan pengujian tarik terhadap material. Karena itu penelitian dilakukan untuk mencari tahu kekuatan tarik jenis patahan dari hasil proses 3D *printing* dengan filamen berbahan *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) dan nilon dengan melakukan pengujian tarik.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan juli, dan tempatnya adalah laboratorium Teknik Mesin Universitas Balikpapan dengan alamat di Jl. Pupuk Raya, Gn.

Bahagia, Balikpapan Selatan. Pada tahap ini, penelitian ini menggunakan metode kuantitatif.

Objek yang diteliti pada penelitian ini adalah spesimen uji tarik dengan standar ASTM D638-2 seperti gambar 1 dibawah.



Gambar 1 Spesimen Uji Tarik Standar ASTM D638-2

Gambar 3.1 menunjukkan dimensi dan bentuk spesimen uji tarik sesuai dengan standar ASTM D 638-02a, yang dibuat menggunakan 3D *printer* dengan filamen berbahan dasar ABS sebanyak 3 spesimen dan nilon sebanyak 3 spesimen.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data kuantitatif dilakukan sebagai berikut :

1. Studi literatur, menggunakan buku standar ASTM D638-02a sebagai referensi utama saat pengujian
2. Observasi, untuk memahami hasil patahan dan mengidentifikasi jenis patahan pada material uji tersebut.
3. Experimentasi, mengumpulkan data pada saat desain dan pembuatan benda uji dan mencari dan mengidentifikasi berbagai masalah pada pembuatan benda uji.
4. Dokumentasi, mengumpulkan berbagai bukti-bukti foto yang telah didokumentasi sebagai penunjang dalam pengumpulan masalah.

Prosedur Penelitian

Dalam prosedur penelitian ini, ada beberapa hal yang perlu dipersiapkan diantara-Nya adalah menggunakan metode observasi disertai dengan memahami studi literatur yang ada, spesimen dan menyiapkan beberapa peralatan baik mesin maupun alat ukur yang lainnya. Setelah semua telah dipersiapkan, maka prosedur dilakukan sebagai berikut :

- a. Membuat 3D model spesimen yang akan diuji menggunakan aplikasi Solidworks,
- b. Menyiapkan spesimen dan mengukur dimensi spesimen dan menentukan nilai rata-rata dari tiga kali pengukuran.
- c. Memasang spesimen pada mesin uji tarik
- d. Mengukur skala pembebanan, yaitu sebanyak 5 mm/min untuk ABS, dan 50 mm/min.
- e. Mengukur pertambahan Panjang dan lebar *gauge length* spesimen setelah terjadi patahan.
- f. Menganalisis hasil pengujian dan jenis patahan pada spesimen yang diuji.
- g. Membuat kesimpulan dari data hasil pengujian

Alat dan Bahan Yang digunakan

Peralatan yang digunakan selama proses penelitian adalah sebagai berikut :

- 1) Satu set komputer, digunakan untuk membuat desain model 3D pada spesimen yang akan di uji, dan merubahnya menjadi *file* STL untuk mesin 3D *Printer*
- 2) Jangka sorong, alat ini digunakan untuk mengukur ketebalan material yang akan di uji. Satuannya menggunakan mm dengan ketelitian 0,04 mm.
- 3) Kamera, alat ini digunakan untuk dokumentasi selama penelitian
- 4) Printer 3D, alat ini digunakan untuk mencetak benda uji
- 5) Alat uji tarik, alat ini digunakan untuk melakukan pengujian tarik

Bahan yang digunakan selama proses penelitian adalah sebagai berikut :

1. ePA Nylon 3D Printer Filamen
2. SUNLU ABS 3D Printer Filamen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah data dari spesimen yang akan diuji menggunakan mesin uji tarik.



Gambar 2 Spesimen ABS



Gambar 3 Spesimen Nilon

Gambar diatas menunjukkan spesimen yang akan diuji tarik, gambar 2 menunjukkan spesimen dengan filamen berbahan dasar ABS dan gambar 3 menunjukkan spesimen dengan filamen berbahan dasar nilon. Bentuk dan dimensi dari spesimen yang akan diuji diambil dari standar pengujian tarik polimer ASTM D638.



Gambar 4 Mesin Uji Tarik

Gambar 4 menunjukkan mesin yang akan digunakan untuk pengujian tarik, kecepatan tarikan yang digunakan pada mesin adalah, 5mm/menit untuk ABS, dan

50 mm/menit untuk nilon, kecepatan tarikan tersebut didapatkan didalam standar ASTM D638-2.

Hasil Data Pengujian Tarik Pada Spesimen ABS

Berikut ini adalah analisis hasil data yang didapatkan setelah pengujian tarik dengan spesimen yang menggunakan filamen ABS.

Tabel 1. Hasil Analisis Uji Tarik ABS

Spesime n	Δl (mm ²)	P (kN)	ϵ (%)	σ (Mpa)	E (Mpa)
1	4,79	1,26	4,8	30,4	633,3
		5			3
2	4,59	1,25	4,6	29,48	640,8
		5			6
3	4,29	1,20	4,3	28,68	666,9
		7			7

Tabel 1 adalah hasil yang didapat setelah dilakukannya pengolahan data pada hasil pengujian tarik yang menggunakan filamen ABS, Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapatkan hasil kekuatan tarik yang paling tinggi ada pada spesimen 1 yaitu sebesar 30,4 Mpa dan paling rendah pada spesimen 3 dengan nilai 28,68 Mpa.

Hasil Data Pengujian Tarik Pada Spesimen ABS

Berikut ini adalah analisis hasil data yang didapatkan setelah pengujian tarik dengan spesimen yang menggunakan filamen nilon.

Tabel 2. Hasil Analisis Uji Tarik nilon

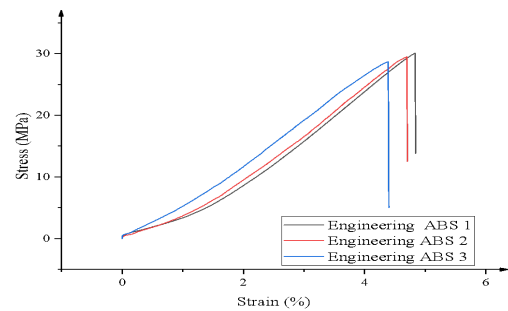
Spesimen	Δl (mm ²)	P (kN)	ϵ (%)	σ (Mpa)	E (Mpa)
1	76,53	0,94	77,31	22,73	2,94
2	179,8	1,13	181,64	28,13	15,49
3	196,10	1,22	199,78	29,87	14,85

Tabel 2 adalah hasil yang didapat setelah dilakukan-Nya pengolahan data pada hasil pengujian tarik yang menggunakan filamen nilon, didapatkan hasil kekuatan tarik yang paling tinggi ada

pada spesimen 3 yaitu sebesar 28,87 Mpa dan paling rendah pada spesimen 1 dengan nilai 22,73 Mpa.

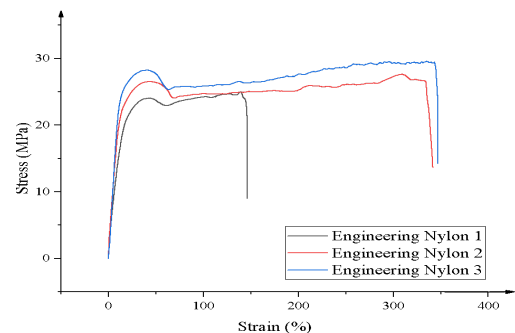
Pembahasan

Dari hasil pengujian tarik terhadap spesimen, didapatkan data pengujian tarik yang berupa tabel Excel, dari data itu kemudian diubah menjadi kurva tegangan regangan teknis seperti pada gambar 5 pada material ABS dan 6 pada material nilon dibawah.



Gambar 5 Diagram Tegangan Regangan Teknik Pada Spesimen ABS

Gambar 5 menunjukkan grafik tegangan regangan teknik pada spesimen uji tarik yang menggunakan filamen ABS, kurva tersebut didapat dari perhitungan data



Gambar 6 Diagram Tegangan Regangan Teknik Pada Spesimen nilon

Gambar 6 menunjukkan grafik tegangan regangan teknik pada spesimen uji tarik yang menggunakan filamen nilon, kurva tersebut didapat dari hasil data dan kemudian melakukan perhitungan mencari tegangan, regangan, dan modulus elastisitas

Perbandingan Ketangguhan dan Keuletan Dari 2 Jenis Spesimen

Pada penelitian ini didapatkan nilai kekuatan UTS rata-rata pada spesimen ABS sebesar 29,52 Mpa dan regangannya sebesar 4.5%, sedangkan untuk spesimen nilon sebesar 26,91 Mpa dan keuletannya sebesar 152,91 %. Nilai UTS pada ABS adalah sesuai dengan pernyataan Dieter yaitu “Nilai kekerasan material akan berbanding lurus dengan nilai kekuatan suatu material” Pada spesimen nilon menunjukkan nilai UTSnya lebih rendah dibandingkan dengan spesimen ABS menjadikan nilon lebih ulet dibandingkan dengan ABS

Perbandingan Patahan Pada Kedua Jenis Spesimen

Setelah dilakukannya percobaan, didapatkan pola patahan yang berbeda – beda. Terdapat pola patahan getas dan ulet. Seperti pada gambar dibawah



Gambar 7 Pola Patahan Pada Sesimen ABS

Pola patahan pada spesimen ABS berbentuk pola patahan getas seperti gambar, dimana pola patahan tersebut terjadi pada material dengan sifat getas dan memiliki kekuatan yang tinggi.



Gambar 8 Pola Patahan Pada Sesimen nilon

Pola patahan pada spesimen nilon berbentuk pola patahan ulet dimana pola patahan tersebut terjadi pada material dengan sifat ulet dan memiliki kekuatan yang lebih rendah.

Perbandingan Hasil Uji Tarik Pada Kedua Jenis Spesimen Dengan Standar Kekuatan Tarik

Dari hasil yang didapat kemudian dibandingkan dengan standar kekuatan tarik dari standar ASTM D4673 untuk ABS dan ASTM D4066-13 untuk nilon untuk menentukan apakah spesimen yang dibuat menggunakan mesin 3D printer masuk dalam standar minimum. Kekuatan tarik minimum Dari Standar ASTM 4673 untuk ABS adalah 28 Mpa, kemudian kekuatan tarik minimum dari standar ASTM D4066-13 untuk spesimen nilon adalah 38,6 Mpa. Dari hasil pengujian pada material ABS didapat tegangan tarik maksimum rata-rata sebesar 29,52 Mpa, maka dari itu spesimen ABS masuk dalam standar dan layak dipakai sebagai alternatif produksi. Untuk hasil pengujian yang didapat pada spesimen nilon tegangan tarik rata-rata maksimum adalah sebesar 26,91 Mpa sehingga tidak cocok digunakan sebagai alternatif alternatif produksi dikarenakan tidak masuk dalam standar.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan ini yaitu, tegangan tarik rata-rata yang didapat pada spesimen ABS adalah 29,52 Mpa, dan pada spesimen nilon adalah 26,91 Mpa. Pada patahan yang diperoleh dari penelitian akibat dari pembebanan tarik ini terdapat dua jenis patahan, yaitu ulet dan getas. Untuk patahan getas terdapat pada spesimen yang menggunakan filamen ABS, dan patahan ulet terdapat pada spesimen yang menggunakan filamen nilon. dan Dari hasil perbandingan hasil penelitian dengan standar uji tarik, spesimen yang menggunakan filamen abs masuk dalam standar material dan cocok digunakan untuk alternatif fabrikasi pada *sparepart* kendaraan. Untuk spesimen yang menggunakan filamen nilon belum cocok untuk digunakan pada fabrikasi *sparepart*

kendaraan motor dikarenakan hasil uji tarik yang didapat tidak belum sesuai standar.

SARAN

Adapun saran setelah dilakukannya penelitian ini adalah : Perlu dilakukan pengujian tambahan pada material abs dan nilon yang dibuat menggunakan 3D printer, seperti pengujian impak, saat pembuatan spesimen nilon, sebaiknya dilakukan pengeringan filamen nilon dan mengurangi kelembapan ruangan sampai kurang dari 40% agar hasil pengujian yang didapat lebih akurat, untuk penelitian selanjutnya, bisa menggunakan filamen yang lain seperti : karbon *fiber* nilon, karbon *fiber* ABS, dan *Reinforced ABS*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lubis Sobron, Sofyan Djamil, dan Yolanda, "Pengaruh Orientasi Objek Pada Proses 3D *Printing* Bahan Polimer PLA dan ABS Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketelitian Dimensi Produk," *Sinergi*, vol. 20, pp. 27–35, 2016.
- [2] Pratama Wahyudi, Hasdiansah, dan Husman, "Optimasi Parameter Proses 3D *Printing* Terhadap Kuat Tarik Material Filamen PLA + Menggunakan Metode Taguchi," *SJoME*, vol. 3, no. 1, Aug. 2021.
- [3] Finali Asmar, Fauzi Hanafi, dan Rochmad Eko, "Analisis Variasi *Pattern* 3D *Printing* terhadap Kekuatan Tarik," *J-Proteksion*, vol. 5, no. 1, pp. 16–19, Aug. 2020.
- [4] Gouldsen Colin dan Paul Blake, "*Investment Casting Using FDM / ABS Rapid Prototype Patterns*," *Rapid ToolworX Stratasys Inc*, vol. 63, pp. 1–35, 1998.
- [5] P. Jain dan A. M. Kuthe, "*Feasibility study of manufacturing using rapid prototyping: FDM approach*," *Procedia Engineering*, vol. 63, pp. 4–11, 2013, doi: 10.1016/j.proeng.2013.08.275.
- [6] G. Wypych, *Handbook of Polymers*, vol. 5, no. 2. 2016. doi: 10.3390/polym5010225.
- [7] Askeland Donald R. dan Pradeep P. Fulay, *Essentials of Materials Science and Engineering 1*, 2nd ed. Boston, USA: PWS Engineering, 1995.
- [8] CALLISTER WILLIAM D. CALLISTER dan DAVID G. RETHWISCH, *Materials Science and Engineering*, 10th ed., vol. 12. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2018.
- [9] Rudi Arya dan Abdoel Ghania, *Buku Pelatihan Solidworks*, vol. 1. Medan: Universitas Muhammadiyah, 2019.
- [10] J. R. Davis, "ASTM D 638-02," *ASTM*, pp. 1–13, 2004, [Online]. Available: www.asminternational.org. [Diakses 30 Mei 2022]
- [11] J. R. Davis, "ASTM D 4673," *ASTM*, pp. 1–7, 2002, [Online]. Available: www.asminternational.org. [Diakses 24 Juli 2022]
- [12] J. R. Davis, "ASTM D 4066-13," *ASTM*, pp. 1–18, 2013, [Online]. Available: www.asminternational.org. [Diakses 24 Juli 2022]