



Analisis Kekuatan Uji Tarik dan *Bending* Filamen Petg (*PolyethyleneTerephthalate Glycol*) Menggunakan Variasi Suhu dan Variasi *Infill* *Pattern* sebagai Material Komponen *Landing Skid* *Drone* Dji Mavic 3

Analysis of the Tensile and Bending Strength of Petg (Polyethylene Terephthalate Glycol) Filament Using Temperature Variations and Infill Pattern Variations as Materials for the Dji mavic 3 Drone Landing Skid Component

Ferdy Ferial Fahmi^{1*}, Denden Mohamad Ariffin²

^{1,2} Program Studi Teknik Aeronautika Pertahanan, Akademi Angkatan Udara

E-mail: ferdyferial661@gmail.com

Abstract— *This study investigated the influence of manufacturing parameters—specifically nozzle temperature variations and infill patterns—on the resulting mechanical performance of 3D-printed parts made from PETG filament, tested according to ASTM D638 (tensile) and ASTM D790 (bending) standards. The research successfully identified the tri hexagon infill pattern as superior for load-bearing capability, determined that 240°C was optimal for tensile strength while 230°C was better for bending strength, achieving maximum values of 29.524 N/mm^2 and 13.600 N/mm^2 respectively, ultimately concluding that PETG's overall strength is less than that of the ABS used in demanding parts like the DJI Mavic 3 Drone components.*

Keywords— *3D Printing, PETG Filament, Nozzle Temperature, Infill Pattern, Bending Test Machine.*

Abstrak— *Studi ini menyelidiki pengaruh parameter manufaktur—khususnya variasi suhu nozzle dan pola infill—terhadap kinerja mekanik yang dihasilkan dari suku cadang cetak 3D yang terbuat dari filamen PETG, diuji sesuai dengan standar ASTM D638 (tarik) dan ASTM D790 (lentur). Penelitian ini berhasil mengidentifikasi pola infill tri hexagon sebagai pola yang unggul untuk kemampuan menahan beban, menetapkan bahwa suhu 240°C adalah optimal untuk kekuatan tarik sementara 230°C lebih baik untuk kekuatan lentur, dengan nilai maksimum masing-masing mencapai 29.524 N/mm^2 dan 13.600 N/mm^2 . Pada akhirnya, studi menyimpulkan bahwa kekuatan keseluruhan PETG masih lebih rendah daripada kekuatan ABS yang digunakan dalam komponen yang menuntut seperti suku cadang Drone DJI Mavic 3.*

Kata Kunci— *3D Printing, Filamen PETG, Suhu Nozzle, Infill Pattern, Uji Bending*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi produksi suatu objek tiga dimensi yang melalui proses *layer-by-layer* (*additive manufacturing*), berbeda dengan (*abrasive manufacturing*) yang membuang bagian

*Ferdy Ferial Fahmi

E-mail: ferdyferial661@gmail.com

tidak diperlukan pada saat membentuk objek. Teknologi tersebut memungkinkan penggunaanya mencetak suatu model digital menjadi sebuah objek fisik yang sama dengan desain aslinya. Mulai dari objek yang mudah hingga objek geometri yang rumit dapat dilakukan dengan 3D *printing*. 3D *printing* memberikan kemudahan kepada manusia dalam melakukan visualisasi. Teknologi ini ditemukan tahun 1984 oleh Charles Hull seorang insinyur Amerika.

Kendala yang sering terjadi pada *drone* adalah kerusakan pada komponen seperti baterai, sensor hindaran, *propeller*, *landing skid*, *gps error* dll. Karena terjadinya benturan karena menabrak sesuatu, kegagalan sistem atau jatuh dari ketinggian dll. Pada pencetakan 3D *printing* juga terdapat permasalahan pada proses pencetakan yaitu mesin mengalami *overheat* karena terlalu panas, *nozzle* mengalami penyumbatan, *stringing* atau benang-benang kecil filamen terus menerus menetes. Penentuan parameter pencetakan mempengaruhi sifat mekanis dari hasil cetakan tersebut seperti beberapa parameter tersebut antara lain yaitu *infill pattern*, *nozzle temperature*, *printing speed*, *layer height*, *infill density* dan lainnya.

Dengan penelitian kami yang berjudul "Analisis Kekuatan Uji Tarik dan Bending Filamen PETG (Polyethylene Terephthalate Glycol) Menggunakan Variasi Suhu dan Variasi Infill pattern Sebagai Material Komponen Landing Skid Drone DJI Mavic 3". Diharapkan menjadi solusi karena permasalahan yang umumnya terjadi, sehingga dilakukan pengujian kekuatan objek benda hasil dari 3D *printing* yaitu dengan cara melakukan uji tarik dan uji *bending* dengan parameter suhu dan *infill pattern* yang baik. Adapun tujuan dari pengujian yang dilakukan akan menghasilkan nilai tegangan tarik dan nilai kelenturan dari spesimen 3D *printing*. Spesimen sampel uji tarik yang ditarik dari kedua ujungnya hingga melewati batas elastisitasnya, dan gaya serta peregangan yang terjadi dicatat dan dilakukan analisa. Spesimen sampel uji *bending* yang sampel bahannya diletakkan di atas dua penyangga dan diberi beban di tengah sampel hingga bengkok atau melewati batas ketahanan yaitu patah. Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi suhu dan variasi *infill pattern* terhadap pengujian tarik dan *bending* hasil 3D *printing* menggunakan material PETG.

II. LANDASAN TEORI

A. 3D Printing

3D Printing, sebagai evolusi dari teknologi cetak tradisional, adalah proses manufaktur aditif (Additive Manufacturing/AM) yang dikenal sebagai Fused Deposition Modeling (FDM). Metode ini bekerja dengan cara penambahan bahan lapis demi lapis untuk memproduksi dan merancang struktur canggih dalam satu kesatuan. Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi ini telah berkembang pesat, menawarkan peningkatan signifikan dalam kualitas dan efisiensi biaya untuk prosedur prototipe cepat (Rapid Prototype) serta pengembangan produk secara umum. Karena kemudahan penggunaan, biaya yang lebih rendah, proses yang lebih ramah lingkungan, dan efisiensi pengembangan produk, metode FDM kini digunakan secara luas dan berpotensi untuk bersaing dengan metode manufaktur konvensional seperti Injection Moulding..

B. Infill pattern.

Infill pattern adalah pola cetakan yang digunakan dalam 3D *printing* untuk mengisi bagian dalam objek cetak dan merupakan salah satu parameter pada proses pencetakan yang dapat diimplementasikan untuk menentukan kekuatan, fleksibilitas, dan penggunaan bahan dari objek yang dicetak

C. Filament PETG

Adalah filament 3D Printing termoplastik yang umum digunakan. Filament PETG memiliki kelebihan yang fleksibel sehingga lebih sulit pecah, memiliki ketahanan terhadap air dan bahan kimia, dan memiliki sifat penyerapan yang baik sehingga tidak mudah pecah atau berubah bentuk. Namun filament PETG juga memiliki kekurangan yaitu tidak cocok untuk struktur pendukung karena sangat menempel dan filament PETG hampir tidak dapat dibakar oleh bakteri sehingga tidak ramah lingkungan.



Gambar 1. Filament PETG.

D. Uji Tarik

Uji tarik dilaksanakan dengan cara menjepit kedua bagian spesimen yang akan diuji dan memberi gaya tarik yang terus bertambah di kedua sisi secara bersamaan lalu akan dianalisa, ditinjau, serta diamati guna mengetahui perpanjangan yang dialami oleh objek benda yang diuji. Uji tarik dilaksanakan untuk mengetahui nilai tegangan objek benda dengan menarik kedua sisi sampai putus. Standar pengujian yang digunakan adalah standar ASTM D638 tipe IV.

E. Uji Bending

Uji Bending merupakan suatu proses pengujian yang dilakukan dengan cara memberikan tekanan atau beban pada material secara berkelanjutan untuk mendapatkan hasil berupa data kekuatan lengkung suatu objek yang di uji coba.

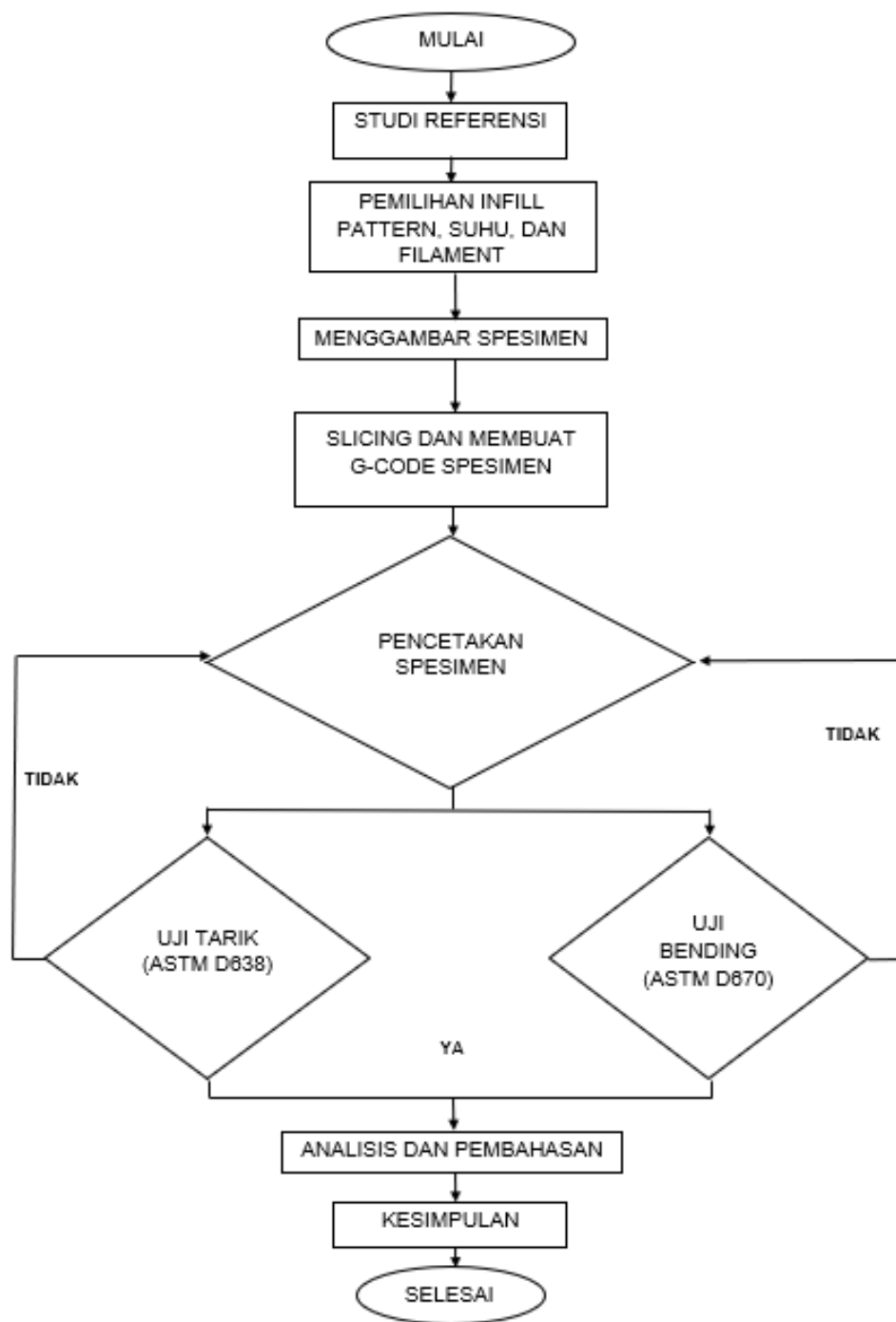
TABEL I
DATA PARAMETER SPESIMEN UJI

No	Nama	Nozzle Temperature (°C)	Based Plate Temperature (°C)	Jenis Spesimen	Infill pattern	Filamen
1	D638	230	80	Uji Tarik	CUBIC	PETG
2	D638	240	80	Uji Tarik	CUBIC	PETG

3	D638	230	80	Uji Tarik	<i>CONCENTRIC</i>	PETG
4	D638	240	80	Uji Tarik	<i>CONCENTRIC</i>	PETG
5	D638	230	80	Uji Tarik	<i>TRI HEXAGON</i>	PETG
6	D638	240	80	Uji Tarik	<i>TRI HEXAGON</i>	PETG
7	D790	230	80	Uji Bending	<i>CUBIC</i>	PETG
8	D790	240	80	Uji Bending	<i>CUBIC</i>	PETG
9	D790	230	80	Uji Bending	<i>CONCENTRIC</i>	PETG
10	D790	240	80	Uji Bending	<i>CONCENTRIC</i>	PETG
11	D790	230	80	Uji Bending	<i>TRI HEXAGON</i>	PETG
12	D790	240	80	Uji Bending	<i>TRI HEXAGON</i>	PETG

III. METODE PENELITIAN

Bab ini dijelaskan terkait langkah-langkah ataupun pelaksanaan percobaan penelitian, dimana peneliti akan menganalisa pengaruh dari variabel penelitian yaitu pengaruh variasi *infill pattern* dan variasi suhu *nozzle* yang diatur dari aplikasi *Creality Slicer* terhadap pencetakan *3D printing*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Filament Polyethylene Terephthalate Glycol* (PETG), yang nantinya akan dicetak dan di uji coba dengan uji tarik dan uji *bending* menggunakan mesin *Universal Testing Machine* (UTM) dengan standar ukuran spesimen ASTM D638 untuk uji tarik dan ASTM D790 untuk uji *bending*, guna mengetahui sifat mekanis yang terjadi pada spesimen yang di uji. Diagram alir penyusun penelitian ini digambarkan pada gambar dibawah ini



Gambar 2. Diagram Alir.

IV. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

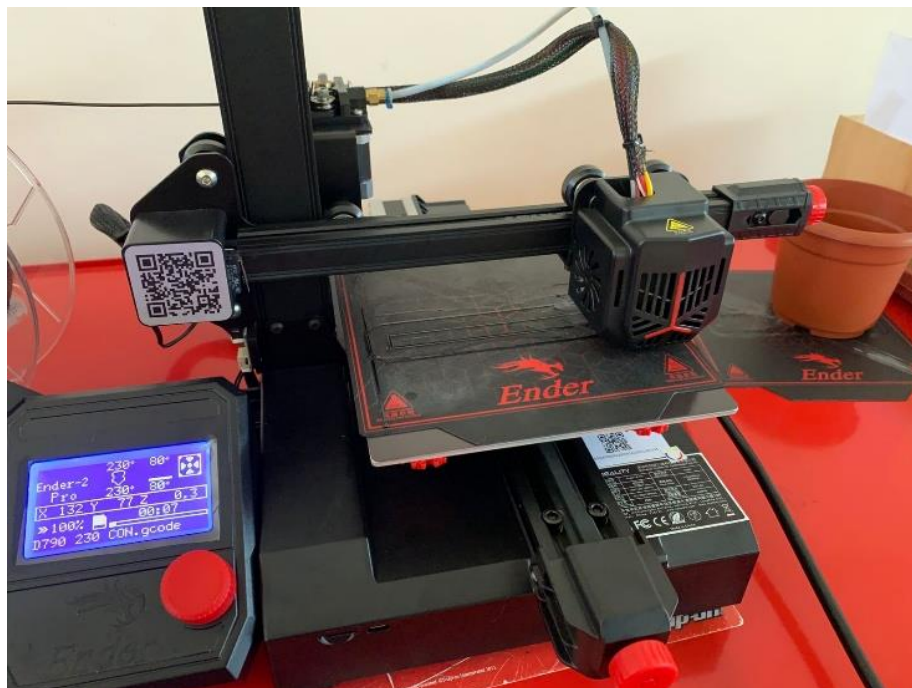
A. Pengujian

Pembuatan spesimen uji yaitu spesimen 3D *printing* menggunakan *software FreeCAD* sebagai pembuatan desain awal, kemudian di *convert* menjadi file *G-code* menggunakan *software Creality Slicer* yaitu aplikasi bawaan pada mesin 3D printer jenis *Creality Ender 2 Pro*. Setelah

dilaksanakan pembuatan *file G-code* kemudian akan dilaksanakan pencetakan spesimen menggunakan mesin 3D *printer*, setelah dilaksanakan pencetakan spesimen akan dilaksanakan pengujian menggunakan mesin *Universal Testing Machine* (UTM) yaitu pengujian tarik dan pengujian *bending* pada spesimen yang telah dicetak sebelumnya.

B. Pembahasan

Berikut ini merupakan proses pembuatan atau pencetakan spesimen menggunakan mesin 3D Printing adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Proses Pencetakan Spesimen.

TABEL II
DATA HASIL PENGUJIAN UJI TARIK

Variasi Suhu	Spesimen PETG CUB N/mm^2	Spesimen PETG CON N/mm^2	Spesimen PETG TH N/mm^2
230	25,91	29,32	32,46
240	28,95	32,89	33,22
Rata-Rata	27,43	31,105	32,84

TABEL II
DATA HASIL PENGUJIAN UJI BENDING

Variasi Suhu	Spesimen PETG CUB N/mm^2	Spesimen PETG CON N/mm^2	Spesimen PETG TH N/mm^2
230	126,10	118,45	123,13
240	120,93	113,96	108,77
Rata-Rata	123,515	116,205	115,95

Berdasarkan dari hasil yang dapat dilihat dari tabel nilai tegangan tarik diatas dapat disimpulkan bahwa filamen PETG dengan *infill pattern Tri Hexagon* menggunakan suhu *nozzle* 240°C sebesar 33,22 N/mm^2 memiliki nilai kekuatan terbesar dari lima parameter lainnya yaitu *Cubic* 230°C dan 240°C, *Concentric* 230°C dan 240°C, serta *Tri Hexagon* 230°C. Dari tabel diatas dapat dilihat nilai kekuatan lentur didapatkan dari data dan diolah menggunakan rumus, bahwa pengujian *bending* menggunakan filamen PETG jenis *infill pattern tri hexagon* 230°C dengan nilai 123,13 N/mm^2 memiliki nilai paling besar diantara parameter yang lain, sedangkan nilai kekuatan *bending* terendah dimiliki oleh filamen PETG jenis *infill pattern concentric* 240°C dengan nilai 108,77 N/mm^2 .

V. KESIMPULAN

Penelitian ini menganalisis dampak parameter manufaktur (suhu nozzle dan pola infill) terhadap sifat mekanik filamen PETG cetak 3D berdasarkan standar ASTM D638 (tarik) dan D790 (lentur). Secara umum, suhu nozzle menunjukkan pengaruh berlawanan: suhu yang lebih tinggi (240°C) meningkatkan kekuatan tarik (mencapai \$28.954\$ untuk cubic), sementara suhu yang lebih rendah (230°C) justru meningkatkan kekuatan lentur (mencapai \$123.13\$ untuk tri hexagon). Mengenai pola infill, pola tri hexagon unggul dalam uji tarik (rata-rata \$32.845\$), sementara pola cubic unggul dalam uji lentur (rata-rata \$123.51\$). Perbandingan material menunjukkan bahwa filamen ABS lebih baik dalam menahan tegangan tarik (ABS: \$32.058\$ vs. PETG: \$28.951\$), namun filamen PETG jauh lebih unggul dalam kekuatan lentur (PETG: \$120.93\$ vs. ABS: \$31.561\$), menegaskan bahwa pemilihan filamen harus didasarkan pada jenis beban (tarik atau lentur) yang akan diterima oleh komponen tersebut.

REFERENSI

- [1] Sodwijo, (2023 2). *3D Printing dan Aneka Inovasi yang Bisa Diciptakan*.
- [2] Izzati RM & Rizki, (2017). *Implementasi CAD (Computer Aided Design) dalam Proses Desain Produk*.
- [3] Rauzan & Yulianti, (2022). *Pemanfaatan Drone Untuk Identifikasi Penggunaan Lahan di Dayah Raudhatul Quran Tungkop Kecamatan Darussalam Kabupaten Aceh Besar*.
- [4] Wicaksono, dkk. (2021). *Rancang Bangun dan Simulasi 3D Printer Model Cartesian Berbasis Fused Deposition Modelling*.
- [5] Tanoto, dkk. (2022). *Optimasi Multirespon pada Proses 3D Printing Material ABS dengan Metode Taguchi-PCR Topsis*.

- [6] Haerdy & Nurzannah, (2023). *Potensi dan Kendala Penerapan Teknologi 3D printing dalam Penyediaan Hunian Layak dan Terjangkau di Indonesia*.
-