

ANALISIS LAPISAN CETAK PRINTER 3D SPESIMEN PLASTIK PLA KELIPATAN 0,05 mm TERHADAP ENERGI PUKUL

Etik Puspitasari¹, Wirawan², Syamsul Hadi³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

¹ etikpuspitasari58@gmail.com ² wirawan@polinema.ac.id ³ syampol2003@yahoo.com

ABSTRACT

Tidak diketahuinya energi pukul (EP) hasil uji pukul dalam pembuatan spesimen plastik dengan printer 3D berbagai tebal per lapisan menjadi masalah yang dihadapi. Tujuan analisis untuk memperoleh EP spesimen plastik yang linier atau tidak. Metoda analisis meliputi: desain bentuk dan ukuran spesimen plastik, pencetakan spesimen dengan printer 3D dari filamen plastik jenis PLA diameter 1,75 mm dimulai dari tebal lapisan 0,1 mm hingga 0,5 mm dengan kelipatan lapisan 0,05 mm dan dibuat *fulfill* (tidak berongga) pada temperatur 200°C, uji pukul charpy, perhitungan EP, dan analisis hasil. Hasil analisis uji pukul dari spesimen tebal layer 0,1-0,35, EP naik dan spesimen tebal lapisan 0,4-0,5 EP mulai turun dan nilainya sama. Puncak EP yang dihasilkan berada pada tebal lapisan 0,35 mm dengan EP senilai 1,264 J dan energi pukul spesifik (EPS) atau harga *impact* (HI) senilai 0,01261 J/mm² dan di posisi kedua pada tebal lapisan 0,3 mm dengan EP senilai 1,215 J dan EPS senilai 0,01212 J/mm² yang menunjukkan bahwa hasilnya tidak linier atau semakin tebal lapisan tidak selalu kekuatannya semakin besar dan spesimennya semakin kuat dan paling kuat berada di tebal lapisan 0,35 mm. Hasil visual spesimen uji pukul dari plastik dengan printer 3D semakin kecil lapisan yang digunakan semakin halus dan memiliki estetika yang bagus.

Kata kunci : Energi Pukul (EP), Energi Pukul Spesifik (EPS), *Fulfill*, PLA, Printer 3D, Spesimen Plastik, Tebal Lapisan, Uji pukul Charpy.

I. PENDAHULUAN

Teknologi masa depan saat ini sudah sangat maju dan berkembang pesat, jika tidak segera dipelajari dan diaplikasikan maka semua tertinggal. Printer 3D adalah salah satu dari teknologi masa depan tersebut yang mana dari segi proses sangat efektif dan efisien dalam bidang pembuatan prototipe. Tujuan jangka panjang dan target khusus agar dapat diajarkan salah satu dari sekian teknologi masa depan kepada mahasiswa,

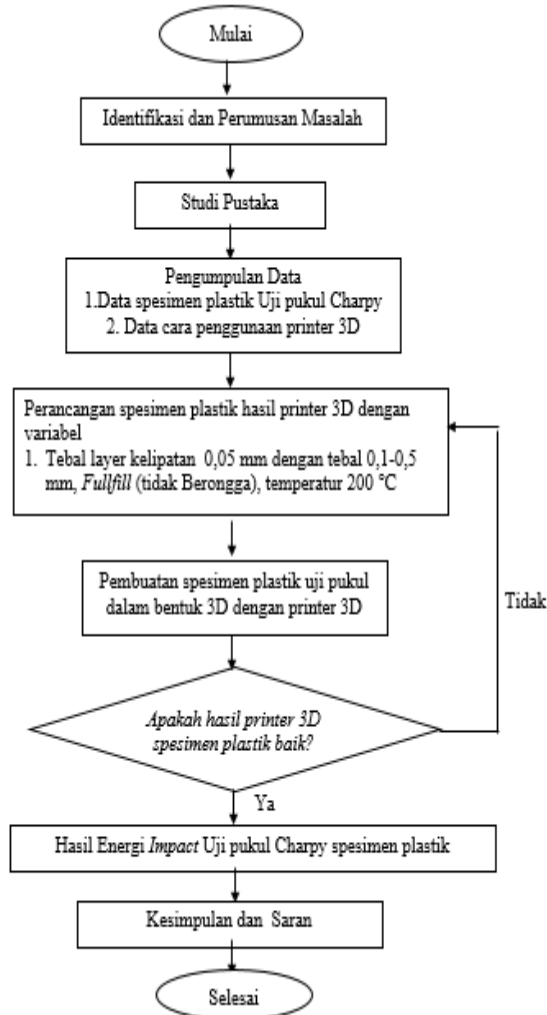
sehingga *skill*-nya dapat bertambah dan menyesuaikan perkembangan kemajuan teknologi.

Kelebihan printer 3D menjadikan pekerjaan lebih praktis dan kepresisian hasil produk cukup tinggi. Produk 3D hasil printer cocok dikembangkan sebagai desain awal dan pembuatan prototipe sebelum dibuat produk massal. Kelemahan printer 3D tidak bisa membuat produk secara massal karena lamanya pembuatan untuk satu produk yang dapat memakan waktu berjam-jam. Untuk itulah produk hasil printer 3D tersebut cocok diaplikasikan sebagai produk untuk prototipe atau produk dengan kebutuhan sedikit. Selain hal tersebut spesimen uji pukul yang biasanya dari logam yang dicetak dengan pengecoran tidak bisa dibuat sempurna karena sudut-sudut takikannya sangat sulit dibuat, sehingga dengan menggunakan printer 3D tersebut sudut takikan sangat mudah untuk dibuat.

Analisis yang digunakan dengan menguji energi pukul (*impact*) yang dihasilkan dari alat uji pukul Charpy dari tebal lapisan kelipatan 0,05 mm yang mana pembuatan dibuat dari lapisan 0,1 mm hingga 0,5 mm pada temperatur 200°C dan spesimen plastik dibuat *fulfill* atau tidak berongga. Filamen yang digunakan jenis plastik PLA berwarna kuning ϕ 1,75 mm di mana PLA pada penelitian sebelumnya berwarna putih dan kuning (Puspitasari, dkk., 2020). PLA adalah polimer yang sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan penyimpanan, kelembaban dapat mengubah struktur dan dalam kondisi kering PLA menjadi lebih kuat, tetapi kurang ulet (Valerga dkk., 2018). Dua bahan PLA komersial dengan warna berbeda (natural untuk *Crystal Clear* dan hitam untuk *Onyx Black*) menunjukkan perbedaan kinerja yang berbeda (Spina, 2019). Tujuan meneliti selain menambah *softskill* dan aplikatif pada teknologi masa depan dan ingin mengamati apakah hasil yang didapatkan linier atau tidak. Linier berarti semakin tebal lapisan semakin kuat, dan sebaliknya semakin kecil lapisan semakin lemah, di mana hasil diamati dari perhitungan EP (Energi Pukul) dan EPS (Energi Pukul Spesifik) yang dihasilkan dari Uji pukul Charpy. EP adalah selisih energi potensial awal dikurangi energi potensial akhir setelah menabrak spesimen, dan EPS energi yang dibagi dengan luas penampang pada daerah takikan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

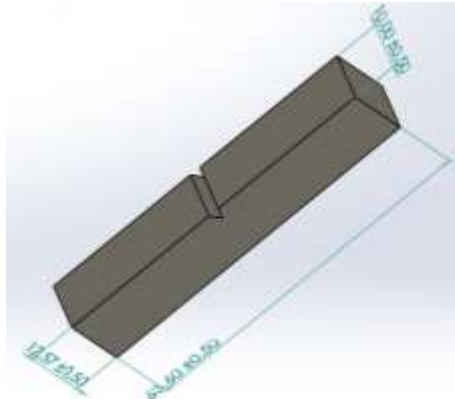
Diagram alir penelitian EP dengan spesimen plastik hasil cetak Printer 3D sebagaimana Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

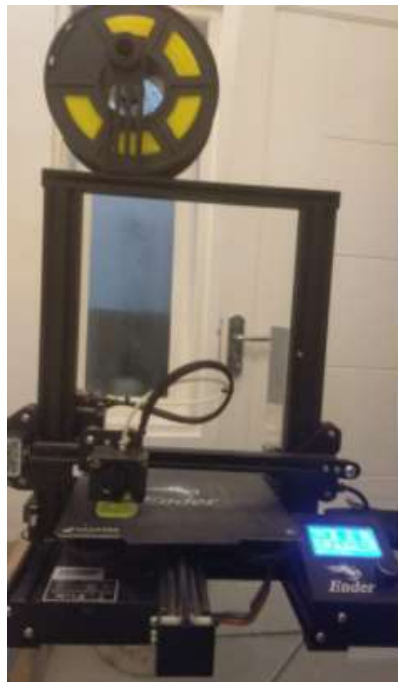
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ukuran dan hasil spesimen plastik uji pukul Charpy sebagaimana Gambar 2.



Gambar 2 . Gambar 3D Spesimen Plastik Uji Pukul Charpy

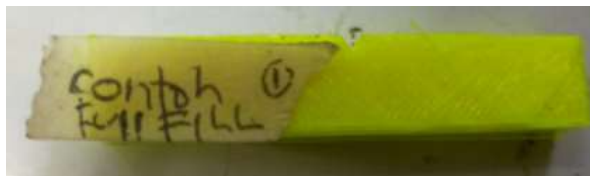
Proses pembuatan spesimen plastik uji pukul Charpy dengan Printer 3D sebagaimana Gambar 3, dan hasilnya sebagaimana Gambar 4. Contoh spesimen yang dicetak padat irisan bagian dalamnya penuh tidak berongga sebagaimana Gambar 5.



Gambar 3. Proses Pembuatan Spesimen Plastik Uji Pukul Charpy dengan Printer 3D



Gambar 4. Hasil Spesimen Plastik Uji Pukul Charpy dengan Printer 3D



Gambar 5. Contoh *fulfill* irisan bagian dalam penuh tidak berongga



Gambar 6. Spesimen Plastik dari hasil Printer 3D yang diuji Pukul Charpy

Gambar 6 menunjukkan spesimen Plastik dari hasil Printer 3D yang diuji dengan alat uji pukul Charpy sebagaimana Gambar 7.



Gambar 7. Alat Uji Pukul Charpy

Uji pukul Charpy bertujuan untuk menetapkan prosedur pengujian yang masuk akal dan dapat diterima dan dapat menghemat biaya dengan menggunakan spesimen tipe Charpy untuk mengukur ketangguhan dinamis baja dengan ketangguhan tinggi contohnya baja pipa saluran (Lucon, 2018).



Gambar 8. Hasil uji pukul spesimen kode 0,1-1 sampai 0,5-1

Gambar 8 menunjukkan hasil uji pukul spesimen kode 0,1-1 sampai dengan 0,5-1, dan Gambar 9 menunjukkan hasil uji pukul spesimen kode 0,1-2 sampai 0,5-2, serta Gambar 10 menunjukkan hasil uji pukul spesimen kode 0,1-3 sampai 0,5-3.



Gambar 9. Hasil Uji pukul spesimen kode 0,1-2 sampai 0,5-2

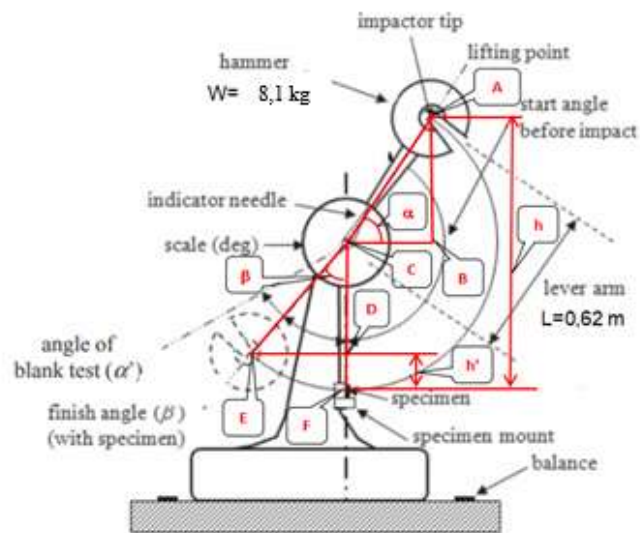


Gambar 10. Hasil uji pukul spesimen kode 0,1-3 sampai 0,5-3

3.2 Pembahasan

Spesimen plastik diuji pukul Charpy untuk mengetahui kekuatan dari spesimen plastik berapa energi yang diserap dari hasil uji pukul. Sudut awal yang di uji pukul spesimen plastik adalah 20° . Spesimen dibuat padat dengan irisan bagian dalam penuh tidak berongga dengan temperatur 200°C .

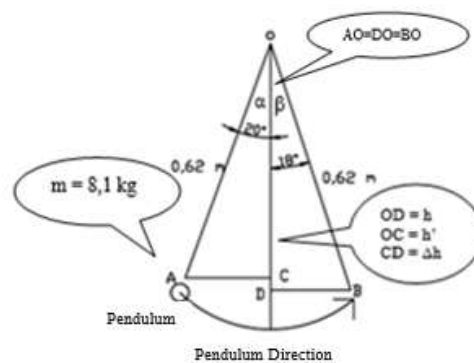
Adapun perhitungan EP dapat dilihat pada Gambar 11 dan perhitungan sebagai berikut:



Gambar 11. Tinggi awal dan tinggi akhir posisi pendulum diatas garis horizontal (Faudree, dkk., 2018)

Gambar 11 menunjukkan uji pukul dimana posisi pendulum saat uji pukul di atas garis horizontal atau berada di sebelah atas.

Untuk penelitian uji pukul spesimen plastik dilakukan di bawah garis horizontal atau posisi pendulum berada di bawah karena spesimen plastik ini energi serapnya kecil, sehingga pada penelitian sebelumnya (Puspitasari, dkk, 2020) yang telah diuji coba beberapa kali didapatkan tinggi awal berada pada sudut awal (α) 20° dan contoh Gambar 12 pada sudut akhir (β) adalah 18°



Gambar 12. Tinggi awal dan tinggi akhir posisi pendulum di bawah garis horizontal

1. Pada Segitiga ACO , OC = h'

$$CA = OD - OC$$

$$OC = OA \times \cos \alpha$$

$$OC = 0,62 \text{ m} \times \cos 20^\circ$$

$$= 0,62 \times 0,94$$

$$= 0,5828 \text{ m}$$

2. Pada Segitiga OBD , OD=h

$$OD = OB \times \cos \beta$$

$$= 0,62 \times \cos 18^\circ$$

$$= 0,62 \text{ m} \times 0,95$$

$$= 0,589 \text{ m}$$

3. $CD = OD - OC$

$$= 0,589 \text{ m} - 0,5828 \text{ m}$$

$$= 0,0062 \text{ m}$$

4. $CD = \Delta h$

5. $E_p = m \times g \times \Delta h$ (1) (Hadi, 2016: 79)

$$= 8,1 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s} \times 0,0062 \text{ m}$$

$$= 0,4926582 \text{ J}$$

6. $EPS = E_p/A$

$$= 0,4926582 \text{ J} / 100,3 \text{ mm}^2$$

$$= 0,00491 \text{ J/mm}^2$$

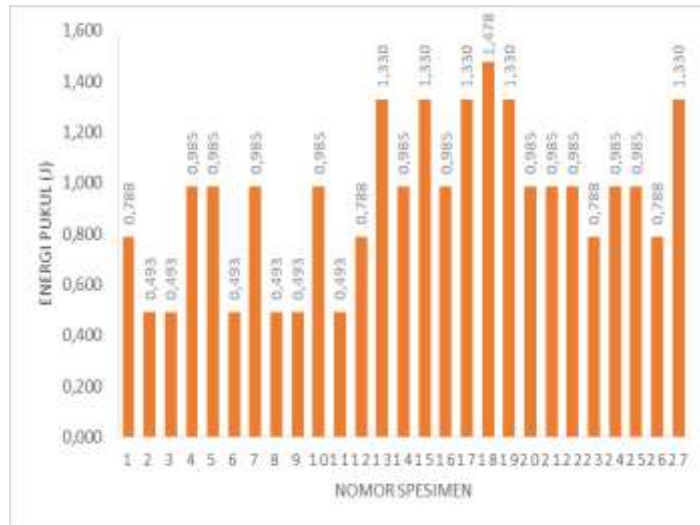
EP (energi pukul) adalah selisih energi potensial awal dikurangi energi potensial akhir setelah menabrak spesimen, dan EPS (energi pukul spesifik) energi yang dibagi dengan luas penampang pada daerah takikan.

Adapun hasil EP dan EPS atau harga *impact* (HI) sebagaimana Tabel 1

Tabel 1. Hasil Uji Pukul Charpy

No	Tebal Layer (mm)	Kode Spesimen Plastik	Sudut Awal (α) ($^{\circ}$)	Sudut Akhir (β) ($^{\circ}$)	Nilai h (m)	nilai h' (m)	EP (J)	HI (J/mm ²)
1	0,1	0,1-1	20	17	0,5828	0,5927	0,788	0,00786
2	0,1	0,1-2	20	18	0,5828	0,5890	0,493	0,00491
3	0,1	0,1-3	20	18	0,5828	0,5890	0,493	0,00491
4	0,15	0,15-1	20	16	0,5828	0,5952	0,985	0,00982
5	0,15	0,15-2	20	16	0,5828	0,5952	0,985	0,00982
6	0,15	0,15-3	20	18	0,5828	0,5890	0,493	0,00491
7	0,2	0,2-1	20	16	0,5828	0,5952	0,985	0,00982
8	0,2	0,2-2	20	18	0,5828	0,5890	0,493	0,00491
9	0,2	0,2-3	20	18	0,5828	0,5890	0,493	0,00491
10	0,25	0,25-1	20	16	0,5828	0,5952	0,985	0,00982
11	0,25	0,25-2	20	18	0,5828	0,5890	0,493	0,00491
12	0,25	0,25-3	20	17	0,5828	0,5927	0,788	0,00786
13	0,3	0,3-1	20	15	0,5828	0,5995	1,330	0,01326
14	0,3	0,3-2	20	16	0,5828	0,5952	0,985	0,00982
15	0,3	0,3-3	20	15	0,5828	0,5995	1,330	0,01326
16	0,35	0,35-1	20	16	0,5828	0,5952	0,985	0,00982
17	0,35	0,35-2	20	15	0,5828	0,5995	1,330	0,01326
18	0,35	0,35-3	20	14	0,5828	0,6014	1,478	0,01474
19	0,4	0,4-1	20	15	0,5828	0,5995	1,330	0,01326
20	0,4	0,4-2	20	16	0,5828	0,5952	0,985	0,00982
21	0,4	0,4-3	20	16	0,5828	0,5952	0,985	0,00982
22	0,45	0,45-1	20	16	0,5828	0,5952	0,985	0,00982
23	0,45	0,45-2	20	17	0,5828	0,5927	0,788	0,00786
24	0,45	0,45-3	20	16	0,5828	0,5952	0,985	0,00982
25	0,5	0,5-1	20	16	0,5828	0,5952	0,985	0,00982
26	0,5	0,5-2	20	17	0,5828	0,5927	0,788	0,00786
27	0,5	0,5-3	20	15	0,5828	0,5995	1,330	0,01326

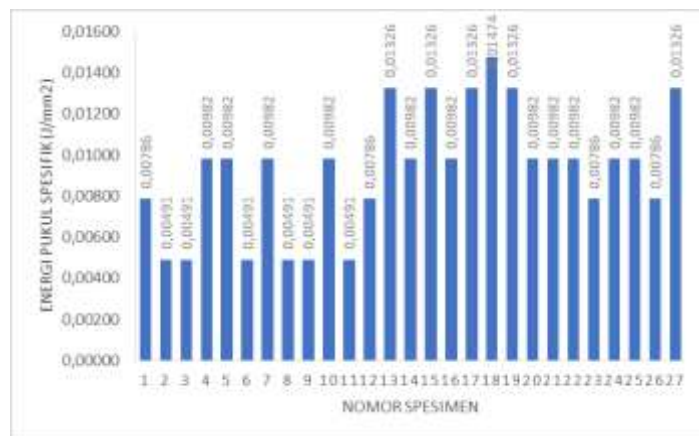
Gambar 13 menunjukkan grafik hubungan tebal lapisan dan EP



Gambar 13. Hasil EP dari Uji pukul Charpy

Dari gambar 13 didapatkan EP yang terbesar diperoleh dari tebal lapisan 0,35 mm. Dari Gambar 13 menunjukkan bahwa EP yang dihasilkan tidak linear terhadap tebal lapisan, yang mana semakin tebal lapisan ternyata hasilnya tidak selalu menghasilkan EP yang semakin besar pula, terbukti dari lapisan 0,4; 0,45; 0,5 EP kembali turun nilainya.

Gambar 14 menunjukkan hasil energi pukul spesifik (EPS) yang dihasilkan dari uji pukul charpy.



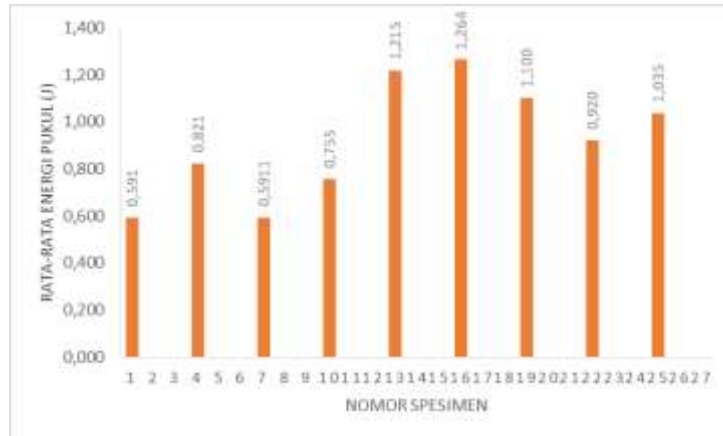
Gambar 14. Hasil energi pukul spesifik (EPS) dari Uji pukul Charpy

Gambar 14 EPS terbesar yang dihasilkan pada nomor spesimen 18 yaitu pada tebal lapisan 0,35 mm dengan nilai EPS 0,01474 (J/mm²). Pada Gambar 14 hasil tidak menunjukkan linieritas yang mana semakin besar tebal lapisan, maka semakin kuat yang dihasilkan ternyata tidak terbukti. Pada tebal lapisan 0,1 hingga 0,35 mm EPS mengalami kenaikan, tetapi pada tebal lapisan 0,4 hingga 0,5 EPS kembali turun nilainya. Tabel 2 adalah rata-rata dari EP dan EPS dari tiap tebal lapisan yang tiap lapisannya dilakukan tiga kali percobaan.

Tabel 2. Hasil Rata-rata Uji Pukul Charpy

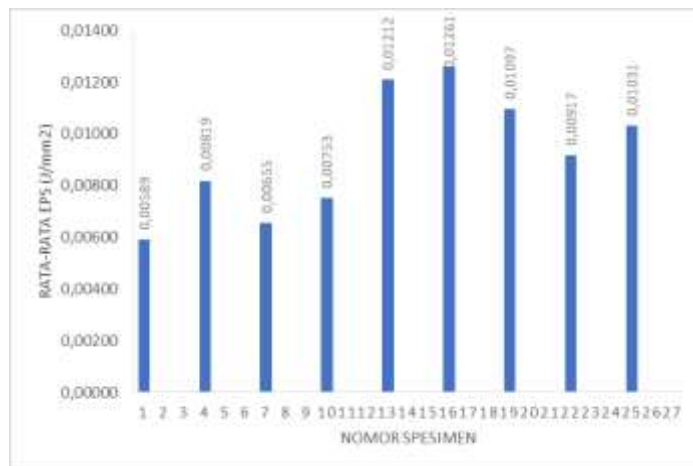
No	Tebal Lapisan (mm)	Kode Spesimen Plastik	EP (J)	EPS (J/mm ²)	Rata-rata EP (J)	Rata-rata EPS (J/mm ²)
1	0,1	0,1-1	0,788	0,00786	0,591	0,00589
2	0,1	0,1-2	0,493	0,00491		
3	0,1	0,1-3	0,493	0,00491		
4	0,15	0,15-1	0,985	0,00982	0,821	0,00819
5	0,15	0,15-2	0,985	0,00982		
6	0,15	0,15-3	0,493	0,00491		
7	0,2	0,2-1	0,985	0,00982	0,5911	0,00655
8	0,2	0,2-2	0,493	0,00491		
9	0,2	0,2-3	0,493	0,00491		
10	0,25	0,25-1	0,985	0,00982	0,755	0,00753
11	0,25	0,25-2	0,493	0,00491		
12	0,25	0,25-3	0,788	0,00786		
13	0,3	0,3-1	1,330	0,01326	1,215	0,01212
14	0,3	0,3-2	0,985	0,00982		
15	0,3	0,3-3	1,330	0,01326		
16	0,35	0,35-1	0,985	0,00982	1,264	0,01261
17	0,35	0,35-2	1,330	0,01326		
18	0,35	0,35-3	1,478	0,01474		
19	0,4	0,4-1	1,330	0,01326	1,100	0,01097
20	0,4	0,4-2	0,985	0,00982		
21	0,4	0,4-3	0,985	0,00982		
22	0,45	0,45-1	0,985	0,00982	0,920	0,00917
23	0,45	0,45-2	0,788	0,00786		
24	0,45	0,45-3	0,985	0,00982		
25	0,5	0,5-1	0,985	0,00982	1,035	0,01031
26	0,5	0,5-2	0,788	0,00786		
27	0,5	0,5-3	1,330	0,01326		

Berikut Gambar 15 menunjukkan grafik rata-rata dari hasil EP yang dihasilkan dari tiap tebal lapisan yang tiap lapisannya dilakukan tiga kali percobaan.



Gambar 15. Rata-rata EP dari tiap tebal lapisan

Gambar 15 hasil rata-rata dari spesimen yang diuji pukul charpy menunjukkan EP dari tiap tebal lapisan terbesar berada di tebal lapisan 0,35 mm yaitu senilai 1,264 J. Hasil yang diharapkan linier semakin besar tebal layer, maka nilai EP dari tiap tebal lapisan semakin besar tidak terbukti.



Gambar 16. Rata-rata Energi Pukul Spesifik dari tiap tebal lapisan

Gambar 16 menunjukkan grafik rata-rata dari hasil EPS yang dihasilkan dari tiap tebal lapisan yang tiap lapisannya dilakukan tiga kali percobaan.

Hasil yang diperoleh rata-rata EPS dari Uji pukul Charpy terbesar yaitu pada spesimen 16, 17, 18 atau pada tebal lapisan 0,35 mm yaitu senilai 0,01261 J/mm². Di posisi kedua pada tebal lapisan 0,3 mm yaitu senilai 0,01212 J/mm². Hasil yang diharapkan linier semakin besar tebal lapisan, maka nilai EPS semakin besar tidak terbukti.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Spesimen tebal lapisan 0,1-0,35 EP dan EPS yang dihasilkan naik dan spesimen tebal lapisan 0,4-0,5 energi EP dan EPS yang dihasilkan mulai turun dan nilainya sama. Puncak dari EP dan EPS yang dihasilkan berada pada tebal lapisan 0,35 mm dengan nilai EP sebesar 1,264 J dan EPS yaitu sebesar 0,01261 J/mm² dan di posisi kedua pada tebal lapisan 0,3 mm dengan nilai EP senilai 1,215 J dan EPS yaitu senilai 0,01212 J/mm², yang berarti bahwa hasil EP dan EPS yang dihasilkan dari spesimen tersebut hasilnya tidak linier atau semakin tebal lapisan tidak selalu kekuatannya semakin besar dan spesimennya semakin kuat. Hasil yang diharapkan linier semakin besar tebal lapisan, maka nilai EP dan EPS semakin besar tidak terbukti, sehingga hasil spesimen yang paling kuat berada di tebal lapisan 0,35 mm. Jika ingin membuat produk yang kuat bisa menggunakan tebal lapisan 0,35 mm.

Dari hasil pengamatan visual yang didapatkan dari pembuatan spesimen uji pukul dari plastik dengan printer 3D semakin kecil lapisan yang digunakan semakin halus benda tersebut tampak luarnya semakin bagus hasil produknya dan memiliki estetika yang bagus.

4.2 Saran

Pembuatan ukuran spesimen sesuai standar dan prosedur dengan jenis filamen plastik dari PLA atau ABS dengan printer 3D lalu uji kembali dengan uji puntir untuk membandingkan kembali kekuatan dari spesimen plastik dari hasil printer 3D.dengan hasil uji pukul Charpy

Daftar Pustaka

- Faudree, Michael; Nishi, Yoshitake; Gruskiewicz, Michael; Salvia, Michelle, 2018, *A New Glass Fibered Reinforced Composite with Improved Charpy Impact Properties at Low and High Temperatures beyond the Extremes of Aircraft Flight*, *Materials Transactions*, 59, 1280-1287. 10.2320/matertrans.M2018068.
- Hadi Syamsul, 2016. *Teknologi Bahan*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Lucon E. Cost-Effective Alternatives to Conventional Charpy Tests for Measuring the Impact Toughness of Very-High-Toughness Steels. *J Pressure Vessel Technol.* 2018;140. doi:10.1115/1.4038902
- Puspitasari, Etik; Wirawan; Hadi, Syamsul; Rarindo, Hari, 2020, *Analisa Suhu dan Tebal Layer terhadap Spesimen Plastik Uji Pukul Charpy dengan Menggunakan Printer 3D*, *Jurnal Ilmiah Teknologi, FST Undana*, Vol. 14, No. 1, 26-29.
- Spina R. Performance Analysis of Colored PLA Products with a Fused Filament Fabrication Process. *Polymers*. 2019. p. 1984. doi:10.3390/polym11121984
- Valerga A, Batista M, Salguero J, Girot F. Influence of PLA Filament Conditions on Characteristics of FDM Parts. *Materials*. 2018. p. 1322. doi:10.3390/ma11081322

Halaman ini sengaja dikosongkan