



## ***Prototype Game Education Number Box Toys sebagai Upaya Mengembangkan Keterampilan Kognitif dan Motorik Anak***

***Indro Prakoso<sup>1\*</sup>, Ayu Anggraeni Sibarani.<sup>2</sup>Sarah Nurmalawati<sup>3</sup>, Valent Okky Nurcahya<sup>4</sup>***

<sup>1234</sup> Departement of Industrial Engineering, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia.

\*Corresponding email: [prakosoindro@unsoed.ac.id](mailto:prakosoindro@unsoed.ac.id)

Received: 09/January/2024

Accepted: 19/June/2024

Revised: 19/June/2024

Published: 30/June/2024

To cite this article:

Prakoso, I., Sibarani, A.A., Nurmalawati, S., & Nurcahya, V.O. (2024). *Prototype Game Education Number Box Toys sebagai Upaya Mengembangkan Keterampilan Kognitif dan Motorik Anak*. *SPECTA Journal of Technology*, 8 (1), 22-35. [10.35718/specta.v8i1.1080](https://doi.org/10.35718/specta.v8i1.1080)

### **Abstract**

Number Box Toys are children's toys for children aged 1 to 4 years, designed to help children develop their cognitive and motor skills and learn about different number shapes and colors, including the number 0 to 9. The aim of developing this educational game prototype is to provide a visual image of the product and determine the production cost of the Number Box Toys product which is manufactured using 3D printing machine. Before making a prototype, Number Box Toys product design was created in 2D and 3D using Solidwork software, and then a Bill of Materials (BOM) and Operation Process Chart (OPC) were created. When producing the Number Box Toys prototype, simulation software was used using the Creality Slicer application to show the total time required to produce a Number Box Toys product, which was approximately 1803,78 minutes or 30,063 hours. The total time required to complete the entire operation process chart of Number Box Toys is 1822,78 minutes or about 30,38 hours, with details of 57 operation processes and 18 inspection processes. The results of calculating the production cost of the Number Box Toys educational game based on the total time required, material prices and labor costs resulted in a production cost value of Rp 404.690,89 and the selling price is Rp 465.383,03 with a profit of 15% of the cost price is Rp 60.702,13. There is a significant price difference compared to similar products sold on the market because Number Box Toys' product prototype is made using 3D printing process, which requires a lot of time to make each part but has a size or shape that can be customized to suit the consumer.

Keywords: 3D Printing, Manufacture, Production Cost

### **Abstrak**

*Number Box Toys merupakan mainan anak dengan rentang usia 1-4 tahun yang dirancang untuk membantu anak-anak dalam mengembangkan keterampilan kognitif dan motorik sekaligus belajar mengenai ragam bentuk angka dan warna, yang terdiri dari angka 0-9. Tujuan dari pengembangan prototype game education ini yaitu untuk memberikan gambar visual terhadap produk dan menentukan harga pokok produksi dari produk Number Box Toys yang produksinya dilakukan dengan menggunakan mesin 3D Printing. Sebelum membuat prototype, dilakukan pembuatan desain produk Number Box Toys dalam bentuk 2D dan 3D menggunakan software Solidwork kemudian dilakukan penyusunan Bill of Material (BOM) dan Operation Process Chart (OPC). Pada pembuatan prototype Number Box Toys digunakan software simulasi menggunakan aplikasi Creality Slicer untuk menunjukkan total waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu produk Number Box Toys yaitu sekitar 1803,78 menit atau sekitar 30,063 jam. Total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh Operation Process Chart Number Box Toys dibutuhkan waktu selama 1822,78 menit atau sekitar 30,38 jam, dengan rincian 57 proses operasi dan*

18 proses inspeksi. Hasil perhitungan harga pokok produksi game education Number Box Toys berdasarkan total waktu yang dibutuhkan, harga material, serta biaya tenaga kerja diperoleh nilai Harga Pokok Produksi sebesar Rp. 404.680,89 dan Harga Jual sebesar Rp 465.383.02 dengan keuntungan yang diperoleh sebesar 15% dari HPP sebesar Rp 60.702,13. Adanya perbedaan harga yang signifikan terhadap harga produk serupa yang dijual dipasaran dikarenakan prototype produk Number Box Toys diproduksi menggunakan 3D Printing yang memerlukan banyak waktu dalam membuat setiap partnya namun dengan ukuran atau bentuk yang dapat disesuaikan (*custom*) dengan konsumen.

Kata Kunci: 3D Printing, Harga Pokok Produksi, Manufaktur

---

## 1. Pendahuluan

Sistem manufaktur mempunyai definisi sebagai keseluruhan entitas yang bekerja dalam suatu aturan tertentu untuk mengubah *resource* (material, modal, tenaga, energi dan keterampilan) menjadi produk (barang atau jasa) yang dapat dijual oleh perusahaan dengan melakukan proses produksi tertentu untuk meningkatkan *added value* suatu *resource* (Wignjosoebroto, 2009).

*Number Box Toys* merupakan mainan anak rentang usia 1-4 tahun yang dirancang untuk membantu anak-anak mengembangkan keterampilan kognitif dan motorik sekaligus belajar tentang ragam bentuk angka dan warna. Pendidikan diperlukan untuk meningkatkan IQ anak-anak saat mereka memasuki fase *golden age* (0-5 tahun) (Pangaribuan, 2021). Perkembangan yang diperoleh pada usia dini sangat mempengaruhi perkembangan anak pada tahap berikutnya dan meningkatkan produktivitas kerja saat dewasa (Noveradila, 2013). Anak-anak yang dominan dalam kecerdasan logika dan matematika juga cenderung menyukai hal-hal yang berkaitan dengan pola pikir menggunakan logika dan analisis, serta hal-hal yang berkaitan dengan matematika seperti angka, pola, dan klasifikasi (Noveradila, 2013).

Untuk memberikan gambar visual atau prototype maka produk akan dicetak dengan mesin 3D Printing atau dikenal juga sebagai *Additive Layer Manufacturing*. Menurut (Saragih, 2022) *Additive Layer Manufacturing* adalah proses membuat objek pada 3 dimensi atau bentuk apapun dari model digital. Cara kerjanya hampir sama dengan *printer laser* dengan teknik membuat objek dari sejumlah lapisan yang masing-masing dicetak di atas setiap lapisan lainnya (Cahyati, 2022). Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan produksi *Number Box Toys* menggunakan 3D *Printing* pada Laboratorium Teknik Industri Unsoed guna memberikan gambaran visual produk serta harga jual yang tepat ketika produk diproduksi secara massal.

Untuk menghitung harga jual yang tepat, perusahaan harus dapat menghitung harga pokok produksi dengan tepat (Purniawan, 2019). Hal ini dilakukan agar produk tidak terlalu mahal (membebankan biaya lebih dari yang seharusnya) atau terlalu murah (membebankan biaya kurang dari yang seharusnya) (Silalahi, 2023). Perhitungan harga pokok produksi terdiri dari semua biaya produksi yang digunakan untuk mengubah bahan baku menjadi produk akhir dalam jangka waktu tertentu. Harga pokok produksi berfungsi sebagai dasar untuk menetapkan harga jual dan laba, mengukur seberapa efisien proses produksi, dan membantu manajemen membuat keputusan, perusahaan dapat mengalami kerugian jika tidak tepat dalam perhitungannya (Ningsih, 2023).

Untuk menentukan harga pokok produk atau jasa, *Number Box Toys* digunakan metode *full costing*. Metode *full costing* merupakan metode perhitungan harga pokok produksi yang menghitung semua unsur biaya produksi, baik yang berperilaku variabel maupun tetap, ke dalam harga pokok produksi (Noviasari, 2020). Dengan mengetahui harga pokok produksi yang akurat, perusahaan dapat menentukan harga jual yang lebih tepat dan mengurangi persediaan, sehingga membuat proses penjualan dan pembelian lebih efisien (Wijayanto, 2022). Tahap penentuan harga pokok produksi merupakan tahap akhir penelitian yang nantinya akan didapatkan harga pokok produksi *Number Box Toys* untuk selanjutnya menghitung keuntungan yang didapat dalam satu kali produksi.

## 2. Metode

Pada penelitian ini menggunakan printer 3D dengan merek Creality CR-10S Pro V2, Printer dilengkapi dengan *nozzle* berdiameter 0,2 mm. Bahan filamen yang digunakan dalam penelitian ini adalah PLA. *Polylactic Acid* (PLA) adalah salah satu jenis filamen yang umum digunakan dalam pencetakan 3D. PLA merupakan polimer yang dihasilkan dari sumber bahan baku alami, seperti jagung atau pati kentang sehingga membuat PLA menjadi pilihan yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan beberapa jenis filamen lainnya (Setiarto, 2020). Salah satu keunggulan utama PLA adalah kemampuannya untuk terurai secara alami oleh mikroorganisme, membuatnya menjadi opsi yang lebih ramah lingkungan daripada plastik berbasis minyak. Filamen PLA tersedia dalam berbagai warna dan variasi, termasuk yang transparan dan yang dapat berkilau. Ini memberikan fleksibilitas dalam pemilihan estetika produk akhir. PLA memiliki suhu cetak rendah dibandingkan dengan beberapa filamen lainnya, membuatnya mudah dicetak pada printer 3D yang tidak memerlukan suhu tinggi. Namun, ini juga berarti PLA lebih rentan terhadap deformasi panas dari pada beberapa filamen dengan titik leleh yang lebih tinggi. *Polylactic Acid* (PLA) merupakan polimer *biodegradable* dan termasuk ke dalam poliester alifatik dikarenakan material ini mampu untuk terurai dan terdegradasi di dalam tanah (Sakinah, 2020) PLA merupakan bahan serbaguna yang diperoleh dari asam laktat yang 100% dibuat dari bahan baku yang dapat di daur ulang seperti gula, jagung, gandum, singkong, dan bahan-bahan lainya yang memiliki jumlah pati yang banyak (Setiarto, 2020).

*Polylactic acid* memiliki beberapa kelebihan seperti (Sakinah, 2020):

- a. *Biodegradable* yang berarti PLA dapat diuraikan oleh mikroorganisme secara alami di lingkungannya.
- b. Biokompatibel yang berarti plastik PLA dapat diterima oleh atau sel jaringan pada kondisi normal.
- c. Tidak terbuat dari minyak bumi melainkan dibuat menggunakan bahan yang dapat di diperbarui termasuk dari sisa industri.
- d. Dapat didaur ulang (*recyclable*).
- e. Dalam proses produksinya pelarut organik yang bersifat racun tidak digunakan.
- f. Dapat dibakar secara sempurna dan menghasilkan gas CO<sub>2</sub> dan air (H<sub>2</sub>O).

Metode yang digunakan yaitu 3D printing atau sering juga disebut sebagai *additive manufacturing* adalah suatu proses pembuatan suatu objek solid 3 dimensi dari suatu model digital (Wibowo, 2022). Proses pencetakan 3D dikerjakan dengan proses aditif, dimana obyek dibuat dengan cara meletakkan/menambahkan material lapis demi lapis. Metode pencetakan 3D sangat berbeda dengan teknik pemesinan tradisional yang lebih dikenal dengan proses subtraktif dimana pembuatan produk dengan cara mengurangi material awal melalui proses penyayatan. 3D printing pertama kali dipublikasikan oleh Hideo Kodama dari *Nagoya Municipal Industrial Research Institute* pada 1982. Pertama kali 3D printer dapat bekerja atas hasil karya Charles W. Hull dari *3D Systems Corp.* pada tahun 1984. Terdapat beberapa komponen utama pada mesin *3D printing* berbasis FDM (Hakim, 2019), berikut adalah bagian-bagian mesin *3D printing*:

- a. *Frame* adalah struktur utama untuk menopang mesin *3D printing*. *Frame* harus kaku dan kokoh sehingga cetaknya bisa terbentuk dengan akurat.
- b. *Print head* adalah bagian dari printing yang berguna untuk melelehkan dan menggerakkan filamen. *Print head* terdiri dari *nozzle*, *heater*, dan *fan*.
- c. *Nozzle* adalah bagian untuk mengeluarkan bahan yang berbentuk semi-solid setelah melewati *heater*. *Nozzle* menentukan kemampuan bahan dapat dicairkan dengan benar. *Nozzle* berkualitas baik dapat menyuplai bahan seperti polikarbonat, nilon, dan plastik suhu tinggi lainnya.
- d. *Build platform* atau *bed* adalah permukaan datar untuk mencetak. Beberapa printer memiliki *bed* yang dapat dipanaskan untuk memungkinkan pencetakan bahan yang perlu dijaga temperaturnya selama proses cetak.
- e. *Bowden* berfungsi untuk mengatur filamen saat didorong atau ditarik oleh motor.
- f. *Moving Parts* adalah kombinasi motor *stepper* yang terpasang pada sekrup, kabel, belt, dan sistem lain yang menempel pada *pulley*. Motor untuk printer 3D biasanya memiliki 200 *step per revolution*. Setidaknya terdapat 5 motor *stepper* pada *3D printing*.

- g. *Electronics Control* terdiri dari mikroprosesor dan sebuah *board* sebagai kontrol untuk program pada mesin *3D printing*. Sebagian besar *3D printing* adalah sistem *loop* terbuka.

Dalam membuat produk *Number Box Toys* terdapat beberapa tahapan yang dilakukan. Tahap awal penelitian yaitu diawali dengan perumusan masalah, setelah itu melakukan studi literatur dengan mencari jurnal terkait dengan permasalahan dan mencari referensi dari dokumen-dokumen terkait. Setelah melakukan studi literatur selanjutnya melakukan penelitian. Penelitian dimulai sejak tanggal 25 September 2023 - 30 November 2023. Berikut ini merupakan tahapan proses pembuatan produk:

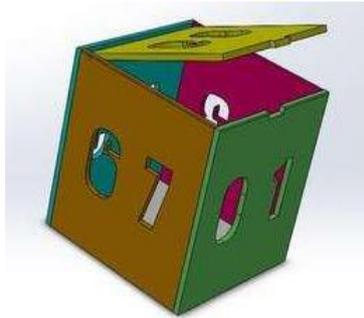
1. Penentuan Produk
2. Desain Produk
3. Pembuatan *Bill Of Material*
4. Pembuatan *Operation Process Chart*
5. Proses Produksi

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Desain

*Number Box Toys* merupakan mainan anak rentang usia 1-4 tahun yang dirancang untuk membantu anak-anak mengembangkan keterampilan kognitif dan motorik sekaligus belajar tentang ragam bentuk dan warna. Mainan ini terdiri dari sebuah kotak atau wadah dengan berbagai angka yang berbeda mulai dari angka 0 hingga angka 9 yang harus dicocokkan dengan lubang yang sesuai di kotak tersebut.

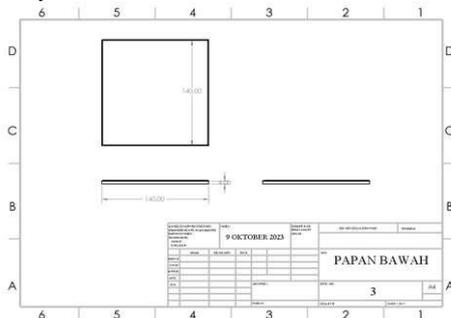
- a. Desain Original Product



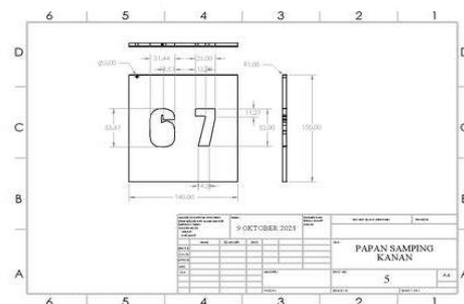
Gambar 1: Original Product

- b. Working Drawing (2D & 3D Design)

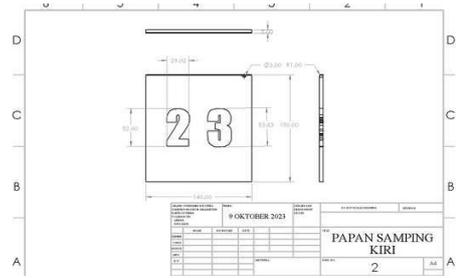
Rancangan desain 2D dibuat menggunakan bantuan *software solidwork*. Pada rancangan 2D ini merupakan bentuk gambar teknik dengan rincian ukuran pada setiap *part* atau bagian dari produk *Number Box Toys*. Berikut merupakan rancangan pengembangan desain mainan anak *Number Box Toys* dalam bentuk 2D:



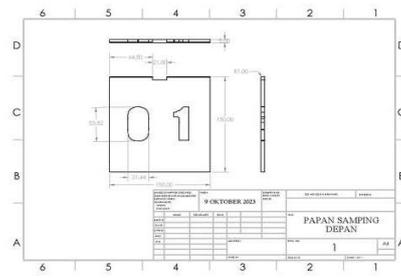
Gambar 2: Desain Papan Bawah



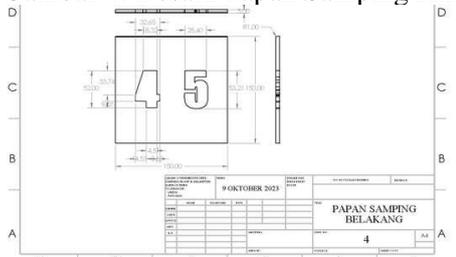
Gambar 3: Desain Papan Samping Kanan



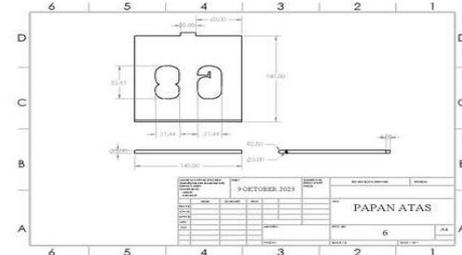
Gambar 4: Desain Papan Samping Kiri



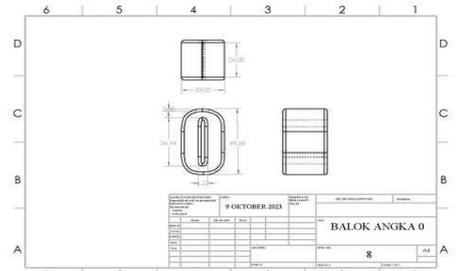
Gambar 5: Desain Papan Samping Depan



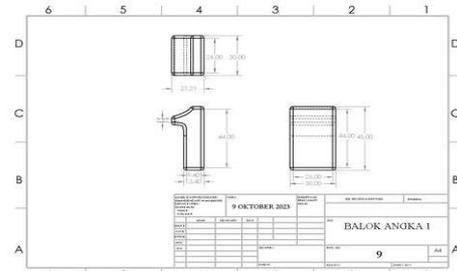
Gambar 6: Desain Papan Samping Belakang



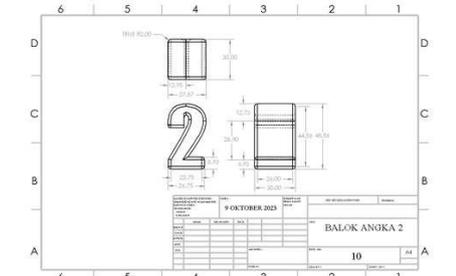
Gambar 7: Desain Papan Atas



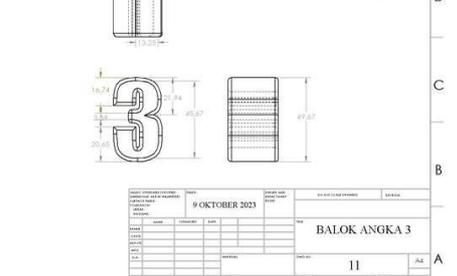
Gambar 8: Desain Balok Angka 0



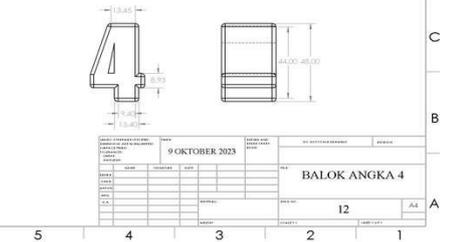
Gambar 9: Desain Balok Angka 1



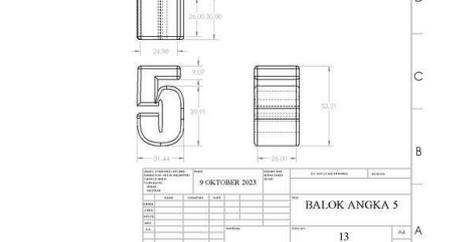
Gambar 10: Desain Balok Angka 2



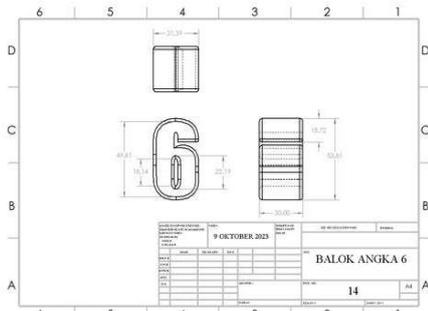
Gambar 11: Desain Balok Angka 3



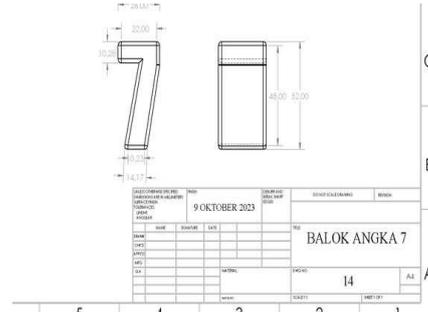
Gambar 12: Desain Balok Angka 4



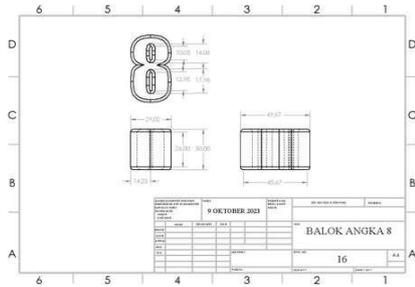
Gambar 13: Desain Balok Angka 5



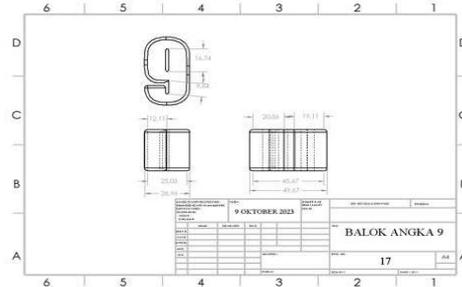
Gambar 14: Desain Balok Angka 6



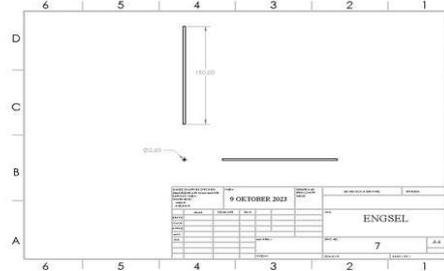
Gambar 15: Desain Balok Angka 7



Gambar 16: Desain Balok Angka 8



Gambar 17: Desain Balok Angka 9



Gambar 18: Desain Engsel

Sementara itu, berikut hasil prototipe produk *Number Box Toys* yang dicetak menggunakan *3D Printing*:



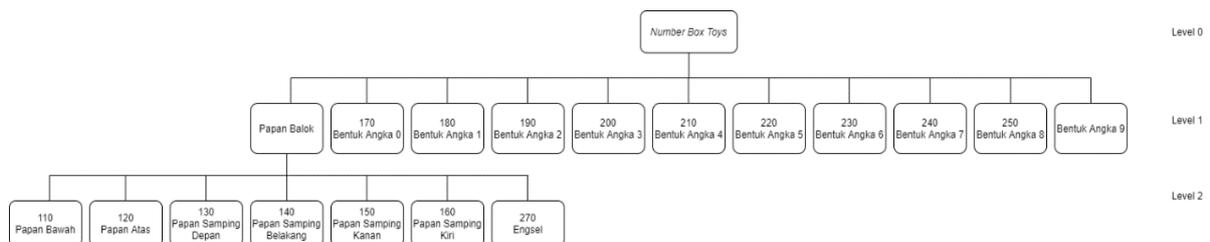
Gambar 19: Balok Angka 0-9



Gambar 20: Prototipe Produk *Number Box Toys*

### 3.2 Bill of Material (BOM)

Adapun *Bill Of Material* (BOM) yang dibutuhkan pada produk *Number Box Toys* sebagai berikut :



Gambar 21: *Bill Of Material*

Pada BOM (*Bill of Material*) dapat terlihat bahwa produk *Number Box Toys* terbagi menjadi 2 level dimana level 2 terdiri atas *part* penyusun papan kubus yang terdiri dari papan bawah, papan atas, papan samping depan, papan samping belakang, papan samping kanan, papan samping kiri, dan engsel. Sementara itu, pada level 1 terdiri dari balok angka dari nomor 0 hingga 9 dan papan kubusnya.

Produk *Number Box Toys* merupakan mainan edukasi yang terdiri dari 17 part. Terdapat 7 part yang menjadi komponen kotak *Number Box Toys* dan 10 part lainnya merupakan balok angka 0 hingga 9. Pada produk *Number Box Toys* ini memiliki 2 level yaitu level 0 dan 1. Level 0 merupakan produk *Number Box Toys*, Produk *Number Box Toys* memiliki 17 part yang menggunakan material *Polylactic Acid* (PLA). Part-part yang ada memiliki dimensi sesuai standar untuk anak-anak, uraian *bill of material* ada pada Tabel 1.

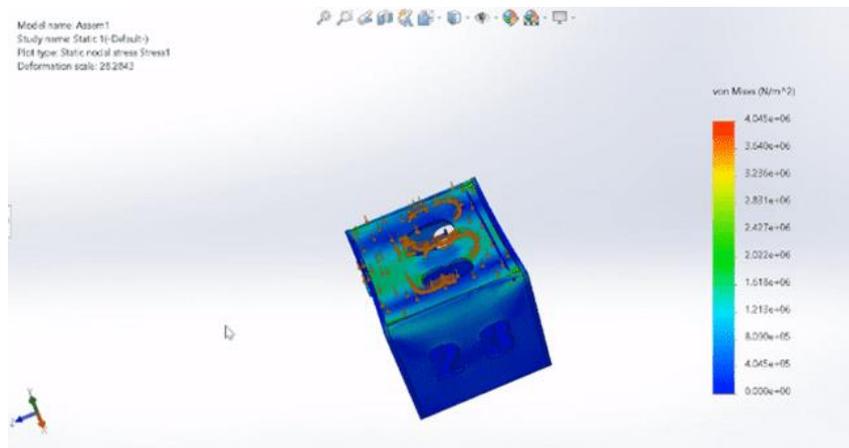
Tabel 1: *Bill of Material*

No	Kode Komponen	Level	Nama Komponen	Tipe Material	
1	110	2	Papan Bawah	<i>Polylactic Acid</i>	(PLA)
2	120	2	Papan Atas	<i>Polylactic Acid</i>	(PLA)
3	130	2	Papan Samping Depan	<i>Polylactic Acid</i>	(PLA)
4	140	2	Papan Samping Belakang	<i>Polylactic Acid</i>	(PLA)
5	150	2	Papan Samping Kanan	<i>Polylactic Acid</i>	(PLA)
6	160	2	Papan Samping Kiri	<i>Polylactic Acid</i>	(PLA)
7	170	1	Balok Angka 0	<i>Polylactic Acid</i>	(PLA)
8	180	1	Balok Angka 1	<i>Polylactic Acid</i>	(PLA)
9	190	1	Balok Angka 2	<i>Polylactic Acid</i>	(PLA)
10	200	1	Balok Angka 3	<i>Polylactic Acid</i>	(PLA)
11	210	1	Balok Angka 4	<i>Polylactic Acid</i>	(PLA)

No	Kode Komponen	Level	Nama Komponen	Tipe Material
12	220	1	Balok Angka 5	<i>Polylactic Acid</i> (PLA)
13	230	1	Balok Angka 6	<i>Polylactic Acid</i> (PLA)
14	240	1	Balok Angka 7	<i>Polylactic Acid</i> (PLA)
15	250	1	Balok Angka 8	<i>Polylactic Acid</i> (PLA)
16	260	1	Balok Angka 9	<i>Polylactic Acid</i> (PLA)
17	270	2	Engsel	<i>Polylactic Acid</i> (PLA)
18	-	0	<i>Number Box Toysss</i>	

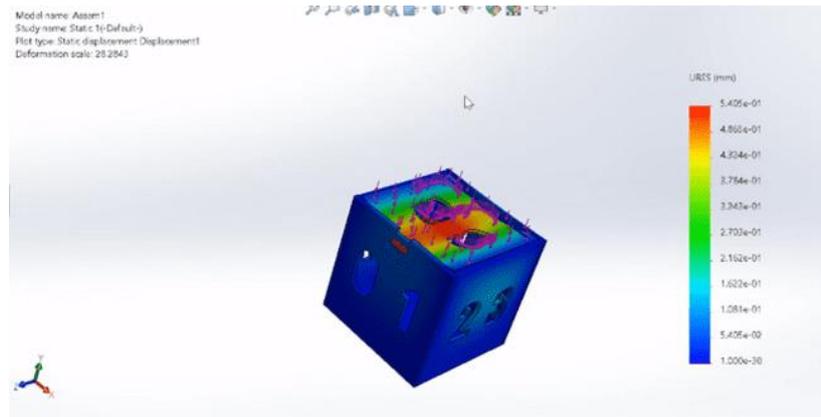
### 3.3 Finite Element Analysis

Berdasarkan Gambar 1 tersebut, hasil desain produk kemudian disimulasikan dengan menggunakan *finite element analysis* untuk mengetahui nilai batas tekanan yang dapat diberikan pada produk. Berikut hasil *finite element analysis* pada produk *Number Box Toys*:

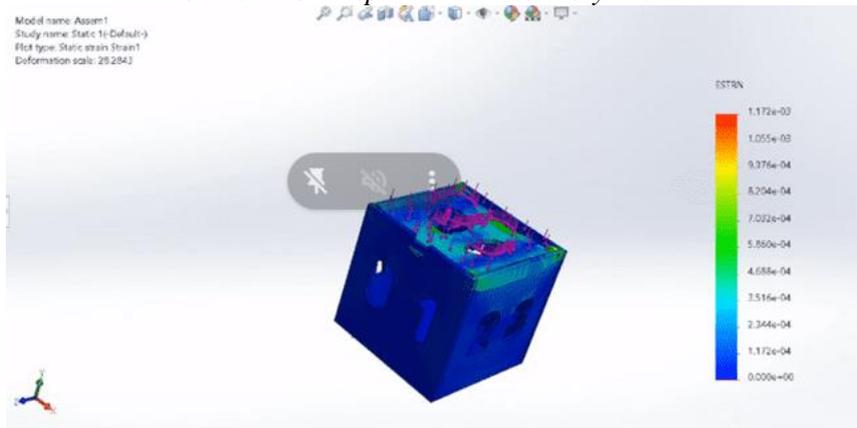


Gambar 22: *Stress Assembly* Produk

Pada Gambar 22 proses simulasi yang dilakukan didapatkan hasil kondisi batas *stress* pada *assembly* produk memiliki nilai maksimal sebesar 4.0453-06 Mpa dan nilai minimum sebesar 0 Mpa.



Gambar 23: *Displacement Assembly* Produk

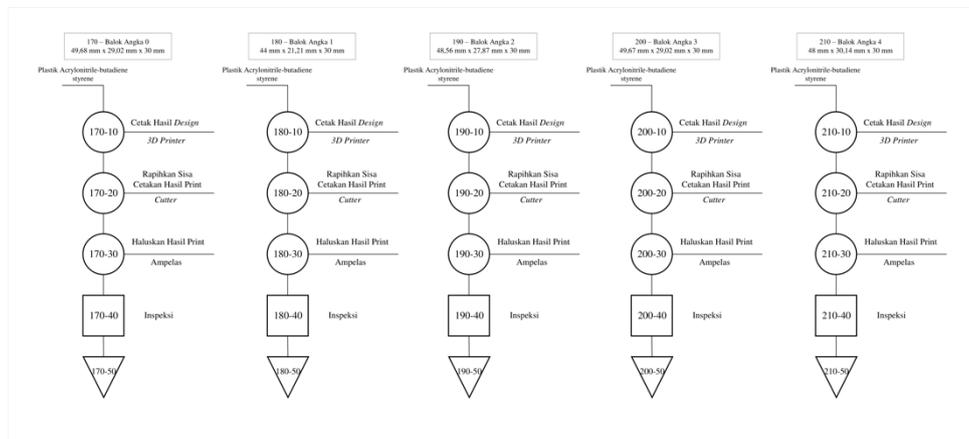


Gambar 24: *Strain Assembly* Produk

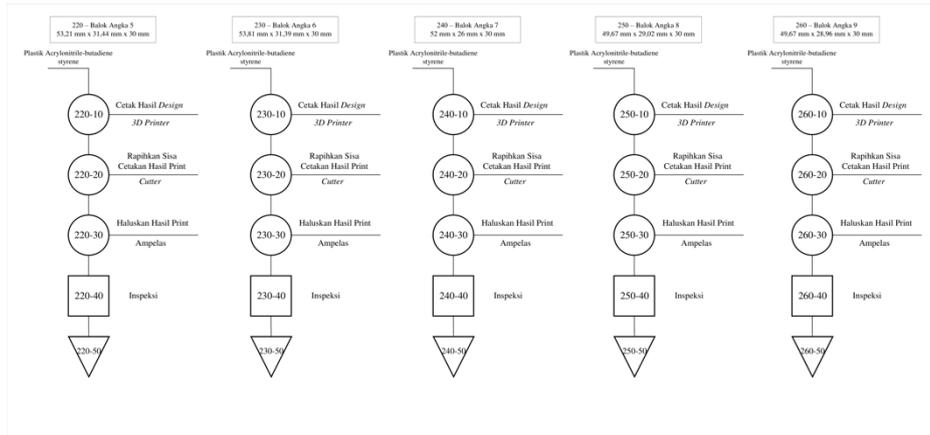
Sementara itu, pada Gambar 23 hasil simulasi *displacement* pada *assembly* produk memiliki nilai maksimal sebesar  $5.0406 \times 10^{-1}$  Mpa dan nilai minimum sebesar  $1.00 \times 10^{-30}$  Mpa. Lain halnya dengan batasan *stress* maupun *displacement*, pada simulasi kondisi *strain* (Gambar 24) didapatkan hasil kondisi batas *strain* pada *assembly* produk memiliki nilai maksimal sebesar  $1.172 \times 10^{-3}$  Mpa dan nilai minimum sebesar 0 Mpa.

### 3.4 Operation Process Chart (OPC)

Setelah mengetahui desain awal dan *finite element analysis* pada produk, part-part pada produk *Number Box Toys* selanjutnya dicetak menggunakan mesin 3D yang nantinya akan di-*assembly* menjadi suatu rangkaian produk. Data waktu dan tahapan yang dilakukan ketika membuat *Box* dari *Number Box Toys* disajikan dalam bentuk OPC (*Operation Process Chart*) berikut:



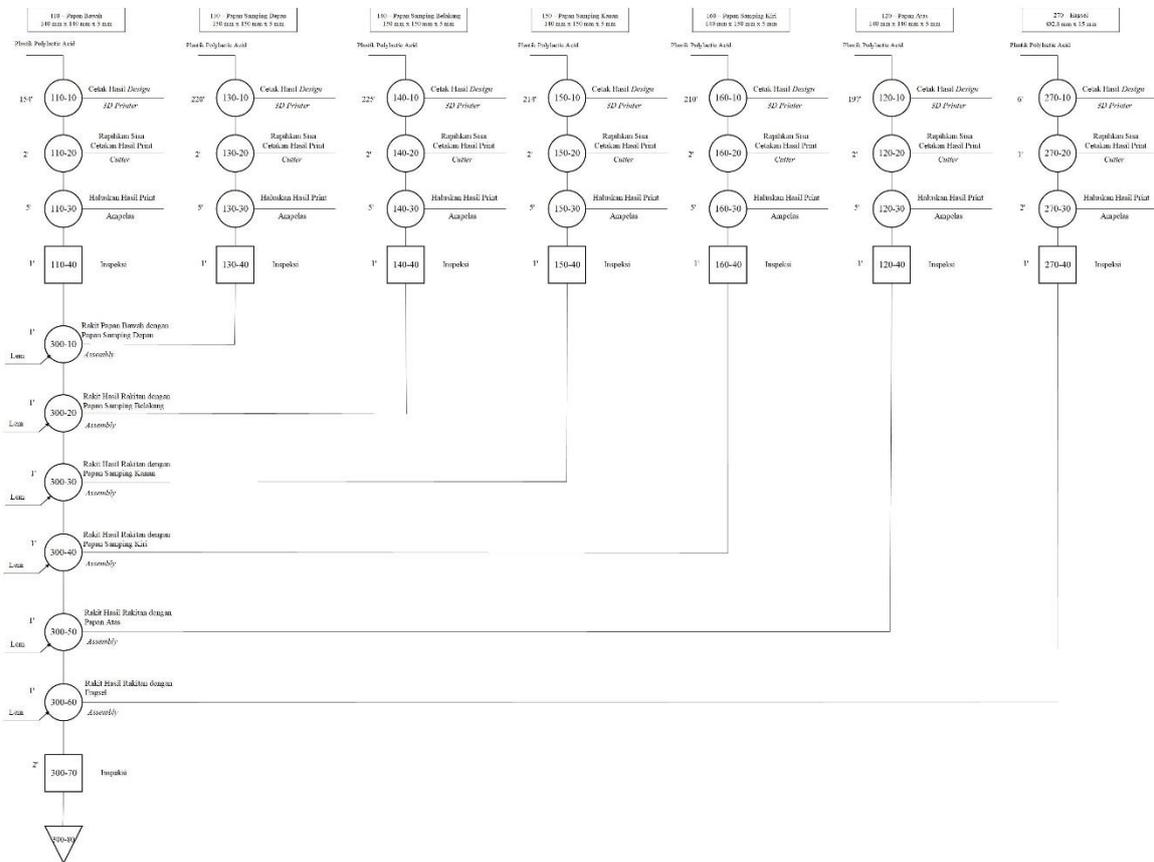
Gambar 25: OPC Balok Angka 0-4



Gambar 26: OPC Balok Angka 5-9

PTTA PROTOTIP OPTIK

NAMA ORFEC: Roy Number Box Toys  
 NAMA PEMBUAT: Kikayok F  
 FAKS: 021 52714421  
 NOMOR PETA: 18  
 NOMOR PART: 100



Rangkuman		
Kepuasan	Jumlah	Waktu (menit)
○ Operasi	37	1277
□ Inspeksi	8	9
▽ Penyelesaian	1	0
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>1286</b>

Gambar 27: OPC Number Box Toys

### 3.5 Data Pengamatan

Dalam proses mencetak prototipe produk *Number Box Toys* menggunakan *3D Printing* terdapat beberapa data yang diambil. Berikut data pengamatan dalam mencetak produk *Number Box Toys*:

Tabel 2: Data Pengamatan

No. Part	Nama Part	Waktu (menit)			Suhu Nozel (°C)	Suhu <i>Hotbed</i> (°C)	Panjang Filamen (m)	Berat ( <i>Clarity</i> ) (g)	Berat Aktual (g)
		Setup	Proses	Total					
110	Papan Bawah	4	132	136	200	60	16,74	44	50,11
120	Papan Atas	3	187	190	205	60	14,74	44	42,58
130	Papan Samping Depan	7	207	214	200	60	17,2	51	50,8
140	Papan Samping Belakang	6	212	218	200	60	17,21	51	50,8
150	Papan Samping Kanan	4	195	199	200	60	16,14	48	47,9
160	Papan Samping Kiri	5	198	203	200	60	16,13	48	47,7
170	Balok Angka 0	0,9	68	69,9	200	60	3,23	10	9,75
180	Balok Angka 1	0,8	65	65,8	200	60	3,14	9	9,37
190	Balok Angka 2	0,8	67,5	68,3	200	60	3,16	9	9,42
200	Balok Angka 3	0,8	56	56,8	200	60	3,64	11	12,5
210	Balok Angka 4	0,7	55,5	56,2	200	60	3,6	11	11,27
220	Balok Angka 5	1,58	65	66,58	200	60	4,51	13	13,43
230	Balok Angka 6	1	55	56	200	60	4	12	11,97
240	Balok Angka 7	0,7	48,5	49,2	200	60	3,40	11	10,76
250	Balok Angka 8	0,5	46,5	47	200	60	3,32	9	9
260	Balok Angka 9	1	55	56	200	60	4	12	11,97
270	Engsel	1,5	9,5	11	200	60	0,36	1	0,81
<b>Total</b>				<b>1.76 2,78</b>	<b>Total</b>		<b>134,52</b>	<b>394</b>	<b>400,14</b>

### 3.6 Kelebihan dan Kekurangan Number Box Toys

Produk *Number Box Toys* yang diproduksi tentunya memiliki pengembangan baik dari segi model maupun kegunaan lain yang berbeda dari produk yang telah ada di pasaran. Selain itu, perbedaan material yang digunakan pada produksi *Number Box Toys* tentunya akan berpengaruh terhadap kualitas serta harganya. Berikut kelebihan dan kekurangan *Number Box Toys* pada penelitian ini.

Kelebihan *Number Box Toys*:

1. Desain dan ukuran dapat *custom* mengikuti permintaan konsumen.
2. Material yang digunakan lebih tahan lama dibanding jenis plastik yang umum digunakan pada produk sejenis.
3. Penggunaan bahan baku dapat disesuaikan dengan kebutuhan konsumen.

Kekurangan *Number Box Toys*:

1. Proses produksi yang lama karena menggunakan 3D Printer.
2. Harga material dan bahan baku yang digunakan cukup mahal.

### 3.7 Harga Pokok Produksi (HPP)

Berdasarkan data simulasi menggunakan aplikasi *Crealty Slicer* diketahui bahwa total waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 produk *Number Box Toys* yaitu sekitar 1803,78 menit atau sekitar 30,063 jam. Total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh *Operation Process Chart Number Box Toys* dibutuhkan waktu selama 1822,78 menit atau sekitar 30,38 jam, dengan rincian 57 proses operasi dan 18 proses inspeksi.

Tabel 3: Ringkasan Waktu OPC

Ringkasan		
Kegiatan	Jumlah	Waktu (menit)
○ Operasi	57	1803,78
□ Inspeksi	18	19
▽ Penyimpanan	1	0
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>1822,78</b>

Kemudian dilakukan perhitungan Harga Pokok Produksi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa besarnya biaya yang dikorbankan dalam hubungannya dalam pengelolaan bahan baku hingga menjadi barang jadi untuk dijual. Berikut perhitungan untuk harga pokok produksi pada produk *Number Box Toys*:

#### 1. Biaya Tenaga Kerja Langsung

Mengacu pada Peraturan Pemerintah yang menetapkan bahwa UMR Kabupaten Purbalingga sebesar Rp. 2.130.981,00/bulan (Rp. 11.708,69/jam) dengan jumlah hari kerja per bulan yaitu 26 hari kerja dan jam kerja 7 jam/hari. Berdasarkan *Operation Process Chart*, diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh proses pembuatan satu buah mainan *Number Box Toys* membutuhkan waktu selama 30.38 jam (31 jam). Sehingga biaya tenaga kerja yang perlu dikeluarkan untuk menyelesaikan pembuatan satu mainan *Number Box Toys* yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Total Upah/buah } \textit{Number} &= \text{Upah tenaga kerja/jam} \times \text{waktu penyelesaian satu buah } \textit{Number} \\
 \textit{Box Toys} & \textit{Box Toys} \\
 &= \text{Rp. } 11.708,69 \times 31 \\
 &= \text{Rp. } \mathbf{362.969,39}
 \end{aligned}$$

#### 2. Biaya Bahan Baku

Setelah hasil survei pada online shop diketahui harga filamen 1kg yaitu Rp. 200.000. Berdasarkan literatur diketahui 1kg filamen yaitu memiliki panjang 400 m.

Tabel 4: Biaya Bahan Baku

Uraian	Satuan	Biaya per satuan	Jumlah kebutuhan	Total per produk
Filamen PLA	Gram (gr)	Rp. 200	134.52 m	Rp. 26.904

<b>Total</b>	<b>Rp. 26.904</b>
--------------	-------------------

3. Biaya *Overhead* Pabrik

Biaya *overhead* pabrik (BOP) adalah biaya produksi yang dikeluarkan selain untuk keperluan bahan baku dan biaya tenaga kerja secara langsung. Adapun biaya *overhead* pada pembuatan *Number Box Toys* yaitu biaya penggunaan listrik. Mesin 3D printer CR -10 V2 membutuhkan daya sebesar 350 Watt/jam. Proses pembuatan sebuah *Number Box Toys* menggunakan mesin 3D *Printer* membutuhkan waktu selama 1.762,78 menit (29.38 jam) dengan estimasi biaya penggunaan listrik sebesar 1.444,70/Kwh (1,44/Wh) :

Tabel 5: Biaya *Overhead* Pabrik

Uraian	Satuan	Biaya per satuan	Konsumsi Daya 3D printer/jam	Jumlah kebutuhan (jam)	Total
Biaya listrik	Watt	Rp.1,44	350 W	29,38	Rp.14.807,5
<b>Total</b>					<b>Rp.14.807.5</b>

Berdasarkan perhitungan biaya pembuatan sebuah *Number Box Toys* yang meliputi biaya tenaga kerja langsung, biaya bahan baku, dan biaya *overhead* pabrik sehingga dapat dihitung Harga Pokok Produksi dengan menjumlahkan seluruh biaya tersebut. Perhitungan Harga Pokok Produksi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{HPP} &= \text{Biaya tenaga kerja langsung} + \text{biaya bahan baku} + \text{biaya } \textit{overhead} \text{ pabrik} \\
 &= \text{Rp. } 362.969,39 + \text{Rp. } 26.904 + \text{Rp.}14.807.5 \\
 &= \text{Rp. } 404.680,89/\text{produk}
 \end{aligned}$$

Setelah diketahui harga pokok produksi dari *number box toys*, maka akan dilakukan perhitungan harga jual produk dengan menjumlahkan harga pokok produksi dan keuntungan yang ditetapkan oleh perusahaan. Perhitungan harga jual produk *number box toys* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Harga Jual} &= \text{HPP} + \text{Keuntungan (15\% HPP)} \\
 \text{Harga Jual} &= \text{Rp. } 404.680,89 + \text{Rp. } 60.702,13 \\
 \text{Harga Jual} &= \text{Rp. } 465.383.02.
 \end{aligned}$$

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam pembuatan *prototype* produk *Number Box Toys* yang terdiri dari 17 *part* menggunakan material *Polylactic Acid* (PLA) pada 3D *Printing*, diperlukan filamen dengan panjang 134,52 m dan berat aktual yang didapatkan untuk sebuah produk sebesar 400,14 g. Sementara itu, waktu aktual yang diperlukan sebesar 1822,78 menit atau sekitar 30,38 jam yang terdiri dari 57 proses operasi dan 18 proses inspeksi sedangkan waktu standar berdasarkan *software Creality Slicer* sebesar 1921 menit atau sekitar 32,0167. Terdapat perbedaan antara waktu aktual dan waktu standar dari aplikasi *creality slicer* yang diakibatkan karena pada saat melakukan *printing* terdapat beberapa *part* yang dicetak dalam sekali *print*, sementara pada *software Creality Slicer* merupakan simulasi *printing* sekali cetak untuk satu *part*. Kemudian, dalam perhitungan Harga Pokok Produksi (HPP) didapatkan hasil sebesar Rp. 404.680,89 untuk setiap produknya dengan harga jual sebesar Rp 465.383,02 dan keuntungan yang diperoleh sebesar Rp 60.702,13. Adanya perbedaan harga yang signifikan terhadap harga produk serupa yang dijual dipasaran dikarenakan *prototype* produk *Number Box Toys* diproduksi menggunakan 3D *Printing* yang memerlukan banyak waktu dalam membuat setiap *partnya* namun dengan ukuran atau bentuk yang dapat disesuaikan (*custom*) dengan konsumen.

## Daftar Pustaka

- Cahyati, S., Marpaung, A. 2022. Pengaruh Kecepatan Putaran Kipas Pendingin pada Mesin 3D *Printing* terhadap Kekasaran Permukaan Produk Cetak. *Jurnal Rekayasa Mesin*. XVII(3):343-350
- Hakim, R., dkk. 2019. Pengaruh Temperatur *Nozzle* dan *Base Plate* pada Material PLA Terhadap Nilai Masa Jenis dan Kekasaran Permukaan Produk pada Mesin *Leapfrog Creatr 3D Printer*. *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan (JATRA)*. I(1):1-8
- Ningsih, N. S. 2023. Analisis Perhitungan Harga Pokok Produksi dengan Metode *Activity Based Costing (ABC)* pada PT. Berkas Damai Abadi Medan. *Jurnal Ekonomi, Manajemen Pariwisata dan Perhotelan (Jurnal JEMPPER)*. II(2):100-112
- Noveradila, S., Larasati, D. 2013. Alat Permainan Edukatif Untuk Meningkatkan Kecerdasan Logika-Matematika Anak Usia Dini. *Jurnal Tingkat Sarjana Seniorupa dan Desain*
- Noviasari, E., Alamsyah, R. 2020. Peranan Perhitungan Harga Pokok Produksi Pendekatan *Full Costing* dalam Menentukan Harga Jual dengan Metode *Cost Plus Pricing* studi Kasus pada UMKM Sepatu Heriyanto. *Jurnal Ilmiah Akutansi Kesatuan (JIAKES)*. VIII(1):17-26
- Pangaribuan, S. 2021. Penggunaan Musik Klasik Sebagai Media dalam Meningkatkan Kecerdasan Emosional kepada Anala Usia Balita 0-5 Tahun. *Jurnal Teologi dan Pendidikan Agama Kristiani*. III(2)
- Purniawan, Y., dkk. 2019. Penerapan Metode *Variable Costing* dalam Perhitungan Harga Pokok Produksi untuk Menentukan Harga Jual. *Jurnal Akuntansi Universitas Jember*. XVII(2):68-81
- Sakinah, F. 2020. Peningkatan Kualitas Biopolimer (PLA) Nanokomposit Modifikasi *Filler* Bentonit dan Kitosan Anti-Bakteri. *Jurnal Reaksi (Journal of Science and Technology)*. XVIII(1):1-11
- Saragih, F. D., dkk. 2022. Pengaruh Variasi *Infill* dan *Speed Printing* Terhadap Sifat Mekanik *Additive Manufacturing*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin: Rekayasa Mekanika*. VI(2):71-76
- Setiarto, R. H. B. 2020. Teknologi Pengemasan Pangan Antimikroba Yang Ramah Lingkungan. Guepedia
- Silalahi, M. P.P., dkk. 2023. Strategi Pemasaran dalam Upaya Menarik Minat Nasabah Menggunakan Produk Tabungan Siginjai Mudharabah pada Bank Jambi Syariah. III(3):275-292
- Wibowo, H., dkk. 2022. Karakteristik Pelapisan pada Produk Printer Tiga Dimensi (3d) Menggunakan Material Filament ABS, PLA, dan HIPS. *Jurnal UPS Tegal*. XIII(1):1-9
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2009. Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Barang Edisi Ketiga. Jakarta: Guna Widya.
- Wijayanto, I., Parjito. 2022. Komparasi Metode FIFO dan *Moving Average* pada Sistem Informasi Akuntansi Persediaan Barang dalam Menentukan Harga Pokok Penjualan (Studi Kasus Toko Satrio Seputih Agung). *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTSI)*. III(2):55-62