Analisis Kelayakan Usaha Manufaktur Produk 3D Printing FDM Oleh Mahasiswa Kewirausahaan HMTI Telkom University Surabaya

1st Risma Dwi Cahyaningrum
Program Studi Teknik Industri,
Telkom University, Kampus Surabaya
Surabaya, Indonesia
rismadwicahyanirum@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Aufar Fikri Dimyati
Program Studi Teknik Industri,
Telkom University, Kampus Surabaya
Surabaya, Indonesia
aufarfd@telkomuniversity.ac.id

3rd Benazir Imam Arif Muttaqin
Program Studi Teknik Industri,
Telkom University, Kampus Surabaya
Surabaya, Indonesia
imambenazir@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak* — Perkembangan teknologi *additive manufacturing*, khususnya 3D *printing* FDM, membuka peluang pengembangan usaha manufaktur berbasis produk *custom* skala kecil hingga menengah. Teknologi ini berpotensi mendukung kegiatan kewirausahaan Himpunan Mahasiswa Teknik Industri (HMTI) Telkom University Surabaya. Untuk mendukung pengembangan usaha, diperlukan analisis kelayakan untuk menilai aspek pasar, teknis, dan finansial. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan pengembangan usaha manufaktur produk 3D *printing* FDM berdasarkan ketiga aspek tersebut. Penelitian ini dibatasi pada penggunaan mesin Bambu Lab A1 dengan material PLA+. Data dikumpulkan melalui penyebaran kuesioner dan observasi terhadap proses produksi. Analisis aspek pasar dilakukan menggunakan perhitungan pasar potensial, pasar tersedia, dan pasar sasaran. Aspek teknis dianalisis berdasarkan spesifikasi produk, proses produksi, kapasitas produksi, serta kebutuhan fasilitas dan peralatan. Aspek finansial dianalisis menggunakan indikator NPV, IRR, PBP, dan ROI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa usaha manufaktur produk 3D *printing* FDM memiliki peluang pasar yang cukup baik dengan pasar potensial sebesar 1.904.865 orang, pasar tersedia sebesar 1.161.968 orang, dan pasar sasaran sebesar 0,047% dari pasar tersedia. Seluruh skenario produksi dinyatakan layak berdasarkan aspek pasar, teknis dan finansial. Hasil analisis sensitivitas dan risiko juga menunjukkan bahwa ketiga skenario usaha masih dinyatakan layak untuk dijalankan setelah mempertimbangkan berbagai faktor risiko yang dapat memengaruhi keberlanjutan usaha.**

***Kata kunci*— 3D *printing* FDM, analisis kelayakan, kewirausahaan, *manufacturing cost*, usaha manufaktur.**

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini telah memasuki era baru dan terus mengalami kemajuan yang semakin pesat. Hal ini dapat memengaruhi berbagai sektor industri manufaktur. Dengan semakin canggihnya perkembangan teknologi dalam dunia produksi dan percetakan, tercipta teknologi *Additive Manufacturing* (AM) atau lebih dikenal sebagai 3D *printing* [1]. Teknologi 3D *printing* mempunyai peluang besar pada pabrik atau usaha yang baru dijalankan. Teknologi ini menawarkan fleksibilitas desain serta kemampuan prototipe yang lebih cepat dan lebih unggul.

Berdasarkan data *Next Move Strategy Consulting*, pada tahun 2023 nilai pasar teknologi manufaktur aditif di Indonesia mencapai USD 186,9 juta dan diprediksi akan meningkat hingga USD 985,2 juta pada tahun 2030, dengan CAGR (*Compound Annual Growth Rate*) sebesar 25,2%. Terdapat minat dan potensi pasar untuk produk 3D *printing* di kota Surabaya, di mana segmen mahasiswa maupun pelajar menjadi pengguna potensial layanan cetak *on demand* [2]. Dalam lingkup kampus, adanya fasilitas mesin 3D *printing* di laboratorium memberi peluang bagi pengembangan kompetensi wirausaha mahasiswa sekaligus menjadi tempat simulasi produksi.

Potensi pemanfaatan teknologi 3D *printing* dapat dioptimalkan melalui fasilitas yang dimiliki oleh beberapa institusi pendidikan. Salah satunya adalah Telkom University Surabaya yang menyediakan mesin 3D *printing* FDM seperti Bambu Lab A1 di Laboratorium Sistem Produksi sebagai sarana pendukung pembelajaran dan praktik mahasiswa. Namun, pemanfaatannya masih belum berjalan optimal karena beberapa kendala, seperti keterbatasan kapasitas mesin, belum adanya standar operasional produksi, minimnya analisis permintaan pasar, serta belum tersedianya model produksi yang terstruktur.

Kondisi tersebut mendorong perlunya dilakukan analisis kelayakan usaha, khususnya bagi mahasiswa yang sedang mengembangkan usaha berbasis teknologi 3D *printing* FDM. Untuk memastikan bahwa rencana usaha kewirausahaan mahasiswa ini layak dijalankan, penelitian ini menekankan analisis berdasarkan beberapa aspek utama, seperti aspek pasar, aspek teknis, dan aspek finansial.

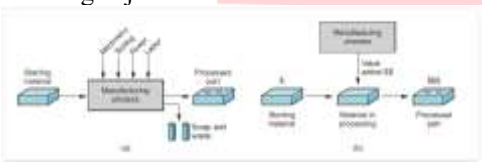
Melalui analisis kelayakan terhadap ketiga aspek tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai potensi pengembangan usaha manufaktur berbasis teknologi 3D *printing* FDM yang

dikelola oleh mahasiswa kewirausahaan HMTI Telkom University Surabaya. Pemanfaatan fasilitas laboratorium sebagai tempat simulasi produksi diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan usaha yang layak, berkelanjutan, dan memberikan keuntungan finansial.

II. KAJIAN TEORI

A. Proses Manufaktur

Proses manufaktur adalah kegiatan yang bertujuan untuk menciptakan atau menambah nilai pada suatu barang atau jasa dengan memanfaatkan berbagai faktor produksi, seperti teknologi, mesin, peralatan, bahan baku, dan tenaga kerja, sehingga menjadi lebih bermanfaat bagi kebutuhan manusia [3]. Secara umum, proses produksi terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu *input*, proses, dan *output*. *Input* adalah tahap penyiapan bahan mentah sebagai bahan awal produksi. Proses melibatkan transformasi bahan mentah melalui serangkaian pemrosesan menggunakan mesin dan teknologi tambahan pada material, sedangkan *output* merupakan hasil akhir dari proses manufaktur yang dapat berupa barang jadi atau produk setengah jadi.



GAMBAR 1
(DEFINISI PROSES MANUFAKTUR: (A) SUDUT PANDANG KETEKNIKAN, (B) SUDUT PANDANG EKONOMI)

Proses manufaktur dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain: proses manufaktur massal yang memproduksi produk dalam jumlah besar dengan standar tinggi menggunakan otomatisasi, proses manufaktur *batch* yang menghasilkan produk dalam jumlah dan spesifikasi tertentu, proses manufaktur kontinu merupakan proses yang memproduksi barang tanpa barang setengah jadi, proses manufaktur diskrit merupakan proses yang membuat komponen terpisah untuk dirakit, dan proses manufaktur fleksibel yang memungkinkan penyesuaian produksi sesuai permintaan konsumen [3]

B. 3D *Printing* FDM

Fused Deposition Modeling (FDM) adalah salah satu metode *additive manufacturing* yang paling banyak digunakan. Metode ini berpotensi menghasilkan produk yang dapat bersaing dengan produk yang dihasilkan melalui metode manufaktur konvensional. Dalam proses FDM, tidak digunakan laser seperti yang umum digunakan pada metode lain, tetapi digunakan *nozzle* yang dipanaskan untuk mencetak material. Proses ini memungkinkan pembangunan objek secara bertahap dengan menyusun lapisan demi lapisan dari material yang telah dilelehkan. Material dipanaskan pada *heater* hingga kondisi semi-solid sehingga dapat diekstrusi secara bertahap membentuk objek 3D [4]Berdasarkan penelitian [5], rentang ukuran objek yang optimal untuk mesin FDM seperti Bambu Lab A1 adalah 50 × 50 × 50 mm hingga 200 × 200 × 200 mm. Produk berukuran terlalu besar cenderung meningkatkan risiko cacat cetak dan menurunkan stabilitas dimensi [6]

C. *Manufacturing Cost*

Manufacturing cost atau biaya manufaktur adalah seluruh biaya yang dikeluarkan untuk mengubah bahan baku menjadi produk jadi melalui proses produksi. Perhitungan *manufacturing cost* merupakan hal yang penting untuk memastikan efisiensi, penetapan harga jual, serta penilaian kelayakan usaha, terutama untuk model bisnis berbasis teknologi seperti *additive manufacturing* atau 3D *printing* [7]. Perhitungan biaya manufaktur secara umum dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$C_T = C_{direct} + C_{indirect} \quad (1)$$

Rumus (1) menjelaskan bahwa total biaya produksi merupakan akumulasi biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*). Biaya langsung mencakup seluruh biaya yang dapat ditelusuri secara langsung dalam proses produksi, seperti bahan baku, tenaga kerja, dan biaya penggunaan mesin. Sementara itu, biaya tidak langsung adalah biaya penunjang yang tidak terikat langsung pada proses produksi, seperti biaya umum laboratorium, listrik fasilitas, manajemen, dan overhead lainnya [7].

$$C_{direct} = C_{material} + C_{labor} + C_{machine} \quad (2)$$

Biaya langsung terdiri dari tiga komponen utama, yaitu biaya material, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya penggunaan mesin. Ketiga elemen ini merupakan biaya inti yang dapat dihitung secara spesifik per produk karena memiliki hubungan langsung dengan aktivitas produksi.

D. Analisis Kelayakan Usaha

Studi kelayakan adalah penelitian dan evaluasi mengenai apakah suatu usaha layak dijalankan, apakah usaha tersebut dapat berhasil dan berkelanjutan, serta kemungkinan memperoleh keuntungan dan seberapa lama usaha tersebut dapat bertahan. Studi kelayakan sangat penting, terutama bagi usaha baru yang memiliki tingkat kegagalan lebih tinggi dibandingkan dengan bisnis besar yang sudah berjalan, akibat keterbatasan sumber daya, minimnya pengalaman manajemen, dan kurangnya stabilitas keuangan. Menurut [8], terdapat beberapa faktor penyebab kegagalan dalam berwirausaha yang perlu diantisipasi melalui studi kelayakan, antara lain: ketidakmampuan dalam menjalankan manajemen, kurangnya pengalaman berwirausaha, pengelolaan keuangan yang buruk, strategi pemasaran yang tidak efektif, tidak adanya rencana usaha yang terstruktur, pertumbuhan yang tidak terkendali, pemilihan lokasi yang tidak strategis, kontrol persediaan yang tidak tepat, serta penetapan harga yang tidak sesuai.

Aspek pasar dalam studi kelayakan berfokus pada kemampuan pasar untuk menjual produk atau jasa. Analisis aspek pasar bertujuan untuk menentukan potensi bisnis [9]. Berdasarkan Nugraheni & Palupiningtyas (2024), terdapat tiga komponen yang perlu ditinjau dalam aspek pasar, yaitu pasar potensial (*Potential Market*): sekelompok konsumen yang menunjukkan ketertarikan pada penawaran pasar, pasar tersedia (*Available Market*): bagian dari pasar potensial di mana konsumen memiliki ketertarikan, penghasilan, dan akses untuk membeli produk, serta pasar sasaran (*Target Market*): bagian dari pasar tersedia yang dipilih oleh perusahaan agar sesuai dengan kapabilitas dan tujuan bisnis.

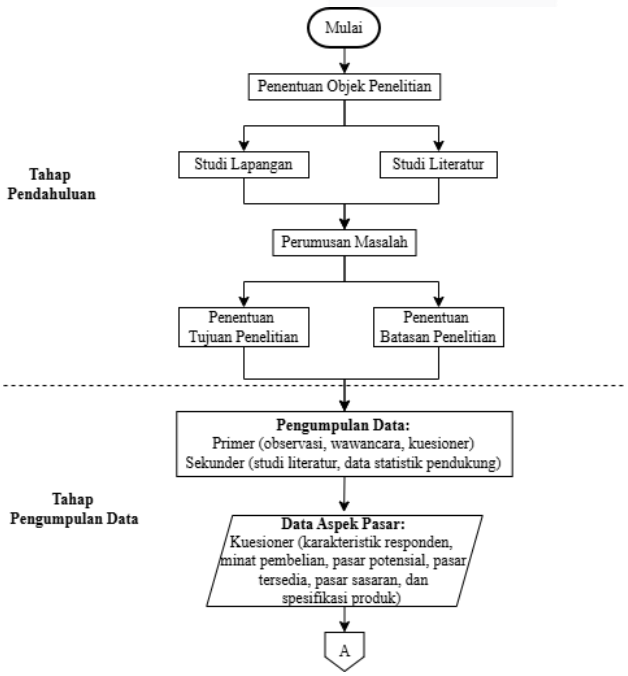
Aspek teknis dalam studi kelayakan menilai kesiapan operasional suatu usaha, mencakup kapasitas produksi,

proses produksi, pemilihan teknologi, lokasi, tata letak fasilitas, ketersediaan bahan baku, serta kebutuhan tenaga kerja. Penilaian ini penting untuk memastikan bahwa proses operasional dapat berjalan efektif dan efisien serta mampu menghasilkan produk sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan. Menurut [10], aspek teknis harus mengevaluasi ketersediaan bahan baku, kebutuhan energi, fasilitas transportasi, dan kesesuaian lokasi dengan rencana produksi agar usaha dapat meminimalkan risiko operasional serta menekan biaya produksi.

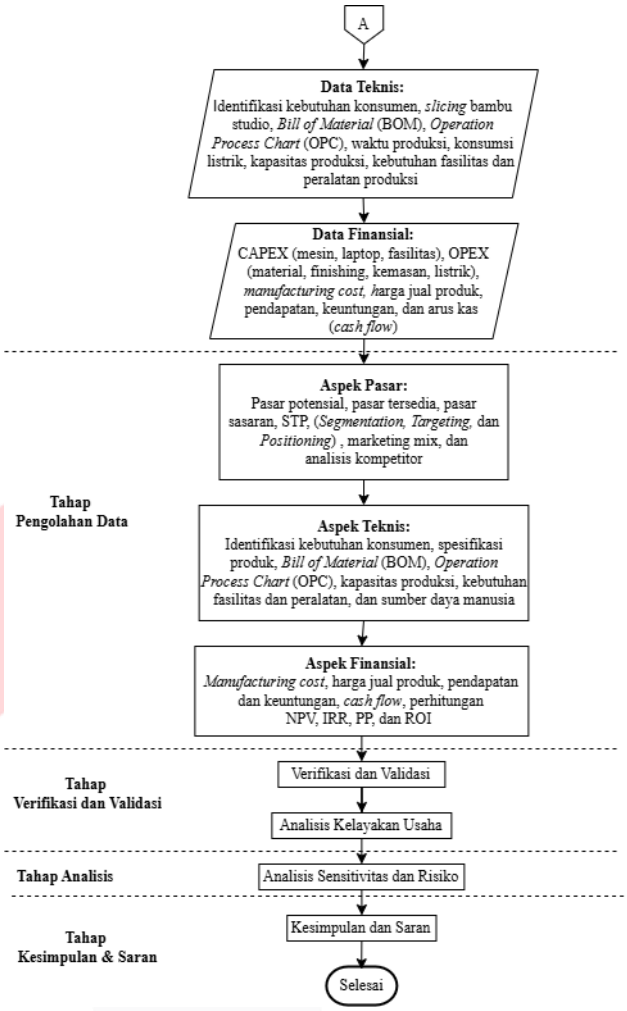
Analisis finansial merupakan proses penting untuk mengevaluasi dan menentukan nilai dalam satuan rupiah terhadap berbagai aspek yang relevan dalam pengambilan keputusan analisis usaha. Dalam hal ini, aspek finansial yang dianalisis meliputi pendapatan, modal kerja, biaya usaha, dan arus kas (*cash flow*) [11]. Pada aspek finansial, kelayakan usaha dianalisis menggunakan empat indikator, yaitu *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period* (PBP), dan *Return on Investment* (ROI). NPV digunakan untuk mengukur nilai tambah investasi berdasarkan nilai waktu uang, IRR menunjukkan tingkat pengembalian investasi, PBP menggambarkan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan modal awal, sedangkan ROI mengukur tingkat keuntungan yang dihasilkan dari investasi yang telah dikeluarkan [12].

III. METODE

Penelitian ini merupakan studi kelayakan usaha yang menggabungkan pendekatan kuantitatif dan kualitatif, dengan sistematika penyelesaian masalah yang terstruktur mulai dari tahap pendahuluan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis, verifikasi dan validasi, hingga kesimpulan dan saran.



GAMBAR 2
(FLOWCHART SISTEMATIKA PENYELESAIAN MASALAH)



GAMBAR 3
(LANJUTAN FLOWCHART SISTEMATIKA PENYELESAIAN MASALAH)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan proses pengumpulan dan pengolahan data yang digunakan untuk mengevaluasi aspek pasar, teknis, dan finansial sebagai dasar pengambilan keputusan dalam analisis kelayakan usaha produk 3D *printing* FDM oleh mahasiswa kewirausahaan HMTI Telkom University Surabaya.

A. Aspek Pasar

Perhitungan pasar potensial menggunakan metode estimasi pasar berjenjang (*market sizing*), yaitu dengan mengalikan jumlah populasi di wilayah penelitian dengan persentase responden yang tertarik terhadap produk yang ditawarkan [13].

Pasar potensial = Populasi × persentase ketertarikan Konsumen
= 2.351.685 × 81%
= 1.904.865 orang

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh pasar potensial sebesar 1.904.865 orang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa produk memiliki peluang pasar yang cukup besar, sehingga berpotensi dikembangkan dan dipasarkan kepada pelanggan yang memiliki ketertarikan terhadap produk 3D *printing* .

Pasar tersedia = Pasar potensial × persentase pasar tersedia
= 1.904.865 × 61%
= 1.161.968 orang

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh pasar tersedia sebesar 1.161.968 orang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa produk 3D *printing* memiliki potensi pasar yang cukup besar dan terdapat pelanggan yang bersedia melakukan pembelian, sehingga peluang pengembangan usaha dinilai cukup baik dari sisi pasar.

Persentase pasar sasaran per tahun = (Target market / Pasar tersedia) × 100%

$$= \frac{547}{1.161.968} \times 100\%$$

$$= 0{,}047\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh persentase pasar sasaran sebesar 0,047% dari total pasar yang tersedia. Hasil tersebut menunjukkan bahwa target penjualan produk masih berada pada skala yang realistis dan sesuai dengan kapasitas produksi serta kondisi usaha yang masih dalam tahap awal pengembangan.

Berdasarkan hasil segmentasi pasar, kelompok usia 21–25 tahun merupakan kelompok dengan jumlah responden terbanyak, yaitu 45%, dengan latar belakang pekerjaan yang didominasi oleh pelajar/mahasiswa sebanyak 33%. Oleh karena itu, target pelanggan yang dipilih adalah kelompok pelajar/mahasiswa berusia 21–25 tahun di Kota Surabaya.

Hasil observasi kompetitor menunjukkan bahwa harga jual jasa cetak berada pada kisaran Rp800 hingga Rp2.500 per gram, tergantung pada jenis material, tingkat kompleksitas produk, teknologi mesin yang digunakan, serta tingkat kustomisasi produk. Hasil observasi tersebut sejalan dengan penelitian ini, di mana penentuan harga jual produk menggunakan sistem harga berdasarkan berat filamen per gram.

B. Aspek Teknis

Spesifikasi produk yang digunakan dalam penelitian ini disusun berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan konsumen dan disajikan pada Tabel 1 berikut.

TABEL 1
(SPESIFIKASI PRODUK)

Parameter	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Nama produk	Action Figure Chibi	Action Figure Chibi (dicat)	Action Figure Chibi (*multi colour*)
Dimensi produk	80,00×64,68 ×110,09 mm	80,00×64,68 ×110,09 mm	80,00×64,68 ×110,09 mm
Berat produk	59,51 gram	59,51 gram	65,39 gram
Material	PLA+ (1 warna)	PLA+ (1 warna) + Cat akrilik	PLA+ (5 warna)
Diameter filamen	1,75 mm	1,75 mm	1,75 mm
Infill	15%	15%	15%
Layer *height*	0,2 mm	0,2 mm	0,2 mm
Permukaan	Halus (standar)	Halus + *finishing* cat	Halus (standar)



GAMBAR 4
(LANJUTAN *FLOWCHART* SISTEMATIKA PENYELESAIAN MASALAH)

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa spesifikasi produk seperti dimensi, diameter filamen, *infill*, dan layer *height* sama pada ketiga skenario, sedangkan perbedaan utama terletak pada berat produk.

TABEL 2
(KAPASITAS PRODUKSI)

Skenario	Waktu Kerja (menit)	Waktu Produksi (menit)	Kapasitas Produksi per hari (unit)	Kapasitas Produksi per bulan (unit)	Kapasitas Produksi per tahun (unit)
Skenario 1	480	214	2,24	46	547
Skenario 2	480	259	1,85	38	452
Skenario 3	480	982	0,49	10	119

Berdasarkan Tabel 2, kapasitas produksi tertinggi terdapat pada Skenario 1 dengan kapasitas produksi sebesar 547 unit per tahun karena proses produksi tidak memerlukan pengecatan maupun pencetakan *multicolour*. Skenario 3 memiliki kapasitas produksi paling rendah, yaitu 119 unit dalam satu tahun, disebabkan oleh waktu pencetakan yang jauh lebih lama dibandingkan dengan skenario lainnya.

C. Aspek Finansial

Nilai MARR (*Minimum Attractive Rate of Return*) ditetapkan menggunakan metode *Weighted Average Cost of Capital* (WACC) sebesar 10,80%, yang digunakan sebagai acuan dalam perhitungan kelayakan finansial.

Kebutuhan investasi awal (CAPEX) pada Skenario 1 sebesar Rp16.096.687, Skenario 2 sebesar Rp16.125.387, dan Skenario 3 sebesar Rp17.735.987. Skenario 3 memiliki nilai investasi yang lebih tinggi dibandingkan skenario lainnya karena menggunakan mesin 3D *printing multi colour* yang mendukung proses pencetakan beberapa warna dalam satu kali produksi.

Berikut ini contoh perhitungan *manufacturing cost* untuk Skenario 1. Biaya material dihitung dari total penggunaan filamen sebesar 0,07 kg dengan harga Rp172.000/kg.

Biaya pengadaan material = Berat material (kg) × harga material

= 0,06 × Rp172.000

= Rp10.236

Biaya limbah (*waste*) = (Berat filamen yang dipakai – berat produk) × harga material

= (0,07 − 0,06) × Rp172.000

= Rp1.120

Total biaya material = Biaya pengadaan material +

biaya *Waste*
= Rp10.236 + Rp1.120
= Rp11.355

Biaya tenaga kerja = $\left(\frac{\text{Upah} \times \text{Waktu kerja karyawan}}{\text{Jumlah produk/batch}}\right)$
= (Rp10.337 × 1,05) / 1
= Rp10.854

Penyusutan mesin/produk = $\frac{\text{Harga mesin}}{\text{Umur mesin} \times \text{produksi/tahun}}$
= Rp4.901.507 / (5 × 547)
= Rp1.792

Biaya perawatan = Penyusutan mesin × perawatan
= Rp1.792 × 9%
= Rp161

Biaya energi listrik = (Konsumsi energi listrik + energi idle) × tarif listrik
= (0,79 + 0,0005) × Rp1.352
= Rp1.065

Total biaya mesin = Penyusutan mesin + biaya perawatan + biaya energi listrik
= Rp1.792 + Rp161 + Rp1.065
= Rp3.019

Manufacturing *Cost* = Biaya material + biaya tenaga kerja + biaya mesin
= Rp11.355 + Rp10.854 + Rp3.019
= Rp25.228

Harga jual = (Manufacturing cost + biaya finishing + biaya kemasan) × (1 + margin)
= (Rp25.228 + Rp400 + Rp23.122) × (1+50%)
= Rp73.125

Harga jual per gram = $\frac{\text{Harga jual produk}}{\text{Berat material yang digunakan}}$
= Rp73.125 / 59,51
= Rp1.229

Pendapatan tahunan = Harga jual × produksi per tahun
= Rp73.125 × 547
= Rp39.999.472

Total biaya produksi tahunan = Rp25.599.740

Keuntungan = Pendapatan tahunan - biaya produksi tahunan
= Rp39.999.472 − Rp25.599.740
= Rp14.399.733

Berdasarkan hasil perhitungan, total *manufacturing cost* yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit produk pada Skenario 1 sebesar Rp25.228, dengan harga jual Rp73.125 dan keuntungan Rp14.399.733 per tahun. Perhitungan finansial pada Skenario 2 dan Skenario 3 dilakukan menggunakan metode dan rumus yang sama, dengan hasil rekapitulasi yang disajikan pada Tabel 3.

TABEL 3
(REKAPITULASI PERHITUNGAN FINANSIAL)

Komponen	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Biaya material	Rp11.355	Rp11.355	Rp46.827
Biaya tenaga kerja	Rp10.854	Rp13.438	Rp10.854
Biaya mesin	Rp3.019	Rp3.429	Rp19.143
Manufacturing cost	Rp25.228	Rp28.223	Rp76.823
Biaya *finishing*	Rp400	Rp5.200	Rp400
Biaya kemasan	Rp23.122	Rp23.122	Rp23.122
Harga jual	Rp73.125	Rp84.817	Rp150.518
Harga jual per gram	Rp1.229	Rp1.425	Rp2.302
Pendapatan tahunan	Rp39.999.472	Rp38.337.464	Rp17.911.650
Biaya produksi tahunan	Rp25.599.740	Rp24.492.145	Rp10.527.187
Keuntungan per tahun	Rp14.399.733	Rp13.845.319	Rp7.384.464

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh biaya produksi Skenario 2 sebesar Rp28.223 per unit dan Skenario 3 sebesar Rp76.823 per unit. Perhitungan *manufacturing cost* Skenario 3 paling tinggi dibandingkan skenario lainnya, disebabkan oleh waktu *printing* yang lebih lama serta penggunaan material yang lebih banyak akibat proses pergantian warna filamen.

Arus kas disusun untuk periode analisis selama umur ekonomis mesin, yaitu 5 tahun, dengan mempertimbangkan investasi awal yang dikeluarkan pada awal periode usaha. Rekapitulasi kumulatif arus kas disajikan pada Tabel 4.

Hasil analisis kelayakan menggunakan metode NPV menunjukkan bahwa seluruh skenario memiliki nilai NPV positif, sehingga ketiga skenario usaha dinyatakan layak untuk dijalankan. Nilai IRR pada masing-masing skenario juga lebih besar dibandingkan tingkat suku bunga yang digunakan (10,80%), *Payback Period* (PBP) pada seluruh skenario berada di bawah umur ekonomis usaha (<5 tahun), dan *Return on Investment* (ROI) yang diperoleh juga menunjukkan bahwa usaha mampu menghasilkan keuntungan dari investasi yang telah dikeluarkan. Rekapitulasi hasil kelayakan finansial untuk ketiga skenario disajikan pada Tabel 1.

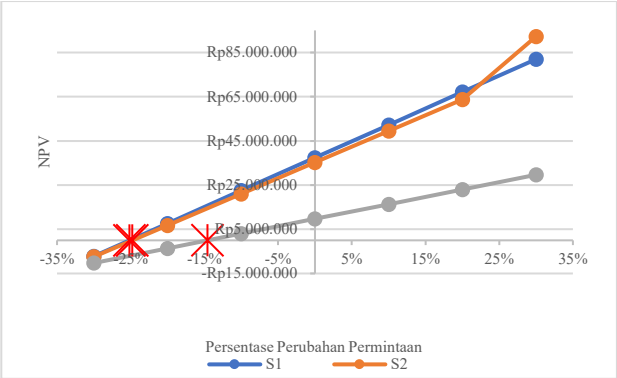
TABEL 4
(REKAPITULASI KELAYAKAN FINANSIAL KETIGA SKENARIO)

Indikator	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
NPV	Rp37.392.085	Rp35.303.979	Rp9.694.098
IRR	85,37%	81,50%	30,74%
PBP (tahun)	1,12	1,16	2,40
ROI	89,46%	85,86%	41,64%

Berdasarkan Tabel 4, seluruh skenario dinyatakan layak dijalankan karena memenuhi keempat kriteria kelayakan investasi. Berdasarkan perhitungan harga per gram dari berat produk jadi, Skenario 1 Rp1.229/gram, Skenario 2 Rp1.425/gram, dan Skenario 3 Rp2.302/gram, berada dalam rentang harga kompetitor yang berkisar Rp800–Rp2.500/gram, sehingga membuat produk kompetitif di pasar.

D. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengukur sejauh mana perubahan variabel, yaitu penurunan jumlah permintaan dan kenaikan harga material filamen PLA+, dapat memengaruhi kelayakan finansial usaha, dengan indikator NPV [14]. Hasil analisis sensitivitas ketiga skenario divisualisasikan pada Gambar 5 dan 6.



GAMBAR 5
(ANALISIS SENSITIVITAS NPV TERHADAP PERUBAHAN PERMINTAAN/PRODUKSI PADA KETIGA SKENARIO)



GAMBAR 6
(ANALISIS SENSITIVITAS NPV TERHADAP PERUBAHAN PERMINTAAN/PRODUKSI PADA KETIGA SKENARIO)

Berdasarkan interpolasi linear, diperoleh batas sensitivitas permintaan untuk Skenario 1 sebesar -25,17%, Skenario 2 sebesar -24,79%, dan Skenario 3 sebesar -14,57%, sedangkan batas sensitivitas kenaikan harga material untuk Skenario 1 sebesar 10,70%, Skenario 2 sebesar 12,22%, dan Skenario 3 sebesar 12,75%. Permintaan pasar merupakan faktor yang paling sensitif dan memiliki tingkat risiko tinggi terhadap keberlangsungan usaha, sedangkan Skenario 1 paling rentan terhadap kenaikan harga material.

E. Analisis Risiko

Total persentase risiko yang terjadi pada usaha 3D *printing* adalah sebesar 6,56%, dengan nilai risiko tertinggi berasal dari risiko material (filamen rusak) sebesar 2,05%. Meskipun demikian, ketiga skenario usaha masih dinyatakan layak untuk dijalankan setelah mempertimbangkan faktor risiko, sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

TABEL 5
(KELAYAKAN FINANSIAL SETELAH FAKTOR RISIKO)

Indikator	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
NPV (Rp)	Rp33.883.221	Rp31.930.213	Rp7.894.684
IRR	79,05%	75,40%	27,24%
PBP (tahun)	1,20	1,25	2,57
ROI	83,59%	80,23%	38,90%
Status Kelayakan	Layak	Layak	Layak

V. KESIMPULAN

Hasil analisis aspek pasar menunjukkan bahwa peluang pasar pada usaha produk 3D *printing* cukup besar. Target penjualan aktual yang ditetapkan hanya 547 produk per tahun atau 0,047% dari pasar. Selain itu, hasil identifikasi kebutuhan konsumen menunjukkan bahwa mayoritas responden tertarik pada produk seperti suvenir, *merchandise*, miniatur, prototipe tugas kuliah, dan komponen fungsional secara *custom* sesuai dengan desain atau keinginan responden.

Berdasarkan hasil analisis aspek teknis, proses produksi pada usaha 3D *printing* FDM dinilai layak diterapkan pada skala usaha menengah hingga besar. Hasil perbandingan skenario menunjukkan bahwa Skenario 1 memiliki efisiensi produksi terbaik dari segi waktu dan kapasitas produksi, sedangkan Skenario 3 memiliki kualitas visual produk paling baik, namun membutuhkan waktu produksi lebih lama dan menghasilkan waste material yang lebih besar. Skenario 2 menjadi alternatif yang cukup seimbang antara kualitas produk dan efisiensi proses produksi.

Berdasarkan hasil analisis aspek finansial, ketiga skenario usaha dinyatakan layak untuk dijalankan karena seluruh indikator kelayakan memenuhi kriteria investasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa usaha manufaktur produk 3D *printing* FDM mampu memberikan keuntungan dan pengembalian investasi yang baik, sehingga layak untuk dikembangkan.

REFERENSI

[1] M. Chandrawijaya, “Rancangan Bisnis Jasa Pembuatan Miniatur Figur Diri Sendiri (3D Selfie) Dengan Menggunakan Teknologi 3D Printing,” UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN BANDUNG, Bandung, 2020.

[2] M. Evan and Joniarto Parung, “Potential Analysis of 3D Printing Products in Surabaya,” *Jurnal Sistem Teknik Industri*, vol. 25, no. 2, pp. 245–257, 2023, doi: 10.32734/jsti.v25i2.11215.

[3] Z. Wu and C. Liang, “A Review and Prospects of Manufacturing Process Knowledge Acquisition, Representation, and Application,” Jun. 18, 2024, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/machines12060416.

[4] A. Ferdiansyah, “Pengaruh Parameter Proses Pada 3D Printing FDM Terhadap Kekuatan Tarik Filament ABS CCTREE,” 2021.

[5] I. Grgić, M. Karakašić, H. Glavaš, and P. Konjatić, “Accuracy of FDM PLA Polymer 3D Printing Technology Based on Tolerance Fields,” *Processes*, vol. 11, no. 10, Oct. 2023, doi: 10.3390/pr11102810.

[6] R. E. Petruse, C. Simion, and I. Bondrea, “Geometrical and Dimensional Deviations of Fused Deposition Modelling (FDM) Additive-Manufactured Parts,” *Metrology*, vol. 4, no. 3, pp. 411–429, Aug. 2024, doi: 10.3390/metrology4030025.

[7] M. E. H. Korner, M. P. Lamban, J. A. Albajez, J. Santolaria, L. del C. N. Corrales, and J. Royo, “Cost Model Framework for Pieces Additively Manufactured in Fused Deposition Modeling for Low to Medium Batches,” *3D Print. Addit. Manuf.*, vol. 11, no. 1, pp. 287–298, Feb. 2024, doi: 10.1089/3dp.2022.0044.

[8] F. Husaini and A. N. R. Hutar, “Analisis Faktor Kegagalan Wirausaha (Studi Kasus Pada Usaha Mikro, Kecil & Menengah),” *Jurnal Riset Ekonomi*, vol. 1, no. 1, pp. 119–134, Jul. 2021.

[9] L. M. Wandreina, Y. Thorchi, K. K. Putri, G. T. Kristianty, A. S. Sabrina, and E. Yusida, "Analisis Kelayakan Usaha Frescura Ditinjau Dari Empat Pilar Kelayakan Usaha," *Jambura Economic Education Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 73–86, Jan. 2022.

[10] M. I. Ramadhan, M. E. Isharyani, and F. D. Sitania, "Analisis Kelayakan Aspek Teknis Industri Pengolahan Biofarmaka Berbahan Baku Bawang Tiwai," *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 7, no. 2, p. 99, Oct. 2020, doi: 10.26593/jrsi.v7i2.2974.99-110.

[11] M. Nugroho and F. Y. Astuti, "ANALISIS Kelayakan Usaha Peternakan Ayam Pedaging (Boiler)," *Jurnal Ekonomi Manajemen Sumber Daya*, vol. 23, no. 1, pp. 59–72, 2021.

[12] S. Ridwan, T. Y. R. Syah, U. Kustiawan, and Nofierni, "Financial Planning and Investment Feasibility Analysis Based on Five-Year Projections Using ROI, NPV, IRR, and Financial Ratios," *Journal La Bisecoman*, vol. 6, no. 2, pp. 489–506, Jul. 2025, doi: https://doi.org/10.37899/journallabisecoman.v6i2.1970.

[13] H. Mahfud, R. M. El Hadi, and W. Tripiawan, "Analisis Kelayakan Pembukaan Kembali Kedai Kopi Mas Vrooh di Kota Balikpapan Ditinjau dari Aspek Pasar, Aspek Teknis, dan Aspek Finansial," vol. 7, no. 1, pp. 1730–1734, Apr. 2020, [Online]. Available: https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/3393742

[14] I. A. Hasugian, F. Ingrid, and K. Wardana, "Analisis Kelayakan dan Sensitivitas : Studi Kasus UKM Mochi Kecamatan Medan Selayang," vol. 15, no. 2, pp. 1410–4520, Jan. 2020.