

**OPTIMALISASI NILAI EKONOMI LIMBAH KERTAS
MENGUNAKAN TEKNOLOGI *CNC LASER CUTTING & GRAFING***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna
Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md.T) Pada Prodi
Teknik Industri FTIK UN PGRI Kediri



Oleh:

MOCHAMAD AMINATA

NPM: 23.23.04.0002

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI
2026**

**OPTIMALISASI NILAI EKONOMI LIMBAH KERTAS
MENGUNAKAN TEKNOLOGI CNC LASER CUTTING & GRAFING**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna
Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md.T) Pada Prodi
Teknik Industri FTIK UN PGRI Kediri



Oleh:

MOCHAMAD AMINATA

NPM: 23.23.04.0002

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI**

2026

Tugas Akhir Oleh:

MOCHAMAD AMINATA

NPM: 23.23.04.0002

Judul:

**OPTIMALISASI NILAI EKONOMI LIMBAH KERTAS
MENGUNAKAN TEKNOLOGI *CNC LASER CUTTING & GRAFING***

Telah Disetujui Sebagai Laporan Tugas Akhir Prodi Teknik Industri FTIK UN
PGRI Kediri

Tanggal: 16 Juli 2026

Dosen Pembimbing I



Rachmad Santoso, S.T., M.MT
NIDN.0724077101

Dosen Pembimbing II



Kartika Rahayu Tri P.S., S.Si., M.Sc
NIDN.0702078701

Tugas Akhir Oleh:

MOCHAMAD AMINATA
NPM: 23.23.04.0002

Judul:

**OPTIMALISASI NILAI EKONOMI LIMBAH KERTAS
MENGUNAKAN TEKNOLOGI CNC LASER CUTTING & GRAFING**

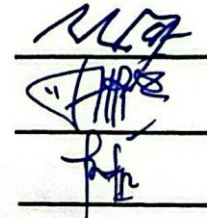
Telah dipertahankan di depan panitia Ujian/Sidang Tugas Akhir Program Studi
Diploma III Teknik Industri FTIK UN PGRI Kediri.

Pada Tanggal: 16 Juli 2026

Dan dinyatakan Telah Memenuhi Persyaratan

Panitia Penguji :

1. Ketua : Rachmad Santoso, S.T., M.MT
2. Penguji I : Ary Permatadeny Nevita, S.E., S.T., M.M
3. Penguji II : Kartika Rahayu Tri Prasetyo Sari, S. Si., M.Sc



Mengetahui,
Dekan FTIK

Dr. Sulistiono, M.Msi.
NIDN.0007076801

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini saya,

Nama : Mochamad Aminata

Jenis kelamin : Laki - Laki

Tempat, Tanggal lahir: Kediri, 22 Maret 2004

NPM : 2323040002

Fakultas/prodi : FTIK/ Prodi D-III Teknik Industri

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan sebelumnya untuk memperoleh gelar diploma di industri lain, dan sepanjang pengetahuan penulis tidak terdapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis mengacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar Pustaka.

Kediri, 30 Juli 2026
Yang menyatakan



Mochamad Aminata

MOTTO

“ACC hari ini, revisi besok, sidang kapan-kapan.”

(MOCHAMAD AMINATA)

Kupersambahkan Kaya Ini Buat :

Saya Sendiri

ABSTRAK

Mochamad Aminata, Optimalisasi Nilai Ekonomi Limbah Kertas Menggunakan Teknologi Cnc Laser Cutting & Grafing, Tugas Akhir, Teknik Industri, FTIK UN PGRI Kediri, 2026

Kata Kunci: CNC Laser Cutting, Limbah kertas, Nilai ekonomi, Produk grafir, UMKM

Limbah kertas merupakan salah satu jenis sampah yang jumlahnya terus meningkat dan berpotensi diolah menjadi produk bernilai ekonomi melalui pendekatan ekonomi sirkular. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan limbah kertas sebagai bahan baku produk grafir pada Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) menggunakan teknologi CNC Laser Cutting, menganalisis nilai ekonomi yang dihasilkan, serta menganalisis kontribusi teknologi tersebut terhadap peningkatan pendapatan UMKM.

Penelitian dilaksanakan di Bengkel MASBRO7, Kertosono, Kabupaten Nganjuk, menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Limbah kertas karton bekas diolah menjadi produk grafir dekoratif melalui proses desain digital menggunakan software LightBurn dan pengukiran dengan mesin CNC Laser Cutting pada parameter optimal daya laser 70% dan kecepatan pengukiran 20 mm/s.

Hasil validasi menunjukkan produk grafir memperoleh tingkat kelayakan sebesar 83,34% dengan kategori sangat layak. Analisis nilai ekonomi menunjukkan total biaya produksi sebesar Rp1.072,79 per unit, harga jual Rp1.609,185 per unit, keuntungan Rp536,395 per unit, serta nilai tambah sebesar Rp1.515,435 per unit atau setara peningkatan nilai ekonomi sebesar 1.616,464% dibandingkan nilai bahan baku awal. Titik impas (BEP) tercapai pada 116 unit per bulan, jauh di bawah kapasitas produksi maksimum sebesar 2.340 unit per bulan. Hasil ini membuktikan bahwa pemanfaatan limbah kertas melalui teknologi CNC Laser Cutting mampu meningkatkan nilai ekonomi secara signifikan dan berkontribusi terhadap peningkatan pendapatan UMKM.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas izin dan karunia-Nya sehingga penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Penyusunan laporan ini merupakan bagian dari rencana penelitian guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Jurusan Teknik Industri Universitas Nusantara PGRI Kediri.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Zainal Afandi, M.Pd selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri.
2. Orang tua tercinta dan segenap keluarga yang selalu memberikan dukungan moral dan finansial.
3. Bapak Tjejep Yusuf Afandi, S.Pd.,S.E.,M.M selaku Ketua LPKM Universitas Nusantara PGRI Kediri.
4. Bapak Rachmad Santoso, S.T.,M.MT selaku Kepala Program Studi Teknik Industri sekaligus Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Kartika Rahayu Tri Ps, S.Si., M.MT selaku dosen pembimbing II
6. Bengkel MASBRO7 atas fasilitas dan bantuan teknis selama proses penelitian berlangsung.
7. Seluruh rekan mahasiswa Teknik Industri serta semua pihak yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan ke depan.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	2
C. Rumusan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian.....	3
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	6
A. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu	6
B. Landasan Teori	11
1. Limbah Kertas	11
C. Kerangka Berfikir.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	18
A. Model/ Pendekatan Pengembangan.....	18
B. Prosedur Pengembangan	18
C. Desain Pengembangan	19
D. Tempat dan Waktu Pengembangan (Mitra Penelitian)	23
E. Instrumen Penelitian	23
F. Teknik Pengumpulan Data	24
G. Teknik Analisis Data	24
H. Metode, Uji Coba, dan/atau Validasi Produk.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
A. Data Produk Hasil Pengembangan	32
B. Data Uji Coba	34
C. Analisis Data	37
D. Revisi Produk	44
E. Kajian Produk Akhir	45
BAB V PENUTUP.....	48
A. Kesimpulan.....	48
B. Saran	49

DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Limbah Kertas	11
Gambar 2. 2 contoh produk grafir.....	12
Gambar 3. 1 contoh bahan limbah kertas.....	19
Gambar 3. 2 mesin CNC Laser	20
Gambar 3. 3 Desain rangka mesin CNC Laser Cutting	20
Gambar 3. 4 gambar design grafir.....	21
Gambar 4. 1 Desain Produk Grafir Menggunakan Lightburn.....	32
Gambar 4. 2 limbah kertas (ketebalan 0,8 mm)	32
Gambar 4. 3 Hasil Produk Grafir	32

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Uji Coba Parameter Power dan Speed Varian Ketebalan 0,8mm	34
Tabel 4. 2 Hasil Uji Coba Parameter Power dan Speed Varian Ketebalan 0,4mm	35
Tabel 4. 3 Hasil Uji Coba Parameter Power dan Speed Varian Ketebalan 0,2mm	35
Tabel 4. 4 Hasil Validasi Produk Grafir.....	36
Tabel 4. 5 Perbandingan Biaya Produksi (TCP/HPP) Tiga Varian Ketebalan	38
Tabel 4. 6 Perbandingan Nilai Tambah (NT) dan Presentase Nilai Tambah (PNT) Tiga Varian Ketebalan	39
Tabel 4. 7 Perbandingan Harga Jual (HJ) Tiga Varian Ketebalan	40
Tabel 4. 8 Perbandingan Keuntungan Usaha Tiga Varian Ketebalan.....	41
Tabel 4. 9 Perbandingan BEP dan Payback period Tiga Varian Ketebalan	42
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Seluruh Indikator Ekonomi Tiga Varian Ketebalan	42
Tabel 4. 11 Ringkasan Optimalisasi Nilai Ekonomi Tiga Varian Ketebalan	43

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Permasalahan sampah masih menjadi salah satu tantangan dalam pembangunan berkelanjutan, termasuk di Indonesia. Peningkatan jumlah penduduk serta perkembangan sektor industri, pendidikan, perdagangan, dan perkantoran menyebabkan volume sampah terus meningkat setiap tahun. Salah satu jenis sampah yang jumlahnya cukup besar adalah limbah kertas. Tingginya penggunaan kertas menghasilkan limbah yang relatif banyak dan berpotensi menimbulkan masalah lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik (Saputra et al., 2022).

Pengelolaan limbah kertas menjadi penting karena tidak hanya memberikan manfaat lingkungan, tetapi juga memiliki potensi ekonomi. Limbah kertas, masih dapat dimanfaatkan kembali menjadi produk yang memiliki nilai guna dan nilai jual lebih tinggi. Pemanfaatan limbah tersebut sejalan dengan konsep ekonomi sirkular yang menekankan penggunaan kembali sumber daya melalui kegiatan reuse, recycle, dan recovery untuk mengurangi timbulan limbah serta meningkatkan efisiensi penggunaan material (Irwan Eko Prabowo et al., 2022)

Dalam konteks ekonomi, pemanfaatan limbah kertas membuka peluang bagi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) untuk menghasilkan produk kreatif bernilai jual. Salah satu produk yang berpotensi dikembangkan adalah produk grafir, yaitu produk ukiran atau engraving yang menghasilkan motif dekoratif pada permukaan material. Produk grafir memiliki daya tarik estetika yang tinggi sehingga memiliki nilai jual yang lebih kompetitif dibandingkan produk tanpa ornamen. Namun, sebagian UMKM masih menghadapi keterbatasan dalam teknologi produksi, inovasi desain, dan perhitungan nilai ekonomi produk (Himawan et al., 2022).

Salah satu teknologi yang berpotensi meningkatkan nilai tambah limbah kertas adalah CNC Laser Cutting. Teknologi ini memungkinkan proses pemotongan sekaligus pengukiran (grafir) material dilakukan secara cepat, akurat, dan presisi sehingga mampu menghasilkan produk dengan kualitas dan desain yang lebih baik dibandingkan metode konvensional. Yusupa et al., (2024) menunjukkan bahwa teknologi laser dapat meningkatkan kualitas produk dan efisiensi produksi pada usaha kecil. Kemampuan mesin CNC Laser Cutting dalam menghasilkan pola ukiran yang detail dan presisi menjadikannya sangat sesuai untuk pembuatan produk grafir berbasis limbah kertas.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas daur ulang limbah kertas, ekonomi sirkular, dan penerapan teknologi laser, masih terdapat keterbatasan kajian yang mengintegrasikan seluruh aspek tersebut khususnya pada pengembangan produk grafir berbasis limbah kertas dalam satu penelitian yang komprehensif. Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, dilakukan penelitian mengenai ***“Optimalisasi Nilai Ekonomi Limbah Kertas Melalui Pengembangan Produk Grafir Menggunakan Teknologi CNC Laser Cutting”***. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan optimalisasi nilai ekonomi yang dihasilkan dari pemanfaatan teknologi CNC Laser Cutting dalam meningkatkan nilai tambah produk yang dihasilkan melalui pengolahan limbah kertas, serta kontribusinya terhadap peningkatan pelaku usaha.

B. Batasan Masalah

1. Penelitian difokuskan pada pemanfaatan limbah kertas sebagai bahan baku produk kreatif berupa produk grafir pada UMKM menggunakan teknologi CNC Laser Cutting, dengan membandingkan tiga varian ketebalan kertas bekas, yaitu 0,2 mm, 0,4 mm, dan 0,8 mm.
2. Analisis terbatas pada nilai ekonomi meliputi biaya produksi, nilai tambah, harga jual, keuntungan usaha, titik impas (break-even point), serta

proyeksi keuntungan dan payback period dari pengolahan limbah kertas menjadi produk grafir pada ketiga varian ketebalan kertas.

3. Penelitian hanya mengkaji kontribusi teknologi CNC Laser Cutting terhadap peningkatan pendapatan UMKM berdasarkan hasil pengolahan limbah, tanpa membahas aspek teknis mesin maupun strategi pemasaran secara mendalam.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pemanfaatan limbah kertas sebagai bahan baku produk grafir pada UMKM melalui penggunaan teknologi CNC Laser Cutting, serta bagaimana tingkat kelayakan produk yang dihasilkan?
2. Bagaimana nilai ekonomi yang dihasilkan dari pengolahan limbah kertas menjadi produk grafir menggunakan teknologi CNC Laser Cutting pada tiga varian ketebalan kertas (0,2 mm, 0,4 mm, dan 0,8 mm), ditinjau dari biaya produksi, harga jual, keuntungan usaha, nilai tambah, titik impas (break-even point), dan proyeksi keuntungan usaha (termasuk payback period), serta menentukan varian ketebalan yang paling optimal secara ekonomi?
3. Bagaimana kontribusi pemanfaatan teknologi CNC Laser Cutting dalam pengolahan limbah kertas terhadap peningkatan pendapatan UMKM?

D. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pemanfaatan limbah kertas sebagai bahan baku produk grafir pada UMKM melalui penggunaan teknologi CNC Laser Cutting, serta menganalisis tingkat kelayakan produk yang dihasilkan.
2. Menganalisis nilai ekonomi yang dihasilkan dari pengolahan limbah kertas menjadi produk grafir menggunakan teknologi CNC Laser Cutting pada tiga varian ketebalan kertas (0,2 mm, 0,4 mm, dan 0,8 mm), yang meliputi biaya produksi, harga jual, keuntungan usaha, nilai tam-

bah, titik impas (break-even point), dan proyeksi keuntungan usaha (termasuk payback period), serta menentukan varian ketebalan yang paling optimal secara ekonomi.

3. Menganalisis kontribusi pemanfaatan teknologi CNC Laser Cutting dalam pengolahan limbah kertas terhadap peningkatan pendapatan UMKM.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis (Akademik)

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang ekonomi sirkular, kewirausahaan, dan teknologi manufaktur digital. Hasil penelitian dapat menambah referensi ilmiah mengenai pemanfaatan limbah kertas sebagai sumber daya bernilai ekonomi serta penerapan teknologi CNC Laser Cutting dalam meningkatkan nilai tambah produk grafir.

2. Manfaat Praktis

a) Bagi UMKM

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pelaku UMKM mengenai potensi pemanfaatan limbah kertas sebagai bahan baku alternatif yang bernilai ekonomis, serta gambaran manfaat teknologi CNC Laser Cutting dalam meningkatkan kualitas produk grafir, nilai tambah, dan pendapatan usaha.

b) Bagi Masyarakat dan Lingkungan

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan limbah kertas secara produktif, membuka peluang usaha berbasis ekonomi sirkular, serta mendukung pengurangan limbah melalui konsep reduce, reuse, recycle, dan upcycling.

c) Bagi Pemerintah dan Pemangku Kepentingan

Hasil penelitian dapat digunakan sebagai informasi pendukung dalam merumuskan kebijakan yang mendorong penerapan teknologi tepat guna serta pengembangan usaha berbasis ekonomi sirkular yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ernawati, I., & Sukardiyono, T. (2017). UJI KELAYAKAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF PADA MATA PELAJARAN ADMINISTRASI SERVER. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 2, 205–210.
- Finali, A., Deducast, C. S., Pamuji, D. R., Hanafi, A. F., Bhisma, P., Wardhana, W., Studi, P., Rekayasa, T., Mesin, J. T., Banyuwangi, P. N., Studi, P., Rekayasa, T., Mesin, J. T., & Banyuwangi, P. N. (2024). *PENGARUH DAYA DAN KECEPATAN MESIN LASER ENGRAVING PORTABLE TERHADAP HASIL UKIR KAYU*. 7(3), 53–62.
- Himawan, R., Kelana, R. A., WIDYANINGRUM, A., TAMAYA, R. I., & SUWARTINI, I. (2022). Pengolahan Limbah Produksi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah Menjadi Kerajinan Kreatif. *Berdikari: Jurnal Inovasi Dan Penerapan Ipteks*, 10(1), 39–49.
<https://doi.org/10.18196/berdikari.v10i1.10957>
- Irwan Eko Prabowo, Singgih, M. L., & Sepuluh), (Nopember Institut Teknologi. (2022). Circular Economy In Recycled Paper Company. In *ACM International Conference Proceeding Series* (Vol. 1, Number 1). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3557738.3557835>
- Laksaningrum, D. P., & Marwiyah, M. (2020). Kelayakan Limbah Plastik untuk Pembuatan Hand Bouquet Pengantin Internasional. *TEKNOBUGA: Jurnal Teknologi Busana Dan Boga*, 8(2), 129–134.
<https://doi.org/10.15294/teknobuga.v8i2.25337>
- Mesiyani, (Institut Pertanian Bogor), & Suprehatin, (Institut Pertanian Bogor). (2020). *ANALISIS NILAI TAMBAH PRODUK KERAJINAN BAMBU DI KABUPATEN KEBUMEN VALUE*. 5(2), 344–350.
- Mesiyani, M., & Suprehatin, S. (2020). *ANALISIS NILAI TAMBAH PRODUK KERAJINAN BAMBU DI KABUPATEN KEBUMEN*. 4, 447–456.
- Nisrina, N., Rahmawati, I., & Hikmah, F. N. (2022). Pengembangan Instrumen

- Validasi Produk Multimedia Pembelajaran Fisika. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 10(1), 32. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v10i1.5278>
- Samadikun, B. P., Sinttia, D. A. B., Rezagama, A., Sumiyati, S., Huboyo, H. S., Ramadan, B. S., Hadiwidodo, M., & Nabila, F. (2021). The economic potential of paper waste recycling activities on the informal sector in Grobogan District a case study: Purwodadi Sub-district. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 623(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/623/1/012077>
- Saputra, A. Z. D., Fauzi, A. S., & (Universitas Nusantara PGRI Kediri). (2022). Pengolahan Sampah Kertas Menjadi Bahan Baku Industri Kertas Bisa Mengurangi Sampah di Indonesia. *Jurnal Mesin Nusantara*, 5(1), 41–52. <https://doi.org/10.29407/jmn.v5i1.17522>
- Setiawan, M. I., Pratama, D. P. A., & Widjatkiko, A. G. (2025). Pengembangan Media Akuntansi Digital Berbasis Full Costing Sebagai Dasar Penetapan Harga Jual Pada UMKM Kripik Pisang Krinana. *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*, 13(2), 2722–7502. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jpak/article/view/72790>
- Yusupa, A., Zuldesmi, Z., Trang, I., & Suharto, M. F. (2024). Pemberdayaan Kelompok Asosiasi Pengusaha Industri Kecil (APIK) dalam Penerapan Teknologi Ukiran Laser pada Kerajinan Turunan Kelapa di Sulawesi. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 4(4), 3094–3103. <https://doi.org/10.70609/icom.v4i4.5834>