



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PEMBUATAN KERTAS BERBASIS KULIT PISANG DAN HVS
BEKAS DENGAN PENAMBAHAN *FILLER* CaCO_3 DARI
CANGKANG TELUR**

LAPORAN SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

KURNIAWAN FEBRI HERYANTO
2206311028

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA CETAK DAN
GRAFIS 3 DIMENSI**

JURUSAN TEKNIK GRAFIKA DAN PENERBITAN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**PEMBUATAN KERTAS BERBASIS KULIT PISANG DAN HVS
BEKAS DENGAN PENAMBAHAN *FILLER* CaCO_3 DARI
CANGKANG TELUR**



Skripsi

Melengkapi Persyaratan Kelulusan

Program Diploma IV

KURNIAWAN FEBRI HERYANTO

2206311028

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA CETAK DAN
GRAFIS 3 DIMENSI**

JURUSAN TEKNIK GRAFIKA DAN PENERBITAN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

DEPOK

2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERSETUJUAN

PEMBUATAN KERTAS BERBASIS KULIT PISANG DAN HVS BEKAS DENGAN PENAMBAHAN FILLER CACO3 DARI CANGKANG TELUR

Disetujui

Depok, 1 Juli 2026

Pembimbing Materi

Sahiba Sahila, M. T.
NIP. 199703102025062010

Pembimbing Teknis

Heribertus Rudi Kusumantoro, S.T., M.Sc.Eng
NIP. 198201032010121002

Kepala Program Studi,

Yoga Putra Pratama, S.T., M.T
NIP. 199209252022031009

Ketua Jurusan,



Dr. Zulkarnain, S.T., M.Eng
NIP. 198405292012121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMBUATAN KERTAS BERBASIS KULIT PISANG DAN HVS
BEKAS DENGAN PENAMBAHAN *FILLER* CaCO_3 DARI
CANGKANG TELUR**

Disahkan:

Depok, 13 Juli 2026

Penguji I

Rachmah Nanda Kartika, M.T.

NIP. 199206242019032025

Penguji II

Yoga Putra Pratama, S.T., M.T.

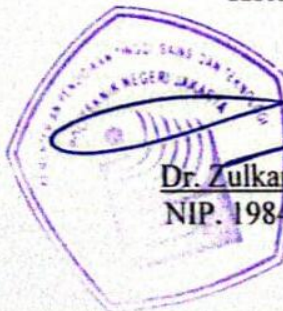
NIP. 199209252022031009

Kepala Program Studi,

Yoga Putra Pratama, S.T., M.T

NIP. 199209252022031009

Ketua Jurusan,



Dr. Zulkarnain, S.T., M.Eng

NIP. 198405292012121002



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa semua pernyataan dalam skripsi ini dengan judul

PEMBUATAN KERTAS BERBASIS KULIT PISANG DAN HVS BEKAS DENGAN PENAMBAHAN FILLER CACO3 DARI CANGKANG TELUR

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan dan tugas karya akhir saya sendiri, di bawah bimbingan Dosen Pembimbing yang telah ditetapkan oleh pihak Jurusan Teknik Grafika dan Penerbitan Politeknik Negeri Jakarta.

Skripsi ini belum pernah diajukan sebagai syarat kelulusan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data dan hasil analisa maupun pengolahan yang digunakan, telah dinyatakan sumbernya dengan jelas dan dapat diperiksa kebenarannya.

Depok, 1 Juli 2026

Materai Rp 10.000,00



Kurniawan Febri Heryanto



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRAK

Peningkatan limbah kulit pisang, kertas HVS bekas, dan cangkang telur membuka peluang pemanfaatannya sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan kertas ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi rasio pulp kulit pisang dan kertas HVS bekas serta penambahan filler kalsium karbonat (CaCO_3) dari cangkang telur terhadap karakteristik fisik dan mekanik kertas, serta menentukan formulasi terbaik yang dihasilkan. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri atas dua faktor, yaitu rasio pulp kulit pisang:HVS bekas (90:10, 70:30, 50:50, 30:70, dan 10:90) serta konsentrasi filler CaCO_3 (0%, 2%, dan 4%). Pulp kulit pisang dibuat melalui proses delignifikasi menggunakan larutan NaOH 6%, kemudian dikombinasikan dengan pulp HVS bekas dan filler cangkang telur. Karakteristik kertas yang diuji meliputi gramatur, ketebalan, kadar air, dan kuat tarik. Data dianalisis menggunakan Two-Way ANOVA pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi rasio pulp dan konsentrasi filler berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap gramatur, ketebalan, kadar air, dan kuat tarik kertas, sedangkan interaksi kedua faktor tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada sebagian besar parameter. Peningkatan proporsi kertas HVS bekas dan penambahan filler CaCO_3 meningkatkan gramatur, ketebalan, dan kuat tarik, serta menurunkan kadar air. Formulasi terbaik diperoleh pada rasio pulp kulit pisang:HVS bekas 10:90 dengan penambahan filler CaCO_3 sebesar 4%, yang menghasilkan karakteristik kertas paling terbaik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah kulit pisang, kertas HVS bekas, dan cangkang telur berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan kertas ramah lingkungan yang mendukung konsep ekonomi sirkular.

Kata kunci: CaCO_3 , cangkang telur, kertas daur ulang, kertas HVS bekas, kulit pisang.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

The increasing amount of banana peel, waste HVS paper, and eggshell waste provides an opportunity to utilize these materials as alternative raw materials for environmentally friendly paper production. This study aimed to analyze the effect of different banana peel pulp-to-waste HVS paper pulp ratios and calcium carbonate (CaCO_3) filler derived from eggshells on the physical and mechanical properties of paper, as well as to determine the optimum formulation. An experimental method using a factorial Completely Randomized Design (CRD) was employed with two factors: banana peel pulp:HVS paper pulp ratios (90:10, 70:30, 50:50, 30:70, and 10:90) and CaCO_3 filler concentrations (0%, 2%, and 4%). Banana peel pulp was produced through delignification using a 6% NaOH solution before being blended with recycled HVS paper pulp and eggshell-derived CaCO_3 filler. The evaluated paper properties included grammage, thickness, moisture content, and tensile strength. The data were analyzed using Two-Way ANOVA at a 5% significance level. The results showed that both the pulp ratio and CaCO_3 filler concentration significantly affected ($p < 0.05$) the grammage, thickness, moisture content, and tensile strength of the paper, while the interaction between the two factors was not significant for most parameters. Increasing the proportion of recycled HVS paper and the CaCO_3 filler concentration improved grammage, thickness, and tensile strength, while reducing moisture content. The optimum formulation was obtained at a banana peel pulp:HVS paper ratio of 10:90 with 4% CaCO_3 filler, producing the best overall paper characteristics. These findings demonstrate that banana peel, recycled HVS paper, and eggshell waste have strong potential as sustainable raw materials for environmentally friendly paper production, supporting the implementation of a circular economy.

Keywords: calcium carbonate (CaCO_3), eggshell, banana peel, recycled paper, waste HVS paper.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji dan Syukur kita panjatkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala. atas segala pertolongan, rahmat, dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul **“PEMBUATAN KERTAS BERBASIS KULIT PISANG DAN HVS BEKAS DENGAN PENAMBAHAN FILLER CaCO_3 DARI CANGKANG TELUR”**.

Penulis menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama menyelesaikan studi dan tugas akhir ini. Oleh karena itu, sudah sepantasnya penulis dengan penuh hormat mengucapkan terima kasih dan mendoakan semoga Allah SWT. memberikan balasan terbaik kepada:

1. Dr. Syamsurizal, S.E., M.M. selaku Direktur Politeknik Negeri Jakarta
2. Dr. Zulkarnain, S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Grafika dan Penerbitan.
3. Yoga Putra Pratama, S.T., M.T, selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Cetak dan Grafis 3 Dimensi.
4. Sahiba Sahila M.T selaku dosen pembimbing materi dan penulisan proposal skripsi yang selalu membantu dan membimbing penulis untuk menyelesaikan proposal ini.
5. Heribertus Rudi Kusumantoro, S.T., M.Sc.Eng selaku dosen pembimbing teknis penulisan proposal skripsi yang telah membantu dan membimbing penulis untuk menyelesaikan proposal ini.
6. Para dosen di Jurusan Teknik Grafika dan Penerbitan terutama program studi TCG yang sudah memberikan ilmu yang bermanfaat selama perkuliahan.
7. Mamah dan Yuyu Tika selaku Ibu dan Kakak yang telah mendoakan, selalu mendukung dan memberi kesempatan untuk bisa sampai di titik ini.
8. SHUTTER TGP 22 yang telah menjadi rumah yang selalu menerima siapapun untuk bisa menjadi diri sendiri.
9. Sean, selaku sahabat terbaik didalam dan diluar kampus, yang selalu sama sama menasehati walaupun sama sama hilang arah.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

10. Adham, Aldren, Damar, Rama, dan teman teman lain yang selalu menjadi teman terbaik di luar kampus.
11. Teman-teman D4 SABAR yang selalu menjadi teman berdiskusi dan berkeluh kesah sehingga membantu penulis dalam menyusun dan menyelesaikan proposal.
12. Seseorang yang selalu mendukung penulis dalam mengerjakan skripsi.

Akhir kata penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna dan penulis masih melakukan kesalahan dalam penyusunan skripsi. Oleh karena itu, penulis meminta maaf yang sedalam-dalamnya atas kesalahan yang dilakukan penulis. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan ke arah yang lebih baik.

Depok, 01 Juli 2026

Kurniawan Febri Heryanto

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penulisan.....	5
1.5 Metode Penulisan	6
1.6 Teknik Pengumpulan Data.....	6
1.6.1 Metode Pengumpulan Data.....	6
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORI	9
2.1 Kertas	9
2.1.1 HVS.....	10
2.2 Limbah Kertas.....	12
2.3 Pisang.....	13
2.3.1 Kulit Pisang.....	15
2.4 Proses Pulping.....	16
2.4.1 NaOH	17
2.5 <i>Filler</i>	19
2.6 Cangkang Telur (CaCO_3).....	20
2.7 Daur Ulang Kertas.....	22
2.8 Karakteristik Fisik dan Mekanik Kertas	23
2.8.1 Uji Gramatur	23
2.8.2 Uji ketebalan	25
2.8.3 Uji kuat tarik	26
2.8.4 Uji Kadar Air.....	28



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.9	Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktoria.....	30
2.10	Analisis ANOVA Dua Arah	31
BAB III METODE PENELITIAN		33
3.1	Metode Penelitian.....	33
3.1.1	Waktu dan Tempat Penelitian	33
3.2	Variabel Penelitian	34
3.2.1	Variabel Bebas	34
3.2.2	Variabel terikat.....	34
3.2.3	Variabel Kontrol.....	34
3.3	Flowchart Penelitian.....	35
3.4	Alat dan Bahan	37
3.5	Rancangan Sampel	40
3.6	Teknik Pengumpulan Data	41
3.6.1	Persiapan Alat dan Bahan	41
3.6.2	Pembuatan Pulp Kulit Pisang	42
3.6.3	Pembuatan Pulp Kertas HVS Bekas	44
3.6.4	Pembuatan <i>Filler</i> Cangkang Telur	45
3.6.5	Pembuatan dan Pencetakan Lembaran Kertas	46
3.7	Pengujian Lembaran Kertas	47
3.7.1	Pengujian Gramatur	47
3.7.2	Pengujian Ketebalan.....	48
3.7.3	Pengujian Kadar Air.....	49
3.7.4	Pengujian Kuat Tarik	50
3.8	Analisis Data	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		54
4.1	Hasil Pengujian Gramatur	54
4.2	Hasil Pengujian Ketebalan	58
4.3	Hasil Pengujian Kadar Air	64
4.4	Hasil Pengujian Kuat Tarik.....	69
4.5	Analisis Hasil dan Optimasi Formulasi	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		80
5.1	Kesimpulan	80



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2	Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN.....		86
RIWAYAT HIDUP		108





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kertas.....	9
Gambar 2. 2 Kertas HVS	11
Gambar 2. 3 Limbah Kertas	12
Gambar 2. 4 Pisang.....	14
Gambar 2. 5 Kulit Pisang	15
Gambar 2. 6 NaOH	18
Gambar 2. 7 Cangkang Telur	21
Gambar 2. 8 Timbangan Analitik	24
Gambar 2. 9 Thickness gauge	26
Gambar 2. 10 Tensile Strength Tester	27
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	36
Gambar 3. 2 Proses Pengeringan Kulit Pisang.....	43
Gambar 3. 3 Proses Penghalusan Kulit Pisang	43
Gambar 3. 4 Kulit Pisang Halus.....	43
Gambar 3. 5 Proses Delignifikasi Kulit Pisang.....	44
Gambar 3. 6 Proses Penyaringan Pulp	44
Gambar 3. 7 Pengeringan Cangkang Telur.....	45
Gambar 3. 8 Proses Pencetakan Lembaran Kertas.....	47
Gambar 4. 1 Grafik Rata-rata Gramatur	54
Gambar 4. 2 Grafik Pengujian Ketebalan	59
Gambar 4. 3 Grafik Pengujian Kadar Air	64
Gambar 4. 4 Grafik Pengujian Kuat Tarik.....	70

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan.....	37
Tabel 3. 2 Bahan-bahan.....	39
Tabel 3. 3 Variasi Sampel	40
Tabel 3. 4 Formulasi Sampel	42
Tabel 4. 1 Perhitungan Gramatur.....	54
Tabel 4. 2 Hasil Analisis Two-Way ANOVA Gramatur	56
Tabel 4. 3 Perhitungan Ketebalan	59
Tabel 4. 4 Hasil Analisis Two-Way ANOVA terhadap Ketebalan Kertas	61
Tabel 4. 5 Perhitungan Kadar Air	64
Tabel 4. 6 Hasil Analisis Two-Way ANOVA terhadap Kadar Air Kertas	66
Tabel 4. 7 Perhitungan Kuat Tarik.....	69
Tabel 4. 8 Hasil Analisis Two-Way ANOVA terhadap Kuat Tarik Kertas.....	72
Tabel 4. 9 Kombinasi Perlakuan Terbaik.....	78

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Gramatur.....	86
Lampiran 2. Hasil Pengujian Gramatur	86
Lampiran 3. Perhitungan Ketebalan.....	87
Lampiran 4. Hasil Pengujian Ketebalan.....	87
Lampiran 5. Perhitungan Kadar Air.....	88
Lampiran 6. Hasil Pengujian Kadar Air.....	88
Lampiran 7. Perhitungan Kuat Tarik	90
Lampiran 8. Hasil Pengujian Kuat Tarik	90
Lampiran 9. Hasil Pembuatan Kertas	92
Lampiran 10. Hasil Kertas Gagal.....	93
Lampiran 11. Lembar Bimbingan Materi	94
Lampiran 12. Lembar Bimbingan Teknis	95
Lampiran 13. Persetujuan Mengikuti Sidang Akhir	96
Lampiran 14. Hasil Turnitin di Layanan PNJ	97

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2025, timbulan sampah di Indonesia mencapai 25,14 juta ton, dengan sekitar 40,76% di antaranya berupa sampah organik yang didominasi oleh sisa makanan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa limbah organik masih menjadi tantangan utama dalam pengelolaan sampah nasional karena sebagian besar belum dimanfaatkan secara optimal dan masih berakhir di tempat pemrosesan akhir. Salah satu limbah organik yang berpotensi dimanfaatkan adalah kulit pisang, mengingat Indonesia merupakan salah satu produsen pisang terbesar di dunia. Berdasarkan data FAOSTAT, produksi pisang Indonesia pada tahun 2024 mencapai sekitar 9,26 juta ton. Dengan asumsi bahwa kulit pisang menyumbang sekitar 35–40% dari bobot total buah, diperkirakan menghasilkan sekitar 3,2–3,7 juta ton limbah kulit pisang setiap tahun (Yasin et al., 2025). Apabila tidak dimanfaatkan, limbah tersebut umumnya hanya mengalami proses dekomposisi yang berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca serta meningkatkan beban pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, pemanfaatan kulit pisang sebagai bahan baku alternatif dalam industri pulp dan kertas merupakan salah satu strategi yang sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular, yaitu mengubah limbah biomassa lignoselulosa menjadi produk bernilai tambah sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku berbasis kayu (Mohamed et al., 2023).

Potensi pemanfaatan kulit pisang sebagai bahan baku pulp didukung oleh kandungan lignoselulosa yang tinggi, terutama selulosa yang berperan sebagai penyusun utama serat pada kertas. Kulit pisang diketahui mengandung selulosa sekitar 63–64%, sedangkan kandungan lignin dan hemiselulosa dapat dikurangi melalui proses alkalisasi sehingga fraksi selulosa menjadi lebih dominan (S. Mishra et al., 2023). Selulosa berperan dalam membentuk ikatan hidrogen antarfiber selama proses pembentukan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

lembaran kertas. Semakin tinggi jumlah dan kualitas ikatan hidrogen yang terbentuk, semakin baik integritas jaringan serat sehingga dapat meningkatkan sifat mekanik kertas, seperti kuat tarik, kekakuan, dan ketahanan sobek (Bajpai, 2024). Oleh karena itu, kulit pisang memiliki prospek yang besar sebagai sumber serat non-kayu untuk menghasilkan pulp ramah lingkungan sekaligus mendukung diversifikasi bahan baku industri pulp dan kertas berbasis biomassa (S. Mishra et al., 2023).

Pemanfaatan biomassa non-kayu sebagai bahan baku alternatif industri pulp dan kertas terus berkembang sebagai salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap kayu sekaligus mendukung prinsip keberlanjutan dan ekonomi sirkular. Berbagai biomassa lignoselulosa, seperti bagasse, jerami padi, bambu, dan tandan kosong kelapa sawit telah banyak diteliti karena memiliki kandungan selulosa yang tinggi, bersifat *renewable*, *biodegradable*, dan berpotensi menghasilkan pulp berkualitas apabila diproses menggunakan metode yang sesuai (Abd El-Sayed et al., 2020). Namun demikian, biomassa non-kayu umumnya memiliki karakteristik morfologi serat yang berbeda dengan serat kayu, seperti panjang serat, diameter serat, dan fleksibilitas serat, sehingga dapat memengaruhi pembentukan jaringan serat serta sifat fisik dan mekanik kertas. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengatasi keterbatasan tersebut adalah mengombinasikan biomassa non-kayu dengan serat sekunder dari kertas daur ulang, seperti kertas HVS bekas. Kertas HVS bekas masih mengandung serat selulosa dengan kemurnian yang relatif tinggi karena telah melalui proses pulping kimia dan proses pemutihan, tetap memiliki kemampuan membentuk ikatan antarfiber selama proses pembentukan lembaran sehingga meningkatkan integritas jaringan serat.. (Pătrăucean-Patraşcu et al., 2025; Pivnenko et al., 2015).

Selain komposisi serat, penggunaan *filler* merupakan salah satu faktor penting yang menentukan kualitas kertas karena dapat memengaruhi sifat fisik, optik, dan sebagian sifat mekaniknya. Dalam industri pulp dan kertas, kalsium karbonat (CaCO_3) merupakan *filler* anorganik yang paling



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

banyak digunakan karena mampu meningkatkan *brightness*, opasitas, kehalusan permukaan, dan *bulk* melalui pengisian ruang kosong di antara jaringan serat serta meningkatkan hamburan cahaya pada lembaran kertas (M. A. Hubbe & Gill, 2016). Meskipun demikian, penggunaan *precipitated calcium carbonate* (PCC) komersial masih memerlukan proses presipitasi kimia, pemurnian, dan pengendalian ukuran partikel sehingga meningkatkan biaya produksi. Sebagai alternatif yang lebih berkelanjutan, limbah cangkang telur berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber CaCO_3 alami karena komposisi kimianya didominasi oleh kalsium karbonat dalam bentuk kalsit sebesar sekitar 94–97% (Owuamanam & Cree, 2020). Kandungan CaCO_3 yang tinggi tersebut menjadikan cangkang telur berpotensi meningkatkan gramatur, ketebalan, opasitas, dan kehalusan permukaan apabila memiliki retensi yang baik di dalam jaringan serat (Wathanyu, 2026).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penambahan *filler* berbasis kalsium karbonat (CaCO_3) memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik fisik dan mekanik kertas, meskipun besarnya pengaruh tersebut dipengaruhi oleh jenis *filler*, ukuran partikel, karakteristik permukaan, dan konsentrasi yang digunakan. Secara umum, *filler* CaCO_3 mampu meningkatkan *bulk*, ketebalan, opasitas, *brightness*, dan kehalusan permukaan melalui pengisian rongga antarfiber (*interfiber voids*), tetapi penambahan *filler* dalam jumlah yang tinggi dapat mengurangi luas kontak antarfiber sehingga menurunkan kuat tarik akibat berkurangnya ikatan hidrogen antarfiber (M. A. Hubbe & Gill, 2016). Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa modifikasi permukaan *filler*, seperti pelapisan PCC dengan silika maupun polimer, mampu meningkatkan ikatan antara *filler* dan serat sehingga sifat mekanik kertas dapat dipertahankan bahkan ditingkatkan (Kang et al., 2020; Lourenço et al., 2014). Sementara itu, penelitian Wathanyu (2026) menunjukkan bahwa penggunaan serbuk cangkang telur sebagai *filler* pada kertas berbahan pulp batang pisang mampu meningkatkan gramatur dan ketebalan, tetapi menyebabkan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

penurunan kuat tarik pada kadar *filler* yang lebih tinggi akibat berkurangnya kontak antarfiber. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi *filler* merupakan faktor yang perlu dioptimalkan agar diperoleh keseimbangan antara peningkatan sifat fisik dan tetap terjaganya sifat mekanik kertas.

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan kulit pisang sebagai sumber serat alternatif maupun cangkang telur sebagai *filler* alami telah menunjukkan potensi yang baik dalam pengembangan kertas ramah lingkungan. Namun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada satu jenis bahan baku atau satu faktor perlakuan sehingga belum memberikan gambaran yang komprehensif mengenai pengaruh kombinasi komposisi serat dan konsentrasi *filler* terhadap karakteristik kertas. Berdasarkan studi literatur yang dilakukan, belum ditemukan penelitian yang secara simultan mengevaluasi pengaruh variasi rasio pulp kulit pisang dan kertas HVS bekas dengan variasi konsentrasi *filler* CaCO_3 dari cangkang telur menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial disertai analisis interaksi melalui *Two-Way ANOVA*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh variasi rasio pulp kulit pisang dan kertas HVS bekas serta konsentrasi *filler* CaCO_3 terhadap gramatur, ketebalan, kadar air, dan kuat tarik kertas. Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi simultan pengaruh rasio pulp kulit pisang-HVS bekas dan konsentrasi *filler* CaCO_3 cangkang telur menggunakan desain faktorial serta analisis *Two-Way ANOVA* untuk menentukan formulasi terbaik kertas daur ulang. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan formulasi kertas ramah lingkungan berbasis limbah lignoselulosa (M. A. Hubbe & Gill, 2016; Montgomery, 2020).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Bagaimana pengaruh variasi rasio pulp kulit pisang dan kertas HVS bekas terhadap gramatur, ketebalan, kadar air, dan kuat tarik kertas kulit pisang?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi *filler* CaCO_3 dari cangkang telur terhadap gramatur, ketebalan, kadar air, dan kuat tarik kertas kulit pisang?
3. Berapa variasi rasio pulp kulit pisang dengan kertas HVS bekas dan konsentrasi *filler* CaCO_3 dari cangkang telur yang menghasilkan kualitas kertas terbaik berbasis pulp kulit pisang dan HVS bekas?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka didapatkan batasan masalah untuk melakukan penelitian ini, yaitu:

1. Bahan baku utama kulit pisang yang digunakan adalah kulit pisang kepok.
2. Kertas HVS bekas yang digunakan adalah kertas HVS putih tanpa lapisan (*coating*).
3. *Filler* yang digunakan berasal dari limbah cangkang telur yang dihaluskan menjadi serbuk sebagai sumber kalsium karbonat (CaCO_3).
4. Variasi rasio pulp kulit pisang dan kertas HVS bekas adalah 90:10, 70:30, 50:50, 30:70, dan 10:90.
5. Proses pembuatan pulp dilakukan menggunakan metode alkalisasi dengan larutan NaOH berkonsentrasi 6%.
6. Variasi konsentrasi *filler* cangkang telur yang digunakan adalah 0%, 2%, dan 4% terhadap berat pulp kering.
7. Pengujian karakteristik kertas meliputi gramatur, ketebalan, kadar air, dan kuat tarik.

1.4 Tujuan Penulisan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Menganalisis pengaruh variasi rasio pulp kulit pisang dan kertas HVS bekas terhadap gramatur, ketebalan, kadar air, dan kuat tarik kertas berbasis pulp kulit pisang dan HVS bekas
2. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi *filler* CaCO_3 dari cangkang telur terhadap gramatur, ketebalan, kadar air, dan kuat tarik kertas berbasis pulp kulit pisang dan HVS bekas.
3. Menentukan formulasi terbaik berdasarkan variasi rasio pulp kulit pisang:HVS bekas dan konsentrasi filler CaCO_3 yang menghasilkan kualitas terbaik kertas berbasis pulp kulit pisang dan HVS bekas.

1.5 Metode Penulisan

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan pendekatan deskriptif-analitik. Metode eksperimen dilakukan melalui proses pembuatan kertas kulit pisang dengan variasi penambahan serbuk cangkang telur sebagai *filler*, sedangkan pendekatan deskriptif-analitik digunakan untuk mendeskripsikan dan menganalisis hasil pengujian gramatur, ketebalan, kadar air, dan kuat tarik. Hasil penelitian kemudian disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan pembahasan yang didukung oleh teori serta penelitian terdahulu yang relevan.

1.6 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis melalui observasi, studi literatur, dan dokumentasi. Data yang diperoleh digunakan sebagai dasar untuk menganalisis pengaruh penambahan serbuk cangkang telur sebagai *filler* terhadap karakteristik kertas kulit pisang yang meliputi gramatur dan ketebalan kertas.

1.6.1 Metode Pengumpulan Data

a. Observasi

Observasi dilakukan secara langsung selama proses penelitian, mulai dari persiapan bahan baku, proses pengeringan kulit pisang, pembuatan pulp melalui metode alkalisasi, penambahan *filler* cangkang telur, pencetakan kertas, hingga pengujian



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

gramatur dan ketebalan. Observasi bertujuan untuk memperoleh data dan informasi mengenai kondisi serta hasil yang terjadi selama proses pembuatan kertas.

b. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari berbagai sumber pustaka yang relevan, seperti jurnal ilmiah, buku, artikel penelitian, dan sumber referensi lainnya yang berkaitan dengan pemanfaatan kulit pisang sebagai bahan baku kertas, penggunaan cangkang telur sebagai *filler* alami, proses alkalisasi, serta karakteristik fisik dan mekanik kertas. Studi literatur digunakan untuk memperkuat landasan teori dan mendukung analisis hasil penelitian.

c. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan mencatat seluruh data hasil penelitian serta mendokumentasikan setiap tahapan penelitian dalam bentuk foto, tabel, dan catatan penelitian. Dokumentasi digunakan sebagai bukti pelaksanaan penelitian dan sebagai data pendukung dalam proses analisis serta penyusunan laporan skripsi.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun untuk memberikan gambaran mengenai isi setiap bab secara terstruktur. Adapun sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, metode penulisan, teknik pengumpulan data, dan sistematika penulisan.

BAB II Landasan Teori

Bab ini membahas teori-teori yang mendukung penelitian, meliputi kulit pisang sebagai bahan baku kertas, cangkang telur sebagai *filler* alami,

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

proses alkalisasi, pulp dan kertas, *filler* kertas, gramatur, ketebalan, serta penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III Metode Pelaksanaan

Bab ini menjelaskan metode penelitian, alat dan bahan penelitian, variabel penelitian, prosedur pembuatan pulp kulit pisang, proses penambahan *filler* cangkang telur, proses pembuatan kertas, metode pengujian gramatur dan ketebalan, serta teknik analisis data yang digunakan.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menyajikan hasil penelitian berupa data pengujian gramatur dan ketebalan kertas kulit pisang dengan variasi konsentrasi *filler* cangkang telur, serta pembahasan mengenai pengaruh penambahan *filler* terhadap karakteristik kertas yang dihasilkan berdasarkan teori dan penelitian terdahulu.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran yang dapat digunakan sebagai masukan untuk penelitian selanjutnya maupun pengembangan pemanfaatan limbah kulit pisang dan cangkang telur dalam pembuatan kertas ramah lingkungan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pemanfaatan pulp kulit pisang, kertas HVS bekas, dan *filler* CaCO_3 dari cangkang telur terhadap karakteristik kertas, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Variasi rasio pulp kulit pisang dan kertas HVS bekas memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap seluruh karakteristik kertas yang diuji, yaitu gramatur, ketebalan, kadar air, dan kuat tarik ($p < 0,05$). Semakin tinggi proporsi kertas HVS bekas, semakin tinggi nilai gramatur, ketebalan, dan kuat tarik, serta semakin rendah kadar air kertas. Hasil analisis ukuran efek (*Partial Eta Squared*) menunjukkan bahwa rasio pulp merupakan faktor yang memberikan kontribusi terbesar terhadap variasi seluruh parameter pengujian.
2. Variasi konsentrasi *filler* CaCO_3 dari cangkang telur juga memberikan pengaruh nyata terhadap gramatur, ketebalan, kadar air, dan kuat tarik ($p < 0,05$). Penambahan *filler* hingga konsentrasi 4% meningkatkan gramatur melalui peningkatan retensi partikel mineral, meningkatkan ketebalan akibat pengisian ruang antarfiber, menurunkan kadar air karena struktur lembaran menjadi lebih rapat, serta meningkatkan kuat tarik melalui perbaikan distribusi tegangan pada jaringan serat.
3. Interaksi antara rasio pulp kulit pisang dan kertas HVS bekas dengan konsentrasi *filler* CaCO_3 tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap gramatur, ketebalan, maupun kadar air ($p > 0,05$), serta tidak berpengaruh nyata terhadap kuat tarik pada taraf signifikansi 5% ($p = 0,068$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengaruh masing-masing faktor berlangsung secara independen sehingga perubahan karakteristik kertas lebih ditentukan oleh efek utama masing-masing perlakuan dibandingkan oleh kombinasi keduanya.
4. Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian, formulasi terbaik diperoleh pada rasio pulp kulit pisang:HVS bekas 10:90 dengan penambahan *filler*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

CaCO_3 sebesar 4%. Formulasi tersebut menghasilkan gramatur 429,38 g/m², ketebalan 1,081 mm, kadar air 2,72%, dan kuat tarik 2,148 MPa, sehingga menunjukkan karakteristik fisik dan mekanik terbaik dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa limbah kulit pisang, kertas HVS bekas, dan cangkang telur berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan kertas yang lebih ramah lingkungan dan mendukung penerapan konsep ekonomi sirkular.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Untuk Penelitian selanjutnya disarankan mengevaluasi konsentrasi *filler* CaCO_3 yang lebih luas, misalnya di atas 4%, untuk mengetahui batas terbaik penambahan *filler* terhadap karakteristik fisik dan mekanik kertas.
2. Karakterisasi serbuk CaCO_3 dari cangkang telur perlu dilakukan secara lebih mendalam, seperti analisis ukuran partikel, distribusi ukuran partikel, morfologi menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM), serta komposisi mineral menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) atau X-Ray Fluorescence (XRF) agar hubungan antara karakteristik *filler* dan sifat kertas dapat dijelaskan secara lebih komprehensif.
3. Penelitian selanjutnya juga disarankan mengkaji karakteristik kertas lainnya, seperti densitas, porositas, daya serap air (*Cobb value*), kehalusan permukaan (*surface roughness*), opasitas, *brightness*, indeks sobek (*tear index*), dan indeks retak (*burst index*) sehingga kualitas kertas dapat dievaluasi secara lebih menyeluruh.
4. Proses pembuatan pulp kulit pisang disarankan dapat dioptimalkan melalui variasi konsentrasi NaOH, suhu, waktu delignifikasi, maupun

metode *pulping* lainnya untuk meningkatkan kualitas serat dan memperbaiki sifat mekanik kertas yang dihasilkan.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Sayed, E. S., El-Sakhawy, M., & El-Sakhawy, M. A.-M. (2020). Non-Wood Fibers As Raw Material For Pulp And Paper Industry. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 35(2), 215–230. <https://doi.org/10.1515/Npprj-2019-0064>
- Achaw, O.-W., & Danso-Boateng, E. (2021). Pulp And Paper Technology. In O.-W. Achaw & E. Danso-Boateng, *Chemical And Process Industries* (Pp. 171–193). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-79139-1_6
- Bajpai, P. (2024). *Recycling And Deinking Of Recovered Paper*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2023-0-00941-4>
- Bajpai, P., Biermann, C. J., & Bajpai, P. (2018). *Raw Material And Pulp Making* (Third Edition). Elsevier.
- Dölle, K. (2021). In-Situ Precipitated Calcium Carbonate Paper Filler Material: A Review. *Journal Of Engineering Research And Reports*, 38–58. <https://doi.org/10.9734/Jerr/2021/V21i1117502>
- Field, A. (2024). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (6th Edition). Sage.
- Goué, E. L., Ham-Pichavant, F., Grelier, S., Remy, J., & Coma, V. (2022). Functional Chitosan–Calcium Carbonate Coatings For Enhancing Water And Fungal Resistance Of Paper Materials. *Molecules*, 27(24). <https://doi.org/10.3390/Molecules27248886>
- Hubbe, M. A., Ferrer, A., Tyagi, P., Yin, Y., Salas, C., Pal, L., & Rojas, O. J. (2017). Nanocellulose In Thin Films, Coatings, And Plies For Packaging Applications: A Review. *Bioresources*, 12(1), 2143–2233. <https://doi.org/10.15376/Biores.12.1.2143-2233>
- Hubbe, M. A., & Gill, R. A. (2016). Fillers For Papermaking: A Review Of Their Properties, Usage Practices, And Their Mechanistic Role. *Bioresources*, 11(1), 2886–2963. <https://doi.org/10.15376/Biores.11.1.2886-2963>
- Hubbe, M., Venditti, R., & Rojas, O. (2007). What Happens To Cellulosic Fibers During Papermaking And Recycling? A Review. *Bioresources*, 2.
- International Organization For Standardization. (2008). *Paper And Board—Determination Of Tensile Properties—Part 2: Constant Rate Of Elongation Method (20 Mm/Min)* (ISO Standard Nos. 1924–2). International Organization For Standardization.
- Jakob, M., Mahendran, A. R., Gindl-Altmutter, W., Bliem, P., Konnerth, J., Müller, U., & Veigel, S. (2022). The Strength And Stiffness Of Oriented Wood And



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Cellulose-Fibre Materials: A Review. *Progress In Materials Science*, 125, 100916. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2021.100916>

Kang, D. S., Han, J. S., Choi, J. S., & Seo, Y. B. (2020). Development Of Deformable Calcium Carbonate For High Filler Paper. *ACS Omega*, 5(25), 15202–15209. <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c01179>

Kumar Sarangi, P., Subudhi, S., Bhatia, L., Saha, K., Mudgil, D., Prasad Shadangi, K., Srivastava, R. K., Pattnaik, B., & Arya, R. K. (2022). Utilization Of Agricultural Waste Biomass And Recycling Toward Circular Bioeconomy. *Environmental Science And Pollution Research*, 30(4), 8526–8539. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20669-1>

Lourenço, A. F., Gamelas, J. A. F., & Ferreira, P. J. (2014). Increase Of The Filler Content In Papermaking By Using A Silica-Coated PCC Filler. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 29(2), 240–245. <https://doi.org/10.3183/Npprj-2014-29-02-P240-245>

Małachowska, E., Lipkiewicz, A., Dubowik, M., & Przybysz, P. (2023). Which Wastepaper Should Not Be Processed? *Sustainability*, 15(4), 2850. <https://doi.org/10.3390/su15042850>

Mishra, R. R., Samantaray, B., Chandra Behera, B., Pradhan, B. R., & Mohapatra, S. (2020). Process Optimization For Conversion Of Waste Banana Peels To Biobutanol By A Yeast Co-Culture Fermentation System. *Renewable Energy*, 162, 478–488. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.08.045>

Mishra, S., Prabhakar, B., Kharkar, P. S., & Pethe, A. M. (2023). Banana Peel Waste: An Emerging Cellulosic Material To Extract Nanocrystalline Cellulose. *ACS Omega*, 8(1), 1140–1145. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c06571>

Mohamad, N. A. N., & Jai, J. (2022). Response Surface Methodology For Optimization Of Cellulose Extraction From Banana Stem Using Naoh-EDTA For Pulp And Papermaking. *Heliyon*, 8(3), E09114. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.E09114>

Mohamed, G. R., Mahmoud, R. K., Shaban, M., Fahim, I. S., Abd El-Salam, H. M., & Mahmoud, H. M. (2023). Towards A Circular Economy: Valorization Of Banana Peels By Developing Bio-Composites Thermal Insulators. *Scientific Reports*, 13(1), 12756. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-37994-1>

Montgomery, D. C. (2020). *Design And Analysis Of Experiments* (Tenth Edition). Wiley.

Owuamanam, S., & Cree, D. (2020). Progress Of Bio-Calcium Carbonate Waste Eggshell And Seashell Fillers In Polymer Composites: A Review. *Journal Of Composites Science*, 4(2), 70. <https://doi.org/10.3390/jcs4020070>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pathak, P. D., Mandavgane, S. A., & Kulkarni, B. D. (2016). Valorization Of Banana Peel: A Biorefinery Approach. *Reviews In Chemical Engineering*, 32(6), 651–666. <https://doi.org/10.1515/revce-2015-0063>

Pătrăucean-Patrașcu, C.-I., Gavrilăscu, D.-A., & Gavrilăscu, M. (2025). Chemical Transformations And Papermaking Potential Of Recycled Secondary Cellulose Fibers For Circular Sustainability. *Applied Sciences*, 15(24), 13034. <https://doi.org/10.3390/app152413034>

Pivnenko, K., Eriksson, E., & Astrup, T. F. (2015). Waste Paper For Recycling: Overview And Identification Of Potentially Critical Substances. *Waste Management*, 45, 134–142. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.02.028>

Poornima, D., Puttaraju, T. D., & Gs, S. N. (2025). “ *Eco -Friendly Paper Production From Agricultural Residues: A Circular Economy Approach To Sustainable Pulping And Waste Valorization .*” 13(12), 91–101.

Ramadhany, P., Oktovani, V., & Handoko, T. (2021). *Pengaruh Kandungan Selulosa Dan Lignin Pada Pulp Kulit Pisang Kepok Dalam Pembuatan Kertas Seni.*

Shen, J., Song, Z., Qian, X., & Ni, Y. (2011). Carbohydrate-Based Fillers And Pigments For Papermaking: A Review. *Carbohydrate Polymers*, 85(1), 17–22. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.02.026>

TAPPI. (2015). *Thickness (Caliper) Of Paper, Paperboard, And Combined Board* (TAPPI Test Method T411 Om-15). Technical Association Of The Pulp And Paper Industry.

Vilarinho, I. S., Gameiro, T., Capela, M. N., Carvalheiras, J., Caetano, A. P. F., Novo, C., Novais, R. M., Seabra, M. P., & Labrincha, J. A. (2022). Review Of Recycling Alternatives For Paper Pulp Wastes. *Frontiers In Materials*, 9, 1006861. <https://doi.org/10.3389/fmats.2022.1006861>

Wathanyu, K. (2026). The Effect Of Eggshell Waste Powder On The Material Properties Of The Banana Pulp Papers. *Applied Science And Engineering Progress*, 19(2), 7954. <https://doi.org/10.14416/j.asep.2025.11.001>

Yasin, M., Gangan, S., & Panchal, S. K. (2025). Banana Peels: A Genuine Waste Or A Wonderful Opportunity? *Applied Sciences*, 15(6), 3195. <https://doi.org/10.3390/app15063195>



LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Gramatur

$$\text{gramatur}\left(\frac{g}{m^2}\right) = \frac{\text{berat}(g)}{\text{panjang}(m) \times \text{lebar}(m)}$$

$$\frac{g}{m^2} = \frac{10,45}{0,21 \times 0,148}$$

$$\frac{g}{m^2} = 336,23$$

$$\frac{g}{m^2} = \frac{0,01}{\text{panjang}(m) \times \text{lebar}(m)} \times \text{gramatur}$$

$$\frac{g}{m^2} = \frac{0,01}{0,21 \times 0,148} \times 336,23$$

$$\frac{g}{m^2} = 108,18$$

Nilai gramatur Variasi 10:90 CaCO₃ 0% Pengulangan 1 = $108,18 \frac{g}{m^2}$

Nilai gramatur Variasi 10:90 CaCO₃ 0% Pengulangan 2 = $131,16 \frac{g}{m^2}$

$$\text{Rata-rata} = \frac{108,18 + 131,16}{2} = 119,67 \frac{g}{m^2}$$

Lampiran 2. Hasil Pengujian Gramatur

Variasi (Kulit Pisang: HVS)	Pengulangan	Berat	Rata-rata Berat	Panjang (m)	Lebar (m)	Gramatur	Rata-rata Gramatur	Konversi	Rata-rata Konversi
1:9 0%	1	10,45	11,56	0,21	0,148	336,23	371,94	108,18	119,67
	2	12,67		0,21	0,148	407,66		131,16	
3:7 0%	1	9,53	9,42	0,21	0,148	306,63	302,93	98,66	97,47
	2	9,30		0,21	0,148	299,23		96,28	
5:5 0%	1	7,38	7,39	0,21	0,148	237,45	237,77	76,40	76,50
	2	7,40		0,21	0,148	238,10		76,61	
7:3 0%	1	4,40	4,41	0,21	0,148	141,57	141,89	45,55	45,65
	2	4,42		0,21	0,148	142,21		45,76	
9:1 0%	1	1,60	1,77	0,21	0,148	51,48	56,79	16,56	18,27
	2	1,93		0,21	0,148	62,10		19,98	
1:9 2%	1	12,89	12,90	0,21	0,148	414,74	414,90	133,44	133,49
	2	12,90		0,21	0,148	415,06		133,55	
3:7 2%	1	10,43	10,21	0,21	0,148	335,59	328,51	107,97	105,70
	2	9,99		0,21	0,148	321,43		103,42	
5:5 2%	1	8,01	7,71	0,21	0,148	257,72	247,91	82,92	79,76
	2	7,40		0,21	0,148	238,10		76,61	
7:3 2%	1	4,71	4,62	0,21	0,148	151,54	148,49	48,76	47,78
	2	4,52		0,21	0,148	145,43		46,79	
9:1 2%	1	2,25	2,39	0,21	0,148	72,39	76,74	23,29	24,69
	2	2,52		0,21	0,148	81,08		26,09	
1:9 4%	1	13,87	13,35	0,21	0,148	446,27	429,38	143,59	138,15
	2	12,82		0,21	0,148	412,48		132,72	
3:7 4%	1	11,58	10,91	0,21	0,148	372,59	350,87	119,88	112,89
	2	10,23		0,21	0,148	329,15		105,90	
5:5 4%	1	8,30	8,02	0,21	0,148	267,05	258,04	85,92	83,03
	2	7,74		0,21	0,148	249,03		80,13	
7:3 4%	1	5,15	4,95	0,21	0,148	165,70	159,27	53,31	51,24
	2	4,75		0,21	0,148	152,83		49,17	
9:1 4%	1	2,86	2,73	0,21	0,148	92,02	87,68	29,61	28,21
	2	2,59		0,21	0,148	83,33		26,81	

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3. Perhitungan Ketebalan

$$\text{Ketebalan(mm)} = \frac{\text{titik 1} + \text{titik 2} + \text{titik 3} + \text{titik 4} + \text{titik 5} + \text{titik 6} + \text{titik 7} + \text{titik 8} + \text{titik 9} + \text{titik 10}}{10}$$

$$\text{Ketebalan(mm)} = \frac{1,153+0,927+0,709+0,924+0,973+0,922+0,882+0,908+0,913+0,953}{10}$$

$$\text{Ketebalan(mm)} = 0,926 \text{ mm}$$

Nilai Rata rata ketebalan Rasio 10:90 dengan CaCO 0% Pengulangan 1 = 0,926 mm

Nilai Rata rata ketebalan Rasio 10:90 dengan CaCO 0% Pengulangan 2 = 0,923 mm

$$\text{Rata-rata} = \frac{0,926 \text{ mm} + 0,923 \text{ mm}}{2} = 0,925 \text{ mm}$$

Lampiran 4. Hasil Pengujian Ketebalan

Variasi (Kulit Pisang:HV S)	Pengulangan	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	Titik 6	Titik 7	Titik 8	Titik 9	Titik 10	Rata-rata Sampel	Rata-rata Perlakuan
1:9 0%	1	1,153	0,927	0,709	0,924	0,973	0,922	0,882	0,908	0,913	0,953	0,926	0,925
	2	1,284	0,882	1,069	0,989	0,883	0,848	0,867	0,884	0,670	0,854	0,923	
3:7 0%	1	0,941	0,893	0,936	0,932	0,895	0,863	0,872	0,939	0,826	0,937	0,903	0,908
	2	0,990	0,964	0,952	0,888	0,952	0,936	0,948	0,868	0,788	0,839	0,913	
5:5 0%	1	1,164	0,799	0,640	0,686	0,815	0,895	0,616	0,866	1,021	0,637	0,814	0,874
	2	1,063	1,124	1,165	0,626	0,625	0,745	0,614	0,825	1,046	1,499	0,933	
7:3 0%	1	0,273	0,325	0,401	0,382	0,505	0,504	0,379	0,415	0,598	0,368	0,415	0,409
	2	0,375	0,401	0,440	0,287	0,432	0,407	0,439	0,306	0,568	0,383	0,404	
9:1 0%	1	0,170	0,116	0,175	0,158	0,158	0,152	0,136	0,232	0,157	0,181	0,164	0,170
	2	0,219	0,239	0,077	0,146	0,136	0,273	0,238	0,170	0,123	0,137	0,176	
1:9 2%	1	0,875	0,851	0,968	0,976	0,863	0,926	0,916	0,826	1,079	1,082	0,936	0,962
	2	0,969	0,974	0,912	1,007	0,925	1,002	0,925	0,999	1,090	1,080	0,988	
3:7 2%	1	1,134	0,912	0,941	0,857	1,064	0,673	0,888	0,938	0,980	1,122	0,951	0,948
	2	0,966	0,932	0,931	0,913	1,081	1,012	0,882	0,843	0,934	0,959	0,945	
5:5 2%	1	1,279	1,090	1,038	1,008	0,406	0,519	0,901	0,850	1,052	1,353	0,950	0,896
	2	0,729	0,601	0,871	1,020	1,034	0,854	0,929	0,833	0,823	0,731	0,843	
7:3 2%	1	0,475	0,655	0,279	0,469	0,534	0,327	0,344	0,494	0,501	0,536	0,461	0,459
	2	0,391	0,478	0,437	0,419	0,319	0,482	0,408	0,384	0,578	0,663	0,456	
9:1 2%	1	0,142	0,210	0,249	0,194	0,239	0,241	0,208	0,218	0,218	0,246	0,217	0,214
	2	0,164	0,246	0,232	0,192	0,182	0,176	0,212	0,209	0,285	0,208	0,211	
1:9 4%	1	0,971	1,039	0,798	1,043	0,728	1,035	1,007	1,144	1,100	1,236	1,010	1,081
	2	1,036	1,256	0,931	1,070	1,179	1,111	1,246	0,869	1,440	1,378	1,152	
3:7 4%	1	0,942	1,063	0,986	1,099	0,914	0,976	0,936	0,981	0,940	1,052	0,989	0,984
	2	0,681	0,941	0,911	0,979	0,935	1,122	1,196	1,059	0,904	1,056	0,978	
5:5 4%	1	1,235	1,116	0,984	0,976	0,870	0,636	1,045	1,101	1,073	1,252	1,029	0,960
	2	0,829	0,781	0,871	1,101	1,033	0,878	0,670	0,706	0,975	1,062	0,891	
7:3 4%	1	0,322	0,344	0,614	0,456	0,387	0,327	0,480	0,433	0,518	0,508	0,439	0,492
	2	0,336	0,499	0,391	0,455	0,548	0,579	0,626	0,664	0,753	0,593	0,544	
9:1 4%	1	0,204	0,220	0,330	0,211	0,356	0,345	0,252	0,360	0,280	0,193	0,275	0,264
	2	0,199	0,175	0,313	0,277	0,266	0,222	0,244	0,206	0,263	0,358	0,252	



Lampiran 5. Perhitungan Kadar Air

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{berat awal}(W_1) - \text{berat akhir}(W_2)}{\text{berat awal}(W_1)} \times 100$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{0,4069 - 0,3932}{0,4069} \times 100$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = 3,366\%$$

Nilai Rata-rata kadar air Variasi 10:90 CaCO₃ 0% Pengulangan 1 Spesimen 1 = 3,366%

Nilai Rata-rata kadar air Variasi 10:90 CaCO₃ 0% Pengulangan 1 Spesimen 2 = 2,8298%,

Nilai Rata-rata kadar air Variasi 10:90 CaCO₃ 0% Pengulangan 2 Spesimen 1 = 3,4124%,

Nilai Rata-rata kadar air Variasi 10:90 CaCO₃ 0% Pengulangan 2 Spesimen 2 = 2,6961%

$$\text{Rata-rata} = \frac{3,366 + 2,8298 + 3,4124 + 2,6961}{4} = 3,0763\%$$

Lampiran 6. Hasil Pengujian Kadar Air

Variasi (Kulit Pisang:HVS)	Pengulangan	Spesimen	Berat Awal (g)	Berat Akhir / Oven (g)	Kadar Air Spesimen (%)	Rata-rata per Pengulangan (%)	Rata-rata per Variasi Filler (%)
1:9 0%	1	1	0,4069	0,3932	3,3669	3,0983	3,0763
		2	0,4382	0,4258	2,8298		
	2	1	0,6154	0,5944	3,4124	3,0542	
		2	0,5304	0,5161	2,6961		
3:7 0%	1	1	0,3819	0,3711	2,8280	2,8565	2,8842
		2	0,3986	0,3871	2,8851		
	2	1	0,5739	0,5590	2,5963	2,9118	
		2	0,5980	0,5787	3,2274		
5:5 0%	1	1	0,6303	0,6147	2,4750	2,6071	2,7397
		2	0,6060	0,5894	2,7393		
	2	1	0,4567	0,4445	2,6713	2,8722	
		2	0,3970	0,3848	3,0730		
7:3 0%	1	1	0,2368	0,2322	1,9426	1,9624	2,3092
		2	0,2472	0,2423	1,9822		
	2	1	0,2902	0,2835	2,3088	2,6560	
		2	0,3030	0,2939	3,0033		
9:1 0%	1	1	0,0971	0,0959	1,2358	1,4882	1,7460
		2	0,1264	0,1242	1,7405		
	2	1	0,1245	0,1224	1,6867	2,0038	
		2	0,0991	0,0968	2,3209		

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1:9 2%	1	1	0,6054	0,5883	2,8246	2,9148	2,8957
		2	0,4659	0,4519	3,0049		
	2	1	0,5079	0,4926	3,0124	2,8767	
		2	0,5436	0,5287	2,7410		
3:7 2%	1	1	0,6292	0,6131	2,5588	2,6391	2,7212
		2	0,5700	0,5545	2,7193		
	2	1	0,8524	0,8279	2,8742	2,8033	
		2	0,6112	0,5945	2,7323		
5:9 2%	1	1	0,4952	0,4833	2,4031	2,4453	2,4891
		2	0,4020	0,3920	2,4876		
	2	1	0,4319	0,4215	2,4080	2,5328	
		2	0,3424	0,3333	2,6577		
7:3 2%	1	1	0,3343	0,3284	1,7649	1,7737	1,7791
		2	0,3254	0,3196	1,7824		
	2	1	0,2540	0,2496	1,7323	1,7845	
		2	0,2450	0,2405	1,8367		
9:1 2%	1	1	0,1143	0,1125	1,5748	1,6555	1,5940
		2	0,1728	0,1698	1,7361		
	2	1	0,1449	0,1426	1,5873	1,5326	
		2	0,1421	0,1400	1,4778		
1:9 4%	1	1	0,5774	0,5622	2,6325	2,6764	2,7206
		2	0,5955	0,5793	2,7204		
	2	1	0,7596	0,7399	2,5935	2,7647	
		2	0,5821	0,5650	2,9359		
3:7 4%	1	1	0,4825	0,4695	2,6943	2,6158	2,6367
		2	0,6030	0,5877	2,5373		
	2	1	0,6221	0,6059	2,6041	2,6576	
		2	0,8196	0,7974	2,7111		
5:5 4%	1	1	0,5516	0,5400	2,1030	2,1482	2,1979
		2	0,5790	0,5663	2,1934		
	2	1	0,5769	0,5639	2,2534	2,2476	
		2	0,4862	0,4753	2,2419		
7:3 4%	1	1	0,4167	0,4105	1,4879	1,3721	1,4224
		2	0,3980	0,3930	1,2563		
	2	1	0,3378	0,3335	1,2729	1,4726	
		2	0,2930	0,2881	1,6724		
9:1 4%	1	1	0,1438	0,1423	1,0431	1,1694	1,2529
		2	0,1312	0,1295	1,2957		
	2	1	0,1892	0,1866	1,3742	1,3365	
		2	0,2156	0,2128	1,2987		



Lampiran 7. Perhitungan Kuat Tarik

$$A_0 = \text{Lebar} \times \text{Ketebalan}$$

$$\text{kuat tarik (MPa)} = \frac{F_{\max} \text{ (N)}}{A_0 \text{ (mm}^2\text{)}}$$

Keterangan:

σ = kuat tarik (MPa)

$F_{\max}$ = gaya tarik maksimum yang diterima spesimen (N)

A_0 = luas penampang awal spesimen (mm²)

$$A_0 = 15\text{mm} \times 0,922\text{mm}$$

$$A_0 = 13,83\text{mm}^2$$

$$\text{kuat tarik (MPa)} = \frac{22\text{N}}{13,83\text{mm}^2}$$

$$\text{kuat tarik (MPa)} = \frac{22\text{N}}{13,83\text{mm}^2}$$

$$\text{kuat tarik (MPa)} = 1,591$$

Nilai kuat tarik Variasi 10:90 CaCO₃ 0% Pengulangan 1 Spesimen 1 = 1,591

MPa, Pengulangan 1 Spesimen 2 = 1,876 MPa, Pengulangan 1 Spesimen 3 =

1,953 MPa, Pengulangan 2 Spesimen 1 = 2,126 MPa, Pengulangan 2 Spesimen 2

= 2,010 MPa, Pengulangan 2 Spesimen 3 = 1,722 MPa

$$\text{Rata-rata Kuat Tarik} = \frac{1,591 + 1,876 + 1,953 + 2,126 + 2,010 + 1,722}{6} = 1,880 \text{ MPa}$$

Lampiran 8. Hasil Pengujian Kuat Tarik

Variasi	Pengulangan	Spesimen	Lebar (mm)	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	AVG Ketebalan	Max Gaya Tarik (N)	Kuat Tarik (MPa)	AVG MPa	AVG MPA PER VARIASI
1:9 0%	1	1	15	0,875	0,882	0,918	1,026	0,907	0,922	22,0	1,591	1,807	1,880
		2	15	0,831	0,907	0,981	0,941	0,853	0,903	25,4	1,876		
		3	15	0,918	0,898	0,935	1,086	0,924	0,952	27,9	1,953		
	2	1	15	0,883	0,901	1,056	0,805	0,807	0,890	28,4	2,126	1,953	
		2	15	0,812	1,035	0,898	0,923	0,959	0,925	27,9	2,010		
		3	15	0,935	1,055	0,975	0,875	0,845	0,937	24,2	1,722		
3:7 0%	1	1	15	0,931	0,795	0,906	0,828	0,857	0,863	22,8	1,760	1,763	1,764
		2	15	0,891	0,985	0,859	0,806	0,978	0,904	23,9	1,763		
		3	15	0,831	0,825	0,801	0,871	1,256	0,917	24,3	1,767		
	2	1	15	0,981	0,873	0,914	0,870	0,847	0,897	23,8	1,769	1,765	
		2	15	0,896	0,606	0,931	0,897	0,868	0,840	21,9	1,739		
		3	15	0,909	0,908	0,844	0,906	0,852	0,884	23,7	1,788		
5:5 0%	1	1	15	1,036	0,952	1,281	0,832	0,537	0,928	23,4	1,682	1,674	1,659
		2	15	0,803	1,131	0,992	0,818	0,574	0,864	21,5	1,660		
		3	15	0,841	0,81	0,731	0,902	0,582	0,773	19,5	1,681		
	2	1	15	0,932	0,931	0,992	0,829	0,843	0,905	22,7	1,671	1,644	
		2	15	0,844	0,903	0,753	0,982	0,834	0,863	21,7	1,676		
		3	15	0,89	0,831	0,786	0,819	0,777	0,821	19,5	1,584		

Hak Cipta:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



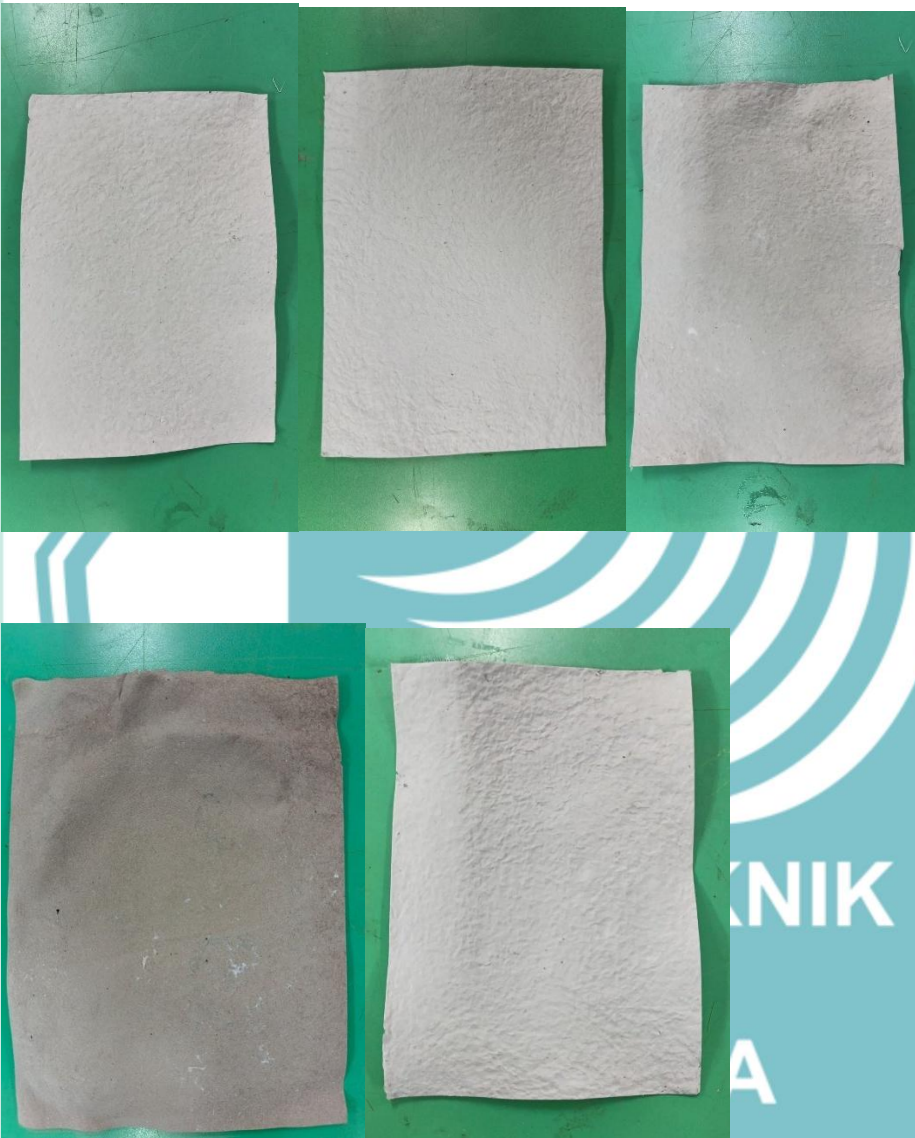
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7:3 0%	1	1	15	0,406	0,449	0,439	0,346	0,306	0,389	10,0	1,713	1,664	1,647
		2	15	0,452	0,415	0,351	0,388	0,393	0,400	9,5	1,584		
		3	15	0,383	0,435	0,341	0,378	0,449	0,397	10,1	1,695		
	2	1	15	0,331	0,436	0,275	0,338	0,376	0,351	8,5	1,614	1,631	
		2	15	0,333	0,289	0,379	0,491	0,496	0,398	10,0	1,677		
		3	15	0,451	0,392	0,388	0,441	0,451	0,425	10,2	1,602		
9:1 0%	1	1	15	0,175	0,148	0,151	0,160	0,134	0,154	3,3	1,432	1,422	1,416
		2	15	0,132	0,169	0,182	0,191	0,149	0,165	3,5	1,418		
		3	15	0,227	0,141	0,189	0,165	0,149	0,174	3,7	1,416		
	2	1	15	0,155	0,167	0,140	0,172	0,160	0,159	3,4	1,427	1,410	
		2	15	0,143	0,155	0,187	0,243	0,185	0,183	3,8	1,387		
		3	15	0,197	0,164	0,238	0,156	0,164	0,184	3,9	1,415		
1:9 2%	1	1	15	1,054	0,936	0,952	1,026	1,041	1,002	30,0	1,996	1,976	1,977
		2	15	0,829	0,988	1,033	0,966	0,97	0,957	28,0	1,950		
		3	15	0,933	0,914	0,904	1,016	0,928	0,939	27,9	1,981		
	2	1	15	0,914	0,975	0,931	0,866	0,975	0,932	27,4	1,960	1,979	
		2	15	0,999	0,953	0,855	1,022	1,001	0,966	28,8	1,988		
		3	15	0,951	1,032	0,887	0,858	0,914	0,928	27,7	1,989		
3:7 2%	1	1	15	0,917	0,894	0,941	0,905	0,893	0,910	26,9	1,971	1,859	1,829
		2	15	0,819	0,983	0,903	0,913	0,849	0,893	22,5	1,679		
		3	15	0,918	1,041	0,924	0,907	0,865	0,931	26,9	1,926		
	2	1	15	0,782	0,793	0,975	1,122	0,934	0,921	27,4	1,983	1,799	
		2	15	0,835	0,91	0,818	0,917	1,057	0,907	25,0	1,837		
		3	15	0,981	1,063	0,807	0,938	0,884	0,935	22,1	1,576		
5:5 2%	1	1	15	0,947	1,041	0,953	0,972	1,052	0,993	26,1	1,752	1,741	1,731
		2	15	1,138	0,9245	0,705	0,761	0,982	0,902	23,1	1,707		
		3	15	0,748	0,674	0,729	0,817	0,981	0,790	20,9	1,764		
	2	1	15	0,864	0,838	0,933	0,870	0,842	0,869	22,4	1,718	1,720	
		2	15	1,017	0,839	0,818	0,886	0,904	0,893	23,4	1,747		
		3	15	0,932	0,82	0,821	0,87	0,943	0,877	22,3	1,695		
7:3 2%	1	1	15	0,466	0,524	0,434	0,487	0,520	0,486	12,2	1,673	1,653	1,692
		2	15	0,371	0,357	0,382	0,494	0,49	0,431	10,5	1,625		
		3	15	0,444	0,372	0,377	0,593	0,581	0,473	11,8	1,662		
	2	1	15	0,316	0,459	0,469	0,556	0,389	0,438	11,0	1,675	1,731	
		2	15	0,406	0,374	0,415	0,324	0,401	0,384	9,4	1,632		
		3	15	0,49	0,492	0,486	0,421	0,41	0,460	13,0	1,885		
9:1 2%	1	1	15	0,137	0,251	0,225	0,173	0,241	0,205	4,6	1,493	1,463	1,463
		2	15	0,22	0,266	0,195	0,234	0,224	0,228	4,9	1,434		
		3	15	0,271	0,228	0,196	0,103	0,205	0,201	4,4	1,462		
	2	1	15	0,288	0,222	0,266	0,278	0,201	0,251	5,5	1,461	1,462	
		2	15	0,176	0,18	0,208	0,185	0,273	0,204	4,6	1,500		
		3	15	0,148	0,195	0,255	0,253	0,248	0,220	4,7	1,426		
1:9 4%	1	1	15	1,333	1,384	1,218	1,157	1,326	1,284	41,6	2,161	2,144	2,148
		2	15	1,352	1,339	1,384	1,209	1,395	0,990	31,5	2,121		
		3	15	1,214	1,292	1,366	1,376	1,323	1,314	42,4	2,151		
	2	1	15	1,369	1,250	1,155	1,143	1,026	1,189	38,0	2,131	2,152	
		2	15	1,048	1,156	1,124	1,186	1,267	1,156	37,6	2,168		
		3	15	1,232	1,004	1,224	1,385	1,476	1,264	40,9	2,157		
3:7 4%	1	1	15	1,005	0,991	1,050	0,955	0,821	0,964	26,6	1,839	1,827	1,852
		2	15	1,118	1,191	1,353	1,251	1,045	1,192	32,3	1,807		
		3	15	0,881	0,962	1,068	1,102	1,162	1,035	28,5	1,836		
	2	1	15	0,963	1,054	0,939	0,940	0,765	0,932	25,1	1,795	1,876	
		2	15	0,909	0,815	0,833	0,901	0,951	0,882	24,6	1,860		
		3	15	1,251	1,298	1,401	1,187	0,839	1,195	35,4	1,975		
5:5 4%	1	1	15	0,957	1,009	0,876	0,927	0,863	0,926	24,3	1,749	1,739	1,733
		2	15	0,801	0,630	1,047	1,109	1,073	1,020	26,1	1,706		
		3	15	0,946	0,862	0,915	0,969	0,903	0,919	24,3	1,763		
	2	1	15	0,873	1,012	0,968	0,944	0,962	0,952	24,6	1,723	1,726	
		2	15	0,986	0,821	0,975	0,877	1,012	0,934	24,4	1,741		
		3	15	0,722	0,864	1,049	1,075	0,996	0,941	24,2	1,714		
7:3 4%	1	1	15	0,478	0,461	0,534	0,634	0,594	0,540	13,5	1,666	1,649	1,703
		2	15	0,486	0,512	0,603	0,813	0,756	0,634	15,4	1,619		
		3	15	0,431	0,443	0,391	0,438	0,425	0,426	10,6	1,660		
	2	1	15	0,551	0,668	0,637	0,595	0,584	0,607	15,2	1,669	1,757	
		2	15	0,542	0,593	0,413	0,424	0,553	0,505	12,4	1,637		
		3	15	0,531	0,486	0,606	0,522	0,451	0,492	14,5	1,965		
9:1 4%	1	1	15	0,212	0,268	0,254	0,319	0,307	0,272	6,0	1,471	1,458	1,498
		2	15	0,272	0,283	0,266	0,217	0,287	0,265	5,7	1,434		
		3	15	0,281	0,293	0,303	0,254	0,274	0,281	6,2	1,471		
	2	1	15	0,226	0,243	0,235	0,223	0,302	0,246	5,4	1,465	1,538	
		2	15	0,328	0,237	0,211	0,292	0,266	0,267	6,0	1,499		
		3	15	0,253	0,237	0,229	0,246	0,287	0,250	6,2	1,651		

Lampiran 9. Hasil Pembuatan Kertas



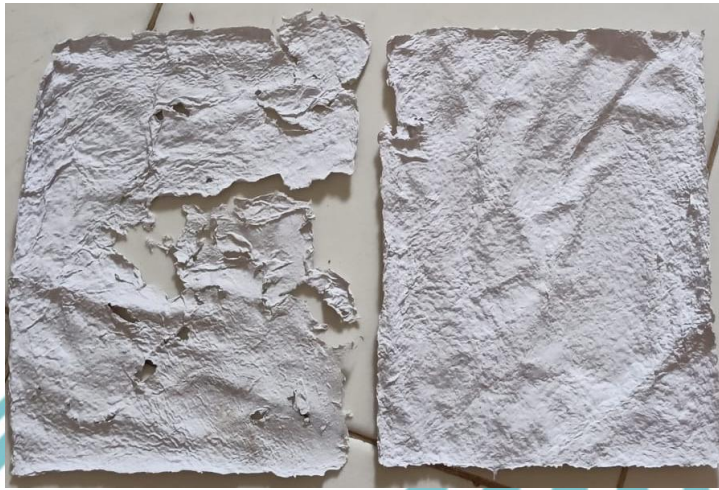
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 10. Hasil Kertas Gagal



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 11. Lembar Bimbingan Materi

KEGIATAN BIMBINGAN MATERI

TANGGAL	CATATAN BIMBINGAN	PARAF PEMBIMBING
04/02 ²⁰²⁴	Bimbingan Judul	<i>[Signature]</i>
18/02 ²⁰²⁴	Bimbingan Pemilihan Materi	<i>[Signature]</i>
02/04 ²⁰²⁴	Bimbingan Bab 1	<i>[Signature]</i>
10/04 ²⁰²⁴	Bimbingan Bab 1	<i>[Signature]</i>
01/05 ²⁰²⁴	Bimbingan Revisi Bab 1	<i>[Signature]</i>
12/05 ²⁰²⁴	Bimbingan Bab 2	<i>[Signature]</i>
21/05 ²⁰²⁴	Bimbingan Bab 3	<i>[Signature]</i>
26/05 ²⁰²⁴	Bimbingan Revisi Bab 2,3	<i>[Signature]</i>
3/06 ²⁰²⁴	Bimbingan Penulisan Jurnal dan Tesis	<i>[Signature]</i>
24/06 ²⁰²⁴	Bimbingan Bab 4	<i>[Signature]</i>
30/06 ²⁰²⁴	Revisi Bab 4,5	<i>[Signature]</i>
3/06 ²⁰²⁴	Bimbingan Finalisasi BAB 1-5	<i>[Signature]</i>



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 12. Lembar Bimbingan Teknis

KEGIATAN BIMBINGAN TEKNIS

TANGGAL	CATATAN BIMBINGAN	PARAF PEMBIMBING
03/02 ²⁰²⁴	Bimbingan Terkait Judul	
10/02	Bimbingan Latar Belakang/bab	
26/02	Bimbingan Bab 2	
05/03	Bimbingan Bab 2	
15/04	Bimbingan revisi Bab 2	
28/04	Bimbingan Bab 3	
11/04	Bimbingan Bab 3	
12/05	Revisi Bab 3,4	
30/06	Bimbingan ^{revisi bab} 4,5	

TGP-PNU

TGP-PNU



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 13. Persetujuan Mengikuti Sidang Akhir

Persetujuan Mengikuti Sidang Akhir

Yang bertanda tangan di bawah ini

1. Sahiba Sahila, M. T.
2. Heribertus Rudi Kusumantoro, S.T., M.Sc.Eng

Sebagai pembimbing mahasiswa

Nama : Kurniawan Febri Heryanto

NIM : 2206311028

Prodi : Teknologi Rekayasa Cetak dan Grafis 3 Dimensi

Menyatakan bahwasanya mahasiswa tersebut di atas telah memenuhi syarat dan siap mengikuti ujian sidang Tugas Akhir

Depok 01 Juli 2026

Pembimbing Materi  <u>Sahiba Sahila, M. T.</u> NIP. 199703102025062010	Pembimbing Teknis  <u>Heribertus Rudi Kusumantoro, S.T., M.Sc.Eng</u> NIP. 198201032010121002
--	--

Lampiran 14. Hasil Turnitin di Layanan PNJ



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



iThenticate®

Similarity Report ID: oid:3618:144736887

PAPER NAME

bab 1-4 siap di turnitin_p15-p90.pdf

AUTHOR

Kurniawan Heryanto

WORD COUNT

15539 Words

CHARACTER COUNT

98426 Characters

PAGE COUNT

76 Pages

FILE SIZE

1.5MB

SUBMISSION DATE

Jul 2, 2026 1:24 PM GMT+7

REPORT DATE

Jul 2, 2026 1:26 PM GMT+7

● 14% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 12% Internet database
- 7% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 0% Submitted Works database

● Excluded from Similarity Report

- Bibliographic material
- Quoted material

Summary



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Similarity Report ID: oid:3618:144736887

14% Overall Similarity

Top sources found in the following databases:

- 12% Internet database
- 7% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 0% Submitted Works database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	repository.ub.ac.id Internet	2%
2	repository.pnj.ac.id Internet	<1%
3	adoc.pub Internet	<1%
4	docplayer.info Internet	<1%
5	scribd.com Internet	<1%
6	id.123dok.com Internet	<1%
7	text-id.123dok.com Internet	<1%
8	Vannucci, R.. "The metasomatic record in the shallow peridotite mantle..." Crossref	<1%

Sources overview



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



iThenticate®

Similarity Report ID: oid:3618:144736887

9	pt.scribd.com	Internet	<1%
10	Giovanni Moruzzi. "Microwave, Infrared, and Laser Transitions of Meth...	Publication	<1%
11	eprints.untirta.ac.id	Internet	<1%
12	Agung Firmansyah, Nia Nuraeni Suryaman, Arifin Santosa, Ahmad Ra...	Crossref	<1%
13	repository.its.ac.id	Internet	<1%
14	repository.uinjkt.ac.id	Internet	<1%
15	Gelmez, Hasan. "Uv Isinlariyla Sertlesebilen Hibrit Kaplamaların Tribolo...	Publication	<1%
16	eprints.walisongo.ac.id	Internet	<1%
17	repository.upi.edu	Internet	<1%
18	idoc.pub	Internet	<1%
19	Reni Seprianti, Syaiful Bahri, Musafira Musafira. "PENGARUH pH PADA...	Crossref	<1%
20	neliti.com	Internet	<1%

Sources overview



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



iThenticate®

Similarity Report ID: oid:3618:144736887

21	repository.ukwk.ac.id	Internet	<1%
22	jtai.politala.ac.id	Internet	<1%
23	pdfcoffee.com	Internet	<1%
24	dspace.uui.ac.id	Internet	<1%
25	repository.stitmadani.ac.id	Internet	<1%
26	Goldesty Yolanna Ayal, Agus S. Soegoto, Greis M. Sendow. "ANALISIS...	Crossref	<1%
27	ojs.unida.ac.id	Internet	<1%
28	repository.iti.ac.id	Internet	<1%
29	Tanti Pakaya, Yoyanda Bait, Rahmiyati Kasim. "KARAKTERISTIK KEMA...	Crossref	<1%
30	es.scribd.com	Internet	<1%
31	rem.umsida.ac.id	Internet	<1%
32	slideshare.net	Internet	<1%

Sources overview



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



iThenticate®

Similarity Report ID: oid:3618:144736887

33	123dok.com	Internet	<1%
34	juris.id	Internet	<1%
35	repositori.umrah.ac.id	Internet	<1%
36	repository.unissula.ac.id	Internet	<1%
37	Nursyawal Nacing. "Profil Gelatinisasi dan Sifat Fisik Tepung Campola...	Crossref	<1%
38	Zhafirah Salma Putri, Reyna Rachma Wati, Rahma Micho Widyanto, Yo...	Crossref	<1%
39	eprints.polsri.ac.id	Internet	<1%
40	eprints.unm.ac.id	Internet	<1%
41	ml.scribd.com	Internet	<1%
42	sriwijayamediapermata.id	Internet	<1%
43	eprints.upj.ac.id	Internet	<1%
44	reflitepe08.blogspot.com	Internet	<1%

Sources overview



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



iThenticate®

Similarity Report ID: oid:3618:144736887

45	febrynaauroravalent.wordpress.com	<1%
	Internet	
46	Ida Ayu Made Shevinka Clarissa Surya, Toddy Hendrawan Yupardhi. "E...	<1%
	Crossref	
47	arifinhaka.blogspot.com	<1%
	Internet	
48	isorikampar.igiinsight.com	<1%
	Internet	
49	jurnal.feb-umi.id	<1%
	Internet	
50	repo.unr.ac.id	<1%
	Internet	
51	Dwi Annisa Fithry, Dea Lestari. "Analisis Penurunan Kadar Asam Lema...	<1%
	Crossref	
52	Patih Rinto Abadi, Muhammad Hanif. "Pengaruh Penggunaan Media Bl...	<1%
	Crossref	
53	christianthp2010.wordpress.com	<1%
	Internet	
54	jurnal.uinsu.ac.id	<1%
	Internet	
55	jurnalagros.janabadra.ac.id	<1%
	Internet	
56	repository.unej.ac.id	<1%
	Internet	

Sources overview



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



iThenticate®

Similarity Report ID: oid:3618:144736887

57	coursehero.com	Internet	<1%
58	ijophya.org	Internet	<1%
59	journal.uinsgd.ac.id	Internet	<1%
60	jrpb.unram.ac.id	Internet	<1%
61	repository.usd.ac.id	Internet	<1%
62	vdocuments.mx	Internet	<1%
63	Hayatul Ilmi, Khairuman Khairuman, Rossiana Br Ginting. "Perancanga...	Crossref	<1%
64	Putu Sukmabuana. "KANDUNGAN 226Ra, 210Pb, 210Po DAN 40K PAD...	Crossref	<1%
65	digilib.uinkhas.ac.id	Internet	<1%
66	humasfamily.blogspot.com	Internet	<1%
67	jurnalselulosa.org	Internet	<1%
68	repo.itera.ac.id	Internet	<1%

Sources overview



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



iThenticate®

Similarity Report ID: oid:3618:144736887

69	repository.polman-babel.ac.id	<1%
	Internet	
70	repository.um-surabaya.ac.id	<1%
	Internet	
71	sorotjakarta.com	<1%
	Internet	
72	zaloraadmin.wpcomstaging.com	<1%
	Internet	
73	Kathleen Isabelle Husen, Naura Dyananda Yusup, Elizabeth Tiur Manur...	<1%
	Crossref	
74	e-jurnal.iainsorong.ac.id	<1%
	Internet	
75	eprints.uny.ac.id	<1%
	Internet	
76	fliphtml5.com	<1%
	Internet	
77	id.berita.yahoo.com	<1%
	Internet	
78	id.scribd.com	<1%
	Internet	
79	jkptb.ub.ac.id	<1%
	Internet	
80	pustaka.unp.ac.id	<1%
	Internet	

Sources overview



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



iThenticate®

Similarity Report ID: oid:3618:144736887

81	tokoplas.com	<1%
	Internet	
82	Intan Poespita Windiyani, Tundjung T. Handayani, Zulkifli Zulkifli, Bam...	<1%
	Crossref	
83	Rahmi Nurdiani, Abdul Aziz Jaziri, Fitri Septa Puspita. "Karakteristik Ke...	<1%
	Crossref	
84	Ratu Adis Elviana, Tiana Fitrilia, Titi Rohmayanti. "Karakteristik Kimia d...	<1%
	Crossref	
85	Sri Mutiar, Anwar Kasim, Emriadi -, Alfi Asben. "Bark Characteristics of ...	<1%
	Crossref	
86	aldiirwinsyah.wordpress.com	<1%
	Internet	
87	blog.ub.ac.id	<1%
	Internet	
88	c31120793.blogspot.com	<1%
	Internet	
89	digilib.uinsby.ac.id	<1%
	Internet	
90	dokumen.tech	<1%
	Internet	
91	etd.repository.ugm.ac.id	<1%
	Internet	
92	garuda.kemdikbud.go.id	<1%
	Internet	

Sources overview



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



iThenticate®

Similarity Report ID: oid:3618:144736887

93	journal.artei.or.id	<1%
	Internet	
94	journal.smartpublisher.id	<1%
	Internet	
95	journal.ugm.ac.id	<1%
	Internet	
96	journal.unpar.ac.id	<1%
	Internet	
97	jurnal.untan.ac.id	<1%
	Internet	
98	lib.unnes.ac.id	<1%
	Internet	
99	peterakan.unpad.ac.id	<1%
	Internet	
100	repositori.uin-alauddin.ac.id	<1%
	Internet	
101	repository.radenintan.ac.id	<1%
	Internet	
102	repository.umsu.ac.id	<1%
	Internet	
103	repository.unhas.ac.id	<1%
	Internet	
104	repository.usu.ac.id	<1%
	Internet	

Sources overview



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



iThenticate®

Similarity Report ID: oid:3618:144736887

105	teknody.com Internet	<1%
106	Nurhidayati, Rahoyo, Dini Anggraheni, Endang Rusdianti. "Pemberday... Crossref	<1%
107	Rani Utrojah, Nila Aprila, Deddy Susanto. "Literasi Keuangan dan Keber... Crossref	<1%
108	Retno Arif Utami, Haryono Haryono, Indah Werdiningsih. "Komposisi K... Crossref	<1%
109	Afrizal Vachlepi, M.T. "PROSPEK PEMANFAATAN KAYU KARET SEBAG... Crossref	<1%
110	Benny Putra Ramadhan, Hendri Nurdin, Andre Kurniawan, Sri Rizki Putr... Crossref	<1%
111	Herlina Wati, Jaka Darma Jaya, Ema Lestari. "OPTIMASI MANISAN BU... Crossref	<1%

Sources overview



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

RIWAYAT HIDUP



Nama lengkap saya Kurniawan Febri H lahir di Jakarta pada 27 02 2003. Saya merupakan anak ke-2.

Saya memulai pendidikan formal di SDN RAGAJAYA, SMPN 2 BOJONGGEDE, SMAN 1 TAJURHALANG JURUSAN IPA dan lulus pada tahun 2021.

Pada tahun 2022, saya diterima sebagai mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Cetak Grafis dan 3D, Jurusan Teknik Grafika dan Penerbitan, Politeknik Negeri Jakarta. Selama menempuh pendidikan, saya aktif mengikuti kegiatan akademik dan praktikum yang berkaitan dengan bidang teknologi percetakan, rekayasa material, serta penelitian mengenai pemanfaatan bahan lignoselulosa sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan kertas daur ulang.

Demikian riwayat hidup ini saya buat dengan sebenarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

RISALAH PERBAIKAN SKRIPSI

Ujian Sidang Skripsi Pada Tanggal 7 Juli 2026

Nama : Kurniawan Febri Heryanto
NIM : 2206311028
Pembimbing I : Sahiba Sahila, S.T., M.T.
Pembimbing II : Heribertus Rudi K, S.T., M.Sc.Eng.
Penguji I : Rachmah Nanda Kartika, S.T., M.T.
Penguji II : Yoga Putra Pratama, S.T., M.T.

Penguji	Komentar/Saran	Jawaban Penulis	Perbaikan Pada Skripsi
Penguji I Rachmah Nanda Kartika, S.T., M.T.	Menambahkan kepala Tabel di Tabel Alat dan Bahan.	Terima kasih Bu atas masukannya. Saya akan menambahkan kepala tabel agar format penulisan lebih jelas dan konsisten.	Menambahkan kepala tabel pada Tabel Alat dan Bahan sesuai kaidah penulisan skripsi.
	Mengganti pemilihan kata formulasi optimum menjadi formulasi terbaik.	Terima kasih atas sarannya, Bu. Saya akan mengganti istilah formulasi optimum menjadi formulasi terbaik.	Mengganti seluruh istilah formulasi optimum menjadi formulasi terbaik pada naskah skripsi.
Penguji II Yoga Putra Pratama, S.T., M.T.	Memperbaiki dan menjelaskan Flowchart lebih detail dan sesuai urutan.	Terima kasih atas masukannya, Pak. Saya akan memperbaiki flowchart dengan menambahkan penjelasan pada	Merevisi flowchart penelitian sesuai urutan pelaksanaan dan menambahkan keterangan pada setiap tahapan proses.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	Mengurangi line spacing agar jarak paragraf tidak terlalu jauh	Setiap tulisan agar lebih mudah dipahami. Terima kasih Pak atas sarannya. Penulis telah menyesuaikan pengaturan line spacing dan jarak antarparagraf sehingga lebih rapi dan sesuai pedoman penulisan skripsi.	Menyesuaikan line spacing dan jarak antarparagraf sesuai pedoman penulisan skripsi.
--	--	---	---

Disetujui

Depok, 13 Juli 2026

Penguji I

Rachmah

Rachmah Nanda Kartika, S.T., M.T
NIP. 199206242019032025

Penguji II

Yoga

Yoga Putra Pratama, S.T., M.T
NIP. 199209252022031009