

**PENGARUH DERAJAT SUBSTITUSI (DS) *CATIONIC*  
*STARCH* PADA MODIFIKASI BAHAN PENGISI TERHADAP  
SIFAT KEKUATAN KERTAS TULIS CETAK**

**TUGAS AKHIR**

**MUHAMAD JAMIL INAYATULLAH**

**NIM 012.15.004**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan  
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
AGUSTUS 2019**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Muhamad Jamil Inayatullah**

**NIM : 012.15.004**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : Agustus 2019**

**Pengaruh Derajat Substitusi (DS) *Cationic Starch* pada Modifikasi  
Bahan Pengisi terhadap Sifat Kekuatan Kertas Tulis Cetak**

**TUGAS AKHIR**

**MUHAMAD JAMIL INAYATULLAH  
012.15.004**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan  
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas

Menyetujui,

Kota Deltamas, Agustus 2019

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

**Rachmawati Apriani, S.T., M.T**

NIK. 19860427201405420

**Kun Mariyatin, S.Pd., M.Si**

NIP. 195608111986032002

Mengetahui,

Sekretaris Program Studi  
Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas ITSB

**Ni Njoman Manik Susantini, S.T., M.T**

NIP. 19680908201407442

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Judul dari Tugas Akhir ini adalah **Pengaruh Derajat Substitusi (DS) *Cationic Starch* pada Modifikasi Bahan Pengisi terhadap Sifat Kekuatan Kertas Tulis Cetak**. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan, motivasi dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Nabi besar Muhammad SAW sebagai suri tauladan umat manusia dalam menjalankan kehidupan.
3. Kedua Orang Tua, Kakak dan Mbak, Adik, yang selalu memberi perhatian serta dukungan baik moril maupun materil kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Ari Darmawan Pasek, M.Sc., selaku Rektor Institut Teknologi dan Sains Bandung.
5. Bapak Dr. Asep Yunta Darma, S.T., M.T. selaku ketua Dekan Fakultas Vokasi Institut Teknologi dan Sains Bandung.
6. Bapak Dr. Ir. Gatot Ibnu Santosa, DEA., selaku Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas Institut Teknologi dan Sains Bandung.
7. Ibu Ni Njoman Manik, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas Institut Teknologi dan Sains Bandung.
8. Ibu Rachmawati Apriani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang selalu sabar, dan menyenangkan serta telah memberikan, banyak ilmu, petunjuk, dan bimbingan yang sangat bermanfaat dalam memberikan bimbingan untuk penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

9. Ibu Kun Mariyatin, S.Pd., M.Si. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan, banyak ilmu dan bimbingan yang sangat bermanfaat dalam memberikan bimbingan untuk penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Bapak Ir. Tri Prijadi Basuki selaku dosen yang telah banyak memberikan saran, masukan, pengarahan, dan ide-ide baru yang dapat diterapkan oleh penulis selama penelitian tugas akhir dan penyelesaian laporan tugas akhir.
11. Seluruh staf dosen pengajar Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas ITSB yang telah mengajarkan ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis.
12. HR *People Development* PT Pindo Deli Pulp and Paper Mills yang telah membantu penulis untuk bisa melaksanakan penelitian tugas akhir.
13. Bapak Papua Yuniarto selaku *section Head QC & Lab PPC & Base Paper*.
14. Bapak irfan, kak Agung, serta semua staff QC laboratorium Pindo Deli 2.
15. Kamilia Mufidah, Yogie Junwari, Dhimas Giri Santosa, Daysi Antika Sriwendari, Sartika Dewi, Terimakasih atas waktu, perhatian dan kepeduliannya kepada penulis selama pelaksanaan penelitian tugas akhir dan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
16. Teman-teman seperjuangan TPP ITSB 2015 atas kebersamaan dan bantuan yang tergabung dalam IMPAS-ITSB.
17. Teman-teman yang tergabung dalam Ikatan Mahasiswa Pulp dan Kertas IMPAS-ITSB yang selalu memberikan doa, dukungan dan semangat kepada penulis.
18. Seluruh teman-teman kontrakan Catania C11 yang selalu berbagi suka dan duka dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
19. Semua pihak yang telah memberikan bantuannya baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, baik dalam penulisan maupun penyajiannya, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan ilmu dan berkah yang bermanfaat baik untuk penulis ataupun semua pihak yang memerlukan dan membacanya. Amin.

Kota Deltamas, Agustus 2019

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Jamil Inayatullah  
NIM : 012.15.004  
Program Studi : Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas  
Fakultas : Vokasi  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Pengaruh Derajat Substitusi (DS) *Cationic Starch* pada Modifikasi Bahan Pengisi terhadap Sifat Kekuatan Kertas Tulis Cetak**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kota Deltamas  
Pada tanggal : Agustus 2019  
Yang menyatakan

(Muhamad Jamil Inayatullah)



## **DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
<u>KATA PENGANTAR.....</u>	<u>iv</u>
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
<u>DAFTAR ISI.....</u>	<u>x</u>
<u>DAFTAR TABEL.....</u>	<u>xii</u>
<u>DAFTAR GAMBAR.....</u>	<u>xiii</u>
<u>DAFTAR LAMPIRAN.....</u>	<u>xiv</u>

<b>BAB 1</b>	<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
	1.1 Latar Belakang.....	2
	1.1.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	2
	19.2 ..... san Masalah.....	Rumu 3
	19.3 ..... n Penelitian.....	Tujua 3
	19.4 ..... at Penelitian.....	Manfa 3
	19.5 ..... sis.....	Hipote 4
	19.6 ..... Lingkup Penelitian.....	Ruang 4
	19.7 ..... atika Penulisan.....	Sistem 5
<b>BAB 2</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
	21 Pengertian Kertas	6
	22 Bahan Baku Kertas	6
	2.2.1 <i>Virgin Pulp</i>	7
	a. <i>Hardwood Pulp</i> .....	7
	b. <i>Softwood Pulp</i> .....	7
	2.2.2 <i>Waste Paper</i> (kertas bekas).....	7
	23 Pembuatan Kertas	8
	2.3.1 <i>Stock Preparation</i> (Penyediaan <i>Stock</i> ).....	8
	2.3.2 Pembentukan Lembaran Kertas ( <i>Sheet Forming</i> )....	9
	24 <i>cationic starch</i>	10
	2.4.1 Jenis <i>Cationic Stach</i>	11
	2.4.2 DS ( <i>degree of substitution</i> ).....	13
	25 Bahan Pengisi	14
	26 Modifikasi Bahan Pengisi.....	15
	27 Sifat Kekuatan Kertas.....	18
	2.7.1 <i>Tear Strength</i>	18
	2.7.2 <i>Tensile Strength</i> .....	18
	2.7.3 <i>Internal Bonding</i> .....	18
	2.7.4 <i>Ash Content</i> .....	19

<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>20</b>
	3.1 Metode Pengumpulan Data.....	20
	3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	21
	3.2.1 Alat Penelitian	21
	3.2.2 Bahan Penelitian	22
	3.3 Rancangan Penelitian.....	22
	3.3.1 Variabel Penelitian	23
	3.3.2 Diagram Alir Penelitian	25
	3.3.3 Deskripsi Proses	26
	3.3.3.1 Tahap Persiapan	26
	3.3.3.2 Tahap Pelaksanaan	28
	3.3.3.3 Tahap Pengujian	31
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>37</b>
	4.1 Hasil Analisis <i>Cationic Starch</i> .....	37
	4.1.1 Analisis <i>Cationic starch</i> Setelah Pemasakan.....	37
	4.2 Hasil Pengujian Solid Content Bahan Kimia.....	38
	4.3 Pengujian Stock	39
	4.3.1 Pengujian Konsistensi Stock dan freeness.....	39
	4.4 Pengujian <i>Wet End Properties</i> .....	40
	4.4.1 Pengujian Muatan pada Modifikasi <i>Filler</i> .....	40
	4.4.2 Hasil Pengujian Muatan pada <i>stock</i> Buburan.....	41
	4.4.3 Hasil Pengujian <i>Drainage</i>	43
	4.4.4 Hasil Pengujian <i>Turbidity</i>	46
	4.5 Pengujian <i>Handsheet</i> .....	50
	4.5.1 <i>Tensile Strength</i> (ketahanan Tarik).....	50
	4.5.2 <i>Tear Index</i> (ketahan sobek).....	55
	4.5.3 Pengujian <i>Internal Bonding</i> .....	58
	4.5.4 Pengujian <i>Ash Content</i> .....	63
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN &amp; SARAN.....</b>	<b>67</b>
	5.1 Kesimpulan	67
	5.2 Saran	68
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>69</b>

## DAFTAR TABEL

Table 3.1 variabel yang digunakan.....	23
Tabel 3.2 Design of Experiment (DOE) penelitian.....	24
Tabel 3.3 Perhitungan Komposisi Bahan Skala Lab.....	28
Tabel 4.1 Spesifikasi <i>Cationic Starch</i> .....	37
Tabel 4.2 Hasil Uji <i>Cationic starch</i> Setelah Pemasakan.....	38
Tabel 4.3 Hasil Pengujian <i>Solid Content</i> Bahan Kimia.....	38
Tabel 4.4 Hasil pengujian konsistensi.....	39
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Freeness.....	39
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Muatan pada Modifikasi <i>Filler</i> .....	40
Tabel 4.7 Hasil pengujian Muatan.....	42
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Drainage <i>filler 22%</i> .....	44
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Drainage <i>filler 25%</i> .....	44
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Turbidity ( <i>filler 22%</i> ).....	47
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Turbidity <i>filler 25%</i> .....	47
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Tensile Index.....	51
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Tear Index.....	55
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Internal Bonding.....	59
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Ash Content.....	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>polymeric structure of starch</i> .....	12
Gambar 2.2 struktur <i>cationic starch</i> .....	12
Gambar 2.3 skematik modifikasi <i>filler</i> .....	17
Gambar 3.1 diagram alir penelitian.....	25
Gambar 4.1 grafik <i>particle charge demand</i> .....	43
Gambar 4.2 grafik <i>drainage filler 22%</i> .....	45
Gambar 4.3 grafik <i>drainage filler 25%</i> .....	45
Gambar 4.4 grafik <i>turbidity filler 22%</i> .....	48
Gambar 4.5 grafik <i>turbidity filler 25%</i> .....	49
Gambar 4.6 grafik <i>tensile strength filler 22%</i> .....	52
Gambar 4.7 grafik <i>tensile strength filler 25%</i> .....	53
Gambar 4.8 grafik <i>tear strength filler 22%</i> .....	56
Gambar 4.9 grafik <i>tear strength filler 25%</i> .....	57
Gambar 4.10 grafik <i>internal bond filler 22%</i> .....	60
Gambar 4.11 grafik <i>internal bond filler 25%</i> .....	61
Gambar 4.12 grafik <i>ash content filler 22%</i> .....	64
Gambar 4.13 grafik <i>ash content filler 25%</i> .....	65

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Langkah Pengujian

Lampiran 2 : Gambar Proses Pembuatan Modifikasi Filler

Lampiran 3 : Tabel Koreksi Nilai Freeness