

TESIS
SIMULASI PROSES DELIGNIFIKASI PADA
DIGESTER DENGAN CFD ANSYS FLUENT 19.2
(INLET WHITE LIQUOR SESUAI DESAIN AKTUAL)

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan
Gelar Magister Teknik (M.T.) Pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**



ZEOLITA PRABU PUTRI
03012681822010

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021

HALAMAN PENGESAHAN

SIMULASI PROSES DELIGNIFIKASI PADA DIGESTER DENGAN CFD ANSYS FLUENT 19.2 (INLET WHITE LIQUOR SESUAI DESAIN AKTUAL)

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan
Garla Magister Teknik (M.T.) Pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Palembang, Agustus 2021
Menyetujui,
Pembimbing I

Novia, S.T., M.T, Ph.D.
NIP. 197311052000032003

Pembimbing II

Dr. Fitri Hadiyah, S.T., M.T.
NIP. 197808222002122001

Mengetahui,



Prof. Dr. Eng. Jr. H. Joni Arliansyah, M.T.
NIP. 19670615 199512 1002

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T.
NIP. 19750201 200012 2001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis berupa Laporan Tesis ini dengan judul “Simulasi proses delignifikasi pada digester dengan cfd ansys fluent 19.2 (*inlet white liquor* sesuai desain aktual)” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada 2 Agustus 2021.

Palembang, 02 Agustus 2021

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Laporan Tesis

Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA
NIP. 19561024 198103 2 001

()

Anggota :

2. Dr. Ir. Hj Susila Arita, DEA
NIP. 19601011 198503 2 002
3. Elda Melwita, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19750511 200012 2 001
4. Dr. David Bahrin, S.T., M.T.
NIP. 19801031 200501 1 003

()

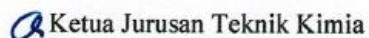
()

()

Mengetahui,



Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M. T.
NIP. 19670615 199512 1002

 Ketua Jurusan Teknik Kimia


Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T.
NIP. 19750201 200012 2001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Zeolita Prabu Putri
NIM : 03012681822010
Judul : Simulasi proses delignifikasi pada digester dengan cfd ansys fluent 19.2 (*inlet white liquor* sesuai desain aktual)

Menyatakan bahwa Laporan Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Laporan Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 02 Agustus 2021

Zeolita Prabu Putri

NIM. 03012681822010

RINGKASAN

SIMULASI PROSES DELIGNIFIKASI PADA DIGESTER DENGAN CFD
ANSYS FLUENT 19.2 (INLET WHITE LIQUOR SESUAI DESAIN AKTUAL)
Karya tulis ilmiah berupa Tesis, Agustus 2021

Zeolita Prabu Putri, Dibimbing oleh Novia, S.T., M.T., Ph.D dan Dr. Fitri Hadiah S.T., M.T.

SIMULASI PROSES DELIGNIFIKASI PADA DIGESTER DENGAN CFD
ANSYS FLUENT 19.2 (INLET WHITE LIQUOR SESUAI DESAIN AKTUAL)

XCVII+ 97 halaman, 7 Tabel, 23 Gambar, 3 lampiran

RINGKASAN

Berdasarkan data pabrik pulp pada Oktober 2020, total rata-rata kandungan lignin dalam digester sekitar 20,5%. Jumlah lignin yang tinggi selama proses pulping ini disebabkan oleh ketidakseragaman pencampuran antara white liquor dan lignin. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan proses delignifikasi pada digester dengan dua saluran masuk white liquor menggunakan CFD Ansys 19.2. Berbagai konsentrasi NaOH (16%-22%) dan suhu operasi (151°C-160°C) juga diselidiki. Hasil simulasi menggunakan CFD Ansys Fluent 19.2 menunjukkan kondisi optimum sisa lignin sebesar 16,7% diperoleh pada NaOH 14 gL⁻¹ dan suhu 151°C yang lebih rendah dari data sebenarnya (20,7%). Data yang diperoleh dari hasil simulasi dapat digunakan untuk menganalisis beberapa aspek seperti fraksi massa masing-masing senyawa, distribusi suhu, profil kecepatan, dan vektor. Simulasi CFD dapat digunakan oleh peneliti sebagai panduan untuk percobaan.

Kata Kunci: Ansys Fluent 19.2, Delignifikasi, Digester, Lignin

Kepustakaan:

SUMMARY

SIMULATION OF DELIGNIFICATION PROCESS IN DIGESTER WITH TWO INLETS WHITE LIQUOR USING CFD ANSYS 19.2

Scientific paper in the form of Tesis, August , 2020

Zeolita Prabu Putri, Dibimbing oleh Novia, S.T., M.T., Ph.D dan Dr. Fitri Hadiah S.T., M.T.

SIMULATION OF DELIGNIFICATION PROCESS IN DIGESTER WITH TWO INLETS WHITE LIQUOR USING CFD ANSYS 19.2 FOR PREDICTING LIGNIN RESIDUE

XCVII+ 97 halaman, 7 Tabel, 23 Gambar, 3 lampiran

SUMMARY

Based on the pulp refinery data on October 2020, the total average of lignin content in the digester was about 20.5%. This high amount of lignin during the pulping process was due to the non-uniformity mixing between white liquor and lignin. Therefore, the objective of this research was to simulate delignification process in digester with two inlets white liquor using CFD Ansys 19.2. The various NaOH concentrations (16%-22%) and operating temperatures (151°C-160°C) were also investigated. The simulation results using CFD Ansys Fluent 19.2 showed the optimum condition of the remaining lignin of 16.7% obtained at NaOH 14 gL⁻¹ and the temperature of 151°C, which was lower than the actual data (20.7%). Data obtained from the simulation results can be used to analyze several aspects such as mass fraction of each compound, temperature distributions, velocity profile, and vector. CFD simulations can be used by researchers as a guide for experiment.

Keywords : Ansys Fluent 19.2, Delignification, Digester, Lignin

Citations:

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Penulis ucapkan ke Hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat limpahan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun laporan tesis ini. Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi jumlah residu lignin dengan mensimulasikan digester dengan desain dua *inlet white liquor* di bagian atas kanan dan kiri digester menggunakan Simulasi CFD (Ansys Fluent 19.2). Tujuan penulisan tesis untuk memperoleh gelar magister teknik di bidang program studi Teknik Kimia BKU Teknologi Lingkungan Program pascasarjana Fakultas Teknik Unsri.

Penulis menyadari bahwa tesis ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis berterimakasih kepada semua pihak baik keluarga, kerabat, maupun teman yang secara langsung dan tidak langsung memberikan kontribusi dalam penyelesaian tesis ini. Secara khusus pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada pembimbing I Ibu Novia, S.T., M.T., Ph.D dan pembimbing kedua Ibu Dr. Fitri Hadiah, S.T., M.T. sebagai pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan tesis selama ini dari awal hingga tesis ini dapat diselesaikan.

Kiranya penulis berharap tesis ini mudah-mudahan dapat memberi sumbangsih bagi pendidikan yang selalu menghadapi tantangan seiring dengan tuntutan zaman. Penulis juga menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari bentuk penyusunan maupun materinya. Kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan untuk penyempurnaan penelitian selanjutnya. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat kepada kita semua.

Palembang, Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHANii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN.....	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
BAB I PENDAHULUAN	4
1.1. Latar Belakang	4
1.1. Perumusan Masalah	5
1.1. Tujuan Penelitian	6
1.2. Manfaat Penelitian	6
1.3. Ruang Lingkup.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Digester	8
2.1.1. Bagian - bagian Digester (Biermann, 1996)	8
2.1.2. Model Digester Lainnya.....	9
2.1.3. Reaksi Pulping yang Terjadi Dalam Pemasakan <i>Kraft</i>	10
2.2. Kayu Akasia	11
2.2.1. Lignin	12
2.2.2. Hemiselulosa.....	13
2.2.3. Selulosa	13

2.2.4. Biomassa	14
2.3. Optimasi	14
2.4. Computational Fluid Dynamics (CFD).....	14
2.4.1. Tahapan - Tahapan Proses CFD	15
2.4.2. Persamaan dalam Proses Delignifikasi	15
2.4.3. Turbulensi	17
2.5. Penelitian Terdahulu	17
BAB 3 METODELOGI PENELITIAN.....	19
3.1. Waktu dan Tempat	19
3.2. Variabel Penelitian	19
3.3. Peralatan dan Bahan Penelitian.....	10
3.4. Prosedur Penelitian Secara Aktual di Pabrik	21
3.5. Prosedur Penelitian Dengan Pemodelan CFD <i>Ansys Fluent 19.2</i>	22
3.6. Pemodelan Digester Pulp	24
3.7. Pengujian Validasi Antara Hasil Simulasi Terhadap Data Aktual.....	24
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1. Kadar Lignin Hasil Simulasi CFD Ansys Fluent 19.2.....	26
4.2. Validasi Data Hasil Simulasi Dengan Data Aktual.....	37
4.3. Analisa Kontur Hasil Simulasi CFD Ansys Fluent 19.2.....	32
BAB 5 KESIMPULAN DAN TINDAK LANJUT	39
5.1. Kesimpulan	39
5.2. Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Digester Single Vessel (Savelin dkk., 2014).....	5
Gambar 2. 2	Reaksi Peeling Mengurangi Karbohidrat dengan Memutuskan dan Melarutkan Unit Rantai Terakhir (Monica Ek, Göran Gellerstedt, 1993)	7
Gambar 2. 3	Peta Sebaran Produksi Pulp Indonesia.....	8
Gambar 2. 4	Struktur Kimia dari Lignin Monomer dan Motif Ikatan Lignin yang Membangun Lignin Heteropolimer pada Tanaman (Ishak dkk., 2019).	10
Gambar 2. 5	Struktur kimia dari Hemiselulosa (Yakoyama & Yukihiko, 2008) 10	
Gambar 2. 6	Volume terkecil kontak antara padatan dan liquid (Kayihan dkk.,1996)	12
Gambar 3. 1	Diagram Alir Proses Pemasakan Pulp Pada Digester	17
Gambar 3. 2	Geometri Digester Pemasakan Pulp pada Ansys Fluent 19.2	18
Gambar 3. 3	Kondisi Batas Digester Pemasakan Pulp Pada Ansys Fluent 19.2	18
Gambar 3. 4	Algoritma Pemodelan Digester	22
Gambar 4. 1	Proses Iterasi Menggunakan Simulasi CFD Ansys Fluent 19.2 menunjukkan Proses Iterasi sampai Dihasilkan Konvergensi	25
Gambar 4. 2	Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap kadar Lignin (%) hasil aktual dan simulasi pada Temperatur 151°C	25
Gambar 4. 3	Grafik Sisa Lignin (%) dengan Berbagai Konsentrasi NaOH pada Temperatur 152°C	27
Gambar 4. 4	Grafik Sisa Lignin (%) dengan Berbagai Konsentrasi NaOH pada Suhu 153°C	28
Gambar 4. 5	Grafik Sisa Lignin (%) dengan Berbagai Konsentrasi NaOH pada Temperatur 154°C	28
Gambar 4. 6	Grafik Sisa Lignin (%) dengan Berbagai Temperatur pada Konsentrasi NaOH 14 gL ⁻¹	29
Gambar 4. 7	Kontur Mass fraction Lignin dengan simulasi CFD Ansys 19.2 C NaOH 14 gL ⁻¹ ; T 100°C, NaOH 12 gL ⁻¹ ; T 151°C, NaOH 22 gL ⁻¹ ; T 152°C.....	30

Gambar 4. 8 Kontur Mass fraction NaOH dengan simulasi CFD Ansys 19.2 C NaOH 14 gL ⁻¹ , T 100°C, C NaOH 12 gL ⁻¹ , T 151°C, C NaOH 22 gL ⁻¹ , T 152°C.....	31
Gambar 4. 9 Kontur Mass fraction Na-Lignat dengan simulasi CFD Ansys 19.2 C NaOH 14 gL ⁻¹ , T 154°C, C NaOH 20 gL ⁻¹ , T 153°C, C NaOH 22 gL ⁻¹ , T 152°C.....	32
Gambar 4. 10 Kontur Mass fraction Air dengan Simulasi CFD Ansys 19.2 C NaOH 14 gL ⁻¹ , T 100°C, C NaOH 12 gL ⁻¹ , T 151°C, C NaOH 22 gL ⁻¹ , T 152°C.....	33
Gambar 4. 11 Kontur Mass fraction Air dengan Simulasi CFD Ansys 19.2 C NaOH 14 gL ⁻¹ , T 100°C, C NaOH 12 gL ⁻¹ , T 151°C, C NaOH 22 gL ⁻¹ , T 152°C.....	33
Gambar 4. 12 Kontur Kecepatan dengan Simulasi CFD Ansys 19.2 C NaOH 14 gL ⁻¹ , T 100°C, C NaOH 12 gL ⁻¹ , T 151°C, C NaOH 22 gL ⁻¹ , T 152°C.....	34
Gambar 4. 13 Vektor Kecepatan dengan Simulasi CFD Ansys Fluent pada C NaOH 20 gL ⁻¹ ; T: 153°C	35
Gambar 4. 14 Mass fraction Reaktan dan Produk Disepanjang Digester Hasil Simulasi CFD Ansys Fluent 19.2.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kerapatan Kayu Akasia Mangium (Arsad, 2011).....	9
Tabel 2. 2 Turunan Serat Akasia Crassicarpa (Sunarti dkk., 2016).....	9
Tabel 2. 3 Komposisi biomassa (%) (Yakoyama & Yukihiko, 2008)	11
Tabel 4. 1 Kadar Lignin sebagai Hasil Analisa Simulasi CFD Ansys 19.2.....	23
Tabel 4. 2 Kadar lignin sebagai Hasil Aktual Operasional Pabrik	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I. *Precondition Parameter Monitoring Fiberline # 2*

Lampiran II. Daily Analysis Report Pulp Plant *Okttober 2020*

Lampiran III. Penelitian Terdahulu

Lampiran IV. Hasil Simulasi pada Ansys

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

ADT	<i>Air Dry Ton</i>
APKI	Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia
CFD	<i>Computational Fluid Dynamic</i>
DP	<i>Differential Pressure</i>
ERT	<i>Electrical Resistance Tomography</i>

DAFTAR SIMBOL

ρ	Densitas	(kg/m ³ , lb _m /ft ³)
t	Waktu	(s)
v	Kecepatan	(m/s, ft/s)
\vec{v}	Vektor kecepatan rata-rata	(m/s, ft/s)
$\bar{\tau}$	Stress tensor	(Pa, lb _f /ft ²)
\vec{g}	Percepatan gravitasi; nilai standar	(m/s ² / 9,80665 m/s ²)
\vec{F}	Vektor gaya	(N, lb _f)
μ	Viskositas dinamis	(cP, Pa-s, lb _m /ft ² /s)
E	Energi total, energi aktivasi	(J, kJ, cal, Btu)
h	Entalpi spesies	
J	Fluks massa, fluks difusi	(kg/m ² -s, lb _m /ft ² -s)
k	Energi kinetic per unit massa	(J/kg, Btu/lb _m)
σ	Turbulent Prandtl number	
ε	Laju disipasi turbulen	(m ² /s ³ , ft ² /s ³)
$k_{f,r}$	Laju reaksi konstan, contohnya 50%, tergantung pada nilai p	k ₁ , k ₋₁ , k _{f, r} , k _{b, r} (variasi satuan)
T	Temperatur	(K, °C, °R, °F)
K	Bilangan kappa	
f	Faktor koreksi ke konsumsi permanganat	
∂f	Perubahan komponen aliaran	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Asosiasi *Pulp* dan Kertas Indonesia menginformasikan bahwa sepanjang tahun 2020 produksi *pulp* yang ada di Indonesia menghasilkan 7,4 juta ton per tahun dan untuk kertas memproduksi 13,3 juta ton per tahun. APKI menilai produksi pulp ini masih akan bertumbuh 1,85% pada 2021. Hal ini dikarenakan meningkatnya permintaan global dan domestik.

Proses *kraft* memiliki beberapa keunggulan, diantaranya karena senyawa Na_2S menghasilkan ion SH^- , sehingga proses pembuatannya lebih kuat dan cepat yang berfungsi sebagai pelindung dan katalis. Lalu berikutnya adalah kandungan kulit lebih toleran terhadap proses *kraft*, karena kulit yang terbawa akan ikut terproses, sehingga tidak memberikan efek yang besar terhadap hasilnya. Ketiga, pada proses *kraft* menghasilkan *yield* sebesar 40% sampai dengan 50% (Paryono, 2016).

Salah satu perusahaan penghasil pulp di Indonesia memproduksi pulp sebesar 8.630 *air dry ton* (ADT) per hari. Perusahaan ini menggunakan *digestor* dengan sistem *compact cooking G2* proses *kraft* secara kontinyu dan impregnasi terjadi pada suhu rendah. Bahan dasarnya adalah kayu akasia jenis *crassicarpa* dan *mangium*. Di dalam proses impregnasi suhu meningkat $5^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}$ karena terjadi panas reaksi. Hal ini dikarenakan laju reaksi kimia meningkat dengan kenaikan temperatur. Dengan melakukan impregnasi pada temperatur rendah, reaksi kimia memiliki waktu untuk berdifusi ke *chip* sebelum habis, yang menjaga impregnasi homogen dan mengurangi *reject*. Dengan temperatur yang rendah tersebut juga dapat meminimalkan pengurangan hemiselulosa dan memberikan hasil pemasakan yang lebih baik.

Sistem *Compact Cooking G2* dapat mengoptimalkan konsentrasi ion natrium hidroksida dan natrium sulfida selama pemasakan. Dengan menambahkan *white liquor* ke *impbin* yang mengandung ion natrium hidroksida dan natrium ulfida. Kondisi asam dari kayu dinetralkan dengan cepat dan kondisi alkali juga cepat

diperoleh. Hal paling penting adalah ion natrium sulfida akan masuk kedalam kayu ketika kayu terendam *white liquor*. Sehingga selama pemasakan, dimana tahap awal impregnasi *white liquor* lebih mudah menghasilkan kondisi sulfida alkali yang diinginkan.

Deskripsi proses pemasakan *digester G2* ini secara garis besar memiliki 3 tahapan yaitu tahap *degassing*, impregnasi, dan pemasakan. Namun, pada penelitian ini hanya fokus pada tahap pemasakan dalam *digester*. Pada kondisi aktual, parameter dari proses pemasakan pulp (*kappa number*, viskositas, *brightness blow line*, dan *sodaloss blow line*) dianalisa sesuai standar dengan nilai kontrol yang juga sudah sesuai standar.

Masuknya *feed lignin* bersama dengan *feed white liquor* dalam satu *inlet* yaitu dari bagian atas digester menghasilkan hasil analisa yang kurang baik yaitu masih terjadinya ketidakseragaman proses pengikatan antara *white liquor/NaOH* dengan lignin pada digester . Dari hasil penelitian sebelumnya ini, terlihat bahwa kontur *mass fraction Na-Lignat* tertinggi banyak terbentuk pada sisi samping digester. Hal ini mengindikasikan bahwa zona Na-Lignat yang terbentuk pada proses delignifikasi di digester masih tidak seragam. Pembentukan Natrium lignat lebih banyak terjadi di bagian pinggir atau sisi samping digester (di posisi alat ERT) daripada di bagian tengah digester.

Sementara pada proses delignifikasi aktual di industri juga terjadi fluktuasi karena operator tidak memperhatikan dosis penggunaan *white liquor* serta temperatur yang tepat sesuai standar. Oleh karena itu, pada penelitian ini posisi *inlet white liquor* disesuaikan dengan desain aktual yaitu dari bagian samping kanan dan kiri digester. Pada studi kali ini, peneliti menggunakan posisi *inlet feed lignin* dari bagian atas digester sedangkan *inlet feed white liquor* pada digester sesuai data desain aktual yaitu dari samping kanan dan kiri digester.

1.1. Perumusan Masalah

- 1) Bagaimana proses delignifikasi dengan *inlet feed lignin* dari bagian atas dan *inlet feed white liquor* di bagian samping kanan dan kiri digester sesuai data desain aktual dengan menggunakan *software CFD Ansys Fluent 19.2* dan validasi antara hasil simulasi terhadap data aktual industri.Bagaimana hasil

simulasi menggunakan CFD Ansys Fluent sisa lignin yang tersisa dengan penggunaan dosis konsentrasi dan temperatur optimum.

- 2) Bagaimana pengaruh temperatur terhadap kadar lignin di dalam digester.
- 3) Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi *white liquor* (NaOH) terhadap lignin setelah proses kraft di dalam digester.

1.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah:

- 1) Mengetahui dan mengevaluasi proses delignifikasi dengan *inlet feed* lignin dari bagian atas dan *inlet feed white liquor* di bagian samping kanan dan kiri digester sesuai data desain aktual dengan menggunakan *software* CFD Ansys Fluent 19.2 dan hasilnya divalidasi berdasarkan data aktual industri.
- 2) Mengetahui hasil simulasi menggunakan CFD Ansys Fluent sisa lignin yang tersisa dengan penggunaan dosis konsentrasi dan temperatur optimum.
- 3) Mengetahui pengaruh temperatur terhadap kadar lignin di dalam digester.
- 4) Menganalisa pengaruh variasi konsentrasi *white liquor* (NaOH) terhadap lignin setelah proses kraft di dalam digester.

1.2. Manfaat Penelitian

Dengan terlaksananya penelitian akan memberikan beberapa informasi dalam memisahkan lignin dari selulosa secara optimal dengan simulasi *inlet white liquor* sesuai disain yang sebenarnya. Penelitian juga diharapkan dapat mengefisiensi penggunaan *white liquor* atau bahan kimia, sehingga proses delignifikasi pulp menjadi lebih ramah lingkungan. Penelitian dapat juga dijadikan bahan referensi untuk penelitian berikutnya dan acuan pembelajaran untuk pembuatan pulp menggunakan reaktor sistem *compact* generasi berikutnya.

1.3. Ruang Lingkup

Batasan dilaksanakannya penelitian ini adalah:

- 1) Penelitian menggunakan program CFD Ansys Fluent 19.2. untuk mensimulasi digester saat proses pemasakan pulp.
- 1) Bahan baku pembuatan pulp tersebut berasal dari kayu akasia *crasicarpa* dan akasia *mangium*. Larutan yang digunakan untuk memasak pulp atau *white liquor* di dalam digester adalah Sodium Hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi (14, 16, 18, 20, 22) gL⁻¹.

- 2) Digester memiliki temperatur yang variatif antara *top*, *middle*, dan *bottom*.
- 3) Range temperatur digester yang bervariasi antara 100°C hingga 160 °C mengikuti hasil penelitian sebelumnya (Sudrajat dkk., 2020).

Daftar Pustaka

- Amrizal, Ahmad, A., & Bahruddin. (2016). Optimasi Proses Pemutihan Acacia Kraft Pulp dengan Proses Biobleaching Sebelum Chemical Bleaching Untuk Mengurangi Pemakaian Bahan Kimia. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 15(1).
- Biermann, C. J. (1996). *Handbook of Pulping and Papermaking* (2nd ed.). Academic Press.
- Ishak, N., Sari, A., Kassim, M., Aripin, A. M., Sharifah, M., & Oluwatosin, A. F. (2019). *A Review on Lignin and Biodelignification*. 41–72.
- Kayihan, F., Gelormino, M. S., Hanczye, E. M., Doyle, F. J., & Arkun, Y. (1996). A Kamyr Continuous Digester Model for Identification and Controller Design. *IFAC Proceedings Volumes*, 29(1), 5835–5840.
- Lismeri, L., Darni, Y., Sanjaya, M. D., & Immadudin, M. I. (2019). Pengaruh Suhu Dan Waktu Pretreatment Alkali Pada Isolasi Selulosa. *Journal of Chemical Process Engineering*, 4(2655), 18–22.
- Monica Ek, Göran Gellerstedt, G. H. (1993). Pulp and Paper Chemistry and Technology Volume 2. In *Standardization News* (Vol. 22, Issue 8). <https://pdfs.semanticscholar.org/88df/c949855eeceb73fa4667eb69b79e043c9951.pdf#page=11>
- Paryono. (2016). Pengaruh Pemutihan Oksigen Dua Tahap Terhadap Kualitas Pulp Acacia mangium. *Jurnal Selulosa*, 1(02). <https://doi.org/10.25269/jsel.v1i02.21>
- Saavedra, I. (2015). *Model-Based Optimization of a Compactcooking G2 Digesting Process Stage* (Issue December). Aalto University School of Chemical Technology.
- Savelin, P., Korsnas, B., Gavle, & Sweden. (2014). *Digester Developments*. 1–18. <http://www.valmet.com>.
- Sudrajat, A., Novia, N., & Hadiah, F. (2020). *Optimization of Delignification Process Pulp Refinery with Ansys Fluent CFD Modeling 19.2. 5*, 20–21. <https://doi.org/10.36106/ijar>
- Versteeg, H. K., & Malalasekera, W. (2007). *An Introduction to Computational Fluid Dynamics* (Vol. 2, Issue 2). Bell & Bain Limited. <https://doi.org/10.24114/eb.v2i2.4393>
- Welty, J. R., Wicks, C. E., Wilson, R. E., & Rorrer, G. L. (2000). *Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer* (J. Welter (ed.); 5th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Yakoyama, S., & Yukihiko, M. (2008). The Asian Biomass Handbook. In S. Yokoyama & Y. Matsumura (Eds.), *The Japan Institute of Energy*. The Japan Institutue of Energy.