

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR BEBAS PLAGIARISME .....	iii
PRAKATA .....	iv
LIST PUBLIKASI .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR NOTASI .....	xii
DAFTAR SINGKATAN .....	xiii
INTISARI .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah .....	2
1.3 Keaslian Penelitian .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.1.1 <i>Asia Pacific Rayon</i> .....	6
2.1.2 <i>Wet Sulphuric Acid Plant</i> .....	7
2.1.2.1 <i>Combustor System</i> .....	8
2.1.2.2 <i>Converter System</i> .....	9
2.1.2.3 <i>Condenser System</i> .....	10
2.1.2.4 <i>Acid Cooling System</i> .....	11
2.1.2.5 <i>Scrubber System</i> .....	11
2.1.2.6 <i>Steam System</i> .....	12
2.1.3 <i>Scrubber</i> .....	12
2.1.4 Pemilihan Absorben .....	14
2.1.5 Gas Hidrogen Sulfida (H <sub>2</sub> S) .....	14
2.1.6 Gas Sulfur Dioksida (SO <sub>2</sub> ) .....	14

<b>2.2 LANDASAN TEORI</b>	17
2.2.1 Neraca Massa <i>Scrubber WSA Plant</i>	17
2.2.2 Persamaan Umum Laju Perpindahan Massa Pada <i>Scrubber</i>	18
2.2.3 Tinggi <i>Scrubber</i> Berdasarkan Kondisi di <i>Gas-Film</i>	18
2.2.4 Efisiensi <i>SO<sub>2</sub> removal</i>	18
2.2.5 <i>Driving Force</i> dari Pergantian Absorben NaOH 18% menjadi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 7,5% di <i>Scrubber WSA Plant</i>	19
2.2.6 Bilangan <i>Non-Dimensional</i>	19
2.2.7 Aplikasi Bilangan Hatta dalam Proses Scrubbing SO <sub>2</sub>	21
2.3 Hipotesis	22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Alir Percobaan	23
3.2 Pengambilan Data	24
3.2.1 Pengukuran SO <sub>2</sub>	25
3.2 Analisis Data	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Konsentrasi gas SO <sub>2</sub> masuk dan gas SO <sub>2</sub> keluar	26
4.2 Neraca massa H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	26
4.3 Parameter desain scrubber dengan absorben H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	27
4.4 Pengaruh laju alir H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> terhadap efisiensi absorpsi gas SO <sub>2</sub>	31
4.5 Proses kontrol <i>scrubber</i> dengan absorben H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	32
4.5.1 Deskripsi Komponen Sistem dan Proses Kerja Sistem	33
4.6 Dampak pergantian absorben pada efisiensi dan biaya operasi <i>scrubber</i>	34
4.7 Integrasi Pabrik WSA dengan Pabrik Produksi Asam Sulfat (SAP)	36
4.8 Analisa Ekonomi	37
4.9 HAZOP ( <i>Hazard Operation</i> ) Study	38
4.10 HIRADC ( <i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining         Control</i> ) pada Scrubber menggunakan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 15% wt.	39
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	44
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Baku Mutu Udara Ambien Nasional .....	1
<b>Tabel 1.2</b> Studi literatur penelitian terkait simulasi absorpsi SO <sub>2</sub> dengan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	3
<b>Tabel 2.1</b> Jenis absorben yang digunakan dalam penyerapan gas SO <sub>2</sub> dan NO .....	14
<b>Tabel 2.2</b> Efek H <sub>2</sub> S terhadap manusia sesuai tingkatan konsentrasinya .....	16
<b>Tabel 2.3</b> Pengaruh gas SO <sub>2</sub> terhadap manusia .....	16
<b>Tabel 3.1</b> Frekuensi pengambilan data <i>scrubber</i> WSA Plant .....	24
<b>Tabel 4.1</b> Aliran gas SO <sub>2</sub> masuk dan gas SO <sub>2</sub> keluar .....	26
<b>Tabel 4.2</b> Properti fisik H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 15% dan NaOH 18% pada kondisi operasi <i>scrubber</i> .....	31
<b>Tabel 4.3</b> Perhitungan angka non-dimensional untuk sistem <i>scrubber</i> dengan absorben H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 15% dan NaOH 18% .....	31
<b>Tabel 4.4</b> Konsentrasi minimum untuk design tinggi <i>scrubber</i> WSA Plant .....	33
<b>Tabel 4.5</b> Perbandingan efisiensi dan biaya operasi <i>scrubber</i> dengan absorben NaOH 18% dan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 15% .....	34
<b>Tabel 4.6</b> Analisis ekonomi pergantian absorben NaOH 18% menjadi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 15% .....	39
<b>Tabel 4.6</b> HAZOP Study proses scrubbing menggunakan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	42
<b>Tabel 4.7</b> HIRADC proses scrubbing menggunakan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	43

<b>Gambar 2.1</b> Lokasi PT. Asia Pacific Rayon.....	6
<b>Gambar 2.2</b> <i>Process flow diagram</i> APR .....	7
<b>Gambar 2.3</b> <i>Process flow diagram</i> WSA Plant .....	8
<b>Gambar 2.4</b> <i>Combustor system</i> .....	9
<b>Gambar 2.5</b> Kurva equilibrium dari oksidasi SO <sub>2</sub> .....	9
<b>Gambar 2.6</b> <i>SO<sub>2</sub> Converter</i> .....	10
<b>Gambar 2.7</b> <i>WSA Condenser</i> .....	11
<b>Gambar 2.8</b> <i>Scrubber Column</i> .....	12
<b>Gambar 2.9</b> Jenis menara <i>scrubber</i> .....	13
<b>Gambar 2.10</b> Grafik penyerapan SO <sub>2</sub> dengan berbagai jenis absorben .....	14
<b>Gambar 2.11</b> <i>Countercurrent absorption tower</i> .....	17
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Pemodelan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	20
<b>Gambar 4.1</b> Diagram proses <i>scrubbing</i> menggunakan NaOH dan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	24
<b>Gambar 4.2</b> Komposisi aliran masuk dan keluar berdasarkan design .....	25
<b>Gambar 4.3</b> Dimensi kolom <i>scrubber</i> .....	25
<b>Gambar 4.4</b> Garis operasi dan kesetimbangan absorben NaOH .....	27
<b>Gambar 4.5</b> Garis operasi dan kesetimbangan absorben H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	28
<b>Gambar 4.6</b> Hubungan antara laju alir H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> dan penurunan konsentrasi gas SO <sub>2</sub> keluar .....	30
<b>Gambar 4.7</b> Diagram alir proses kolom <i>scrubber</i> dengan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	31

## DAFTAR NOTASI

$N'_A$  = jumlah zat terlarut yang terabsorpsi (kmol/s.m<sup>2</sup>)

$a$  = luas permukaan per volume kolom (m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>)

$A$  = luas penampang kolom (m<sup>2</sup>)

$G'$  = Laju molar total fasa gas (kmol/s.m<sup>2</sup>)

$K_G$  = koefisien transfer overall fasa gas (s/m)

$P$  = tekanan total (N/m<sup>2</sup>)

$Y$  = mol rasio di fasa gas (m<sup>2</sup>)

$L'$  = Laju molar total fasa cair (kmol/s.m<sup>2</sup>)

$K_L$  = koefisien transfer overall fasa liquid (s/m)

$C_T$  = konsentrasi total (kmol/m<sup>3</sup>)

$X$  = mol rasio di fasa cair (m<sup>2</sup>)

$Z$  = tinggi scrubber (m)

$\eta_{\text{SO}_2}$  = efisiensi SO<sub>2</sub> removal (%)

$C_{\text{SO}_2(\text{g})}^o$  = volumetrik inlet gas SO<sub>2</sub> (ppm<sub>v</sub>)

$C_{\text{SO}_2(\text{g})}$  = volumetrik outlet gas SO<sub>2</sub> (ppm<sub>v</sub>)

## **DAFTAR SINGKATAN**

ANSI	: American National Standards Institute
APR	: Asia Pacific Rayon
BDS	: Bagian Dalam Sejuta
BFW	: Boiler Feed Water
DMW	: Demineralized Water Preheater
LEL	: Low Explosive Limit
NAB	: Nilai Ambang Batas
PGC #1	: 1 <sup>st</sup> Process Gas Cooler
PGC #2	: 2 <sup>nd</sup> Process Gas Cooler
ppm	: Part Per Million
RAPP	: Riau Andalan Pulp & Paper
RGE	: Royal Golden Eagle
UEL	: Upper Explosive Limit
WSA	: Wet Sulphuric Acid
WHB #1	: 1 <sup>st</sup> Waste Heat Boiler
WHB #2	: 2 <sup>nd</sup> Waste Heat Boiler