

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ARTI LAMBANG</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>x</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Keaslian Penelitian .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	7
2.1.1 <i>Oily Sludge</i> .....	7
2.1.2 Bahan Bakar .....	7
2.1.3 Perengkahan .....	8
2.1.3.1 Produk Perengkahan .....	9
2.1.3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Reaksi Perengkahan .....	10
2.1.3.2.1 Temperatur .....	10
2.1.3.2.2 Waktu .....	10
2.1.3.2.3 Katalis .....	10
2.1.3.3 Perengkahan Termal ( <i>Thermal Cracking</i> ) .....	10
2.1.3.4 Perengkahan Katalitik ( <i>Catalytic Cracking</i> ) .....	11
2.1.4 Katalis .....	11
2.1.4.1 Silika .....	12
2.1.4.2 Nikel .....	12
2.1.5 Proses Pembuatan Katalis .....	13
2.1.5.1 Aktivasi Menggunakan NaOH .....	13
2.1.5.2 Hidrotermal .....	13
2.1.6 <i>Response Surface Methodology</i> .....	14
2.2 Landasan Teori .....	14
2.2.1 Perengkahan Katalitik pada <i>Oily Sludge</i> .....	14
2.2.2 <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) .....	14
2.3 Hipotesis .....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>18</b>
3.1 Bahan .....	18
3.2 Alat .....	18
3.3 Variabel Penelitian .....	19
3.4 Metode Penelitian .....	19
3.4.1 Persiapan Bahan Baku .....	20
3.4.1.1 <i>Oily Sludge</i> .....	20
3.4.2 Pembuatan Katalis .....	21

3.4.2.1	<i>Adsorbent</i> bekas .....	21
3.4.2.2	Pembuatan Larutan Ni-Nitrat ( $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ) .....	21
3.4.2.3	Pengembangan Logam Ni pada <i>Adsorbent</i> bekas dengan Proses Metode Hidrotermal .....	22
3.4.2.4	Perengkahan .....	23
3.5	Analisis Data .....	24
3.5.1	Analisis <i>Oily Sludge</i> .....	24
3.5.2	Analisis Katalis .....	24
3.5.3	Analisis Cairan Hasil <i>Cracking</i> .....	25
3.6	Matriks Penelitian .....	25
3.6.1	Matriks Penelitian <i>Catalytic Cracking Oily Sludge</i> .....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>26</b>
4.1	Karakteristik Katalis .....	26
4.1.1	Analisis XRD .....	28
4.1.2	Analisis FTIR .....	30
4.1.3	Analisis SEM-EDX .....	31
4.2	Preparasi Bahan Baku .....	33
4.3	Proses Perengkahan ( <i>Cracking Process</i> ) .....	33
4.3.1	Perengkahan Termal ( <i>Thermal Cracking</i> ) .....	34
4.3.2	Studi Pendahuluan Perengkahan Katalitik ( <i>Catalytic Cracking</i> ) <i>Oily Sludge</i> ...	34
4.3.2.1	Perengkahan Katalitik <i>Oily Sludge</i> menggunakan Dua Jenis Sumber Material <i>Adsorbent</i> Baru dan Material <i>Adsorbent</i> Bekas .....	34
4.3.2.2	Perengkahan Katalitik <i>Oily Sludge</i> menggunakan Material <i>Adsorbent</i> Bekas dengan Aktivasi NaOH .....	35
4.3.2.3	Perengkahan Katalitik <i>Oily Sludge</i> menggunakan Material <i>Adsorbent</i> Bekas dengan Aktivasi NaOH dan Hidrotermal dengan Ni-Nitrat 2% .....	36
4.3.3	Perengkahan Katalitik dengan Katalis Ni- <i>Adsorbent</i> Bekas menggunakan Desain Box-Behnken .....	36
4.3.3.1	Persentase Hasil untuk Cairan Hasil Perengkahan .....	37
4.4	Analisis GC-MS .....	38
4.4.1	Analisis GC-MS pada Bahan Baku .....	39
4.4.2	Analisis GC-MS pada Produk .....	40
4.5	Optimasi Reaksi Perengkahan Katalitik dengan Menggunakan <i>Response Surface Methodology</i> .....	42
4.5.1	Analisis <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) terhadap Data Perengkahan Katalitik <i>Oily Sludge</i> menggunakan Ni- <i>Adsorbent</i> Bekas .....	42
4.5.2	Grafik Permukaan dan Grafik Kontur pada Analisa <i>Surface Methodology</i> (RSM) .....	44
4.5.2.1	Temperatur, Waktu dan Rasio Katalis per Sampel Terhadap CHP .....	44
4.5.3	Hasil Analisis <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) pada Perengkahan Katalitik <i>Oily Sludge</i> .....	47
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>49</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>51</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Rangkuman Beberapa Penelitian Terkait <i>Oily Sludge</i> .....	4
<b>Tabel 2.1</b> Kandungan Logam Berat <i>Oily Sludge</i> .....	7
<b>Tabel 2.2</b> Analisis Proximate dan Ultimat <i>Oily Sludge</i> .....	7
<b>Tabel 2.3</b> Tahapan Reaksi Perengkahan .....	8
<b>Tabel 3.1</b> Matriks Penelitian Perengkahan Katalitik .....	25
<b>Tabel 4.1</b> Analisis pada <i>Adsorbent</i> Bekas .....	27
<b>Tabel 4.2</b> Unsur SEM-EDX .....	32
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Perengkahan Termal .....	34
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Perengkahan Katalitik dengan <i>Adsorbent</i> Bekas dan Baru Bentuk Bulat dan Bentuk Bubuk .....	35
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Perengkahan Katalitik dengan <i>Adsorbent</i> Bekas Aktivasi NaOH.....	35
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Perengkahan Katalitik dengan <i>Adsorbent</i> Bekas Perlakuan Hidrotermal dengan Ni-Nitrat 2% dalam Waktu 1 Hari, 2 Hari dan 3 Hari .....	36
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Perengkahan Katalitik menggunakan Desain Box-Behnken.....	37
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Analisis GC-MS <i>Oily Sludge</i> Sesudah <i>Treatment</i> .....	39
<b>Tabel 4.9</b> Koefisien Regresi terhadap CHP, Gas dan Kokas .....	42
<b>Tabel 4.10</b> Hasil Analisis RSM Hasil Perengkahan .....	47
<b>Tabel 4.11</b> Kondisi Operasi Optimum .....	48
<b>Tabel 4.12</b> Hasil Perengkahan Menggunakan Kondisi Operasi Optimum .....	48

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b> Potensi dan Pemanfaatan Kokas dari Perengkahan <i>Oily Sludge</i> .....	9
<b>Gambar 3.1.</b> Diagram Alir Prosedur Penelitian .....	19
<b>Gambar 3.2.</b> Persiapan <i>Oily Sludge</i> sebagai Bahan Baku .....	20
<b>Gambar 3.3.</b> Persiapan Katalis dari <i>Adsorbent</i> Bekas .....	21
<b>Gambar 3.4.</b> Pembuatan Larutan Ni-Nitrat ( $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ) 2% .....	22
<b>Gambar 3.5.</b> Pengembanan Logam Ni pada <i>Adsorbent</i> bekas dengan Proses Hidrotermal .....	22
<b>Gambar 3.6.</b> Perengkahan .....	23
<b>Gambar 3.7.</b> Rangkaian Peralatan <i>Cracking</i> di Laboratorim Pusat Studi Energi dan Nanomaterial Universitas Jambi .....	24
<b>Gambar 4.1.</b> <i>Adsorbent</i> Baru; a) MG-3; b) MG-5.....	26
<b>Gambar 4.2.</b> <i>Adsorbent</i> Bekas; a) Sebelum Kalsinasi; b) Sesudah Kalsinasi.....	26
<b>Gambar 4.3.</b> Pola Difraksi XRD; a) <i>Adsorbent</i> Baru MG-3; b) <i>Adsorbent</i> Bekas MG-5.....	28
<b>Gambar 4.4.</b> Pola Difraksi XRD; a) Katalis <i>Adsorbent</i> Bekas Sebelum Kalsinasi; b) Katalis <i>Adsorbent</i> Bekas Sesudah Kalsinasi; c) <i>Adsorbent</i> Bekas Sesudah Kalsinasi diaktivasi dengan NaOH; d) <i>Adsorbent</i> Bekas Sesudah Kalsinasi dengan Aktivasi NaOH dan Hydrothermal..... (Ni 2%).....	29
<b>Gambar 4.5.</b> Spektra FTIR <i>Adsorbent</i> Bekas Sesudah Kalsinasi diaktivasi dengan NaOH dan Hydrothermal (Ni 2%); a) 1 hari; b) 2 hari; c) 3 hari .....	30
<b>Gambar 4.6.</b> Gambar SEM untuk EDX ( <i>SEM-EDX Image</i> ); a) <i>Adsorbent</i> Bekas Sebelum Kalsinasi; b) <i>Adsorbent</i> Bekas Sesudah Kalsinasi dengan Aktivasi NaO; c) <i>Adsorbent</i> Bekas Sesudah Kalsinasi dengan Aktivasi NaOH dan Hydrothermal (Ni 2%) selama 2 hari.....	31
<b>Gambar 4.7.</b> Spektra EDX; a) <i>Adsorbent</i> Bekas Sebelum Kalsinasi; b) <i>Adsorbent</i> Bekas Sesudah Kalsinasi dengan Aktivasi NaO; c) <i>Adsorbent</i> Bekas Sesudah Kalsinasi dengan Aktivasi NaOH dan Hydrothermal (Ni 2%) selama 2 hari ....	33
<b>Gambar 4.8.</b> <i>Oily Sludge</i> ; a) Sebelum <i>Treatment</i> ; b) Sesudah <i>Treatment</i> .....	34
<b>Gambar 4.9.</b> Persentase Hasil CHP, Gas dan Kokas pada Perengkahan Katalitik menggunakan Ni- <i>Adsorbent</i> Bekas .....	39
<b>Gambar 4.10.</b> Distribusi Hidrokarbon pada Bahan Baku (OS) dan CHP 1- CHP 15 ...	40
<b>Gambar 4.11.</b> Grafik Koefisien Regresi Persamaan Orde Dua terhadap Persentase CHP .....	43
<b>Gambar 4.12.</b> Grafik $\lambda_1$ , $\lambda_2$ dan $\lambda_3$ .....	44
<b>Gambar 4.13.</b> Grafik Permukaan antara Temperatur dan Waktu terhadap CHP .....	44
<b>Gambar 4.14.</b> Grafik Kontur antara Temperatur dan Waktu terhadap CHP.....	45
<b>Gambar 4.15.</b> Grafik Permukaan antara Temperatur dan Perbandingan Katalis per Sampel terhadap CHP .....	45
<b>Gambar 4.16.</b> Grafik Kontur antara Temperatur dan Perbandingan Katalis per Sampel terhadap CHP .....	46
<b>Gambar 4.17.</b> Grafik Permukaan antara Waktu dan Perbandingan Katalis per Sampel terhadap CHP .....	46
<b>Gambar 4.18.</b> Grafik Kontur antara Waktu dan Perbandingan Katalis per Sampel terhadap CHP .....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran-1:</b> <i>Flowsheet</i> Tempat Pengambilan <i>Oily Sludge</i> .....	64
<b>Lampiran-2:</b> <i>Flowsheet</i> Tempat Pengambilan <i>Adsorbent</i> .....	65
<b>Lampiran-3:</b> Komatogram GC-MS Bahan Baku ( <i>Oily Sludge</i> ).....	66
<b>Lampiran-4:</b> Komatogram GC-MS CHP 1 – CHP 15 .....	67
<b>Lampiran-5:</b> Hasil Perhitungan <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) CHP menggunakan Matlab .....	72
<b>Lampiran-6:</b> Hasil Perhitungan <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) Gas menggunakan Matlab .....	77
<b>Lampiran-7:</b> Hasil Perhitungan <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) Kokas menggunakan Matlab .....	82
<b>Lampiran-8:</b> F Tabel .....	87

## DAFTAR ARTI LAMBANG

$x_1$	=	<i>Temperatur</i> ( $^{\circ}\text{C}$ )
$x_2$	=	Waktu (menit)
$x_3$	=	Rasio Katalis/Oily Sludge
$\eta$	=	<i>Surface Response</i>
$\hat{Y}/Y$	=	Hasil Maksimum
$\beta$	=	Beta
$\delta$	=	Delta
$X_0$	=	Prediksi Variabel yang Menghasilkan Y Optimum ( $Y_0$ )
$\lambda$	=	Lambda

## DAFTAR SINGKATAN

OS	= <i>Oily Sludge</i>
CHP	= Cairan Hasil Perengkahan
RSM	= <i>Response Surface Methodology</i>
$C_1 - C_n$	= Rantai Hidrokarbon
$A_Z^+$	= Ion A+ pada Katalis
$B_Z^+$	= Ion B+ pada Katalis
$A_S^+$	= Ion A+ pada Larutan
$B_S^+$	= Ion B+ pada Larutan
R.	= Karbokation $C^+$
R'	= Karbokation $C_2^+$
R' .	= Karbokation $H^+$
H/H <sub>2</sub>	= Hidrogen
R	= Rantai Karbon
C-C	= Ikatan Karbon
L	= Asam Lewis
CO	= Karbon Monoksida
CO <sub>2</sub>	= Karbon Dioksida
H <sub>2</sub> O	= Air
CH <sub>4</sub>	= Metana