

TESIS

**PENGARUH *SWELLING FACTOR VACUUM RESIDUE*
(VR) DARI HASIL PROSES *SWELLING* DENGAN
*SUPERCRITICAL GAS CO₂***



**SAHIDAH
03012681620003**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

TESIS
PENGARUH *SWELLING FACTOR VACUUM RESIDUE*
(VR) DARI HASIL PROSES *SWELLING* DENGAN
SUPERCRITICAL GAS CO₂

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



SAHIDAH
03012681620003

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH *SWELLING FACTOR VACUUM RESIDUE*
(VR) DARI HASIL PROSES *SWELLING* DENGAN
*SUPERCRITICAL GAS CO₂***

TESIS

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

Palembang, Juli 2020
Menyetujui,
Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. H. M. Dioni Bustan, M. Eng., IPU
NIP. 195603071981031010

Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA., IPU
NIP. 195610241981032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya,



Prof. Dr. Submyer Nasir, M.S., Ph.D
NIP. 196009091981031004

Kordinator Program Studi
Magister Teknik Kimia



Dr. David Bahrin, S.T., M.T.
NIP. 198010312005011003

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis berupa Tesis ini dengan judul “Pengaruh *Swelling Factor Vacuum Residue* (VR) Dari Hasil Proses *Swelling* Dengan *Supercritical Gas CO₂*” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada 20 Juli 2020.

Palembang, 20 Juli 2020

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis

Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Said, M.Sc
NIP. 196108121987031003

()

Anggota :

1. Dr. David Bahrin, S.T., M.T.
NIP. 198010312005011003
2. Dr.rer.nat Risfidian Mohadi, S.Si., M.Si
NIP. 197711272005011003
3. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 197111191997021001

()

()

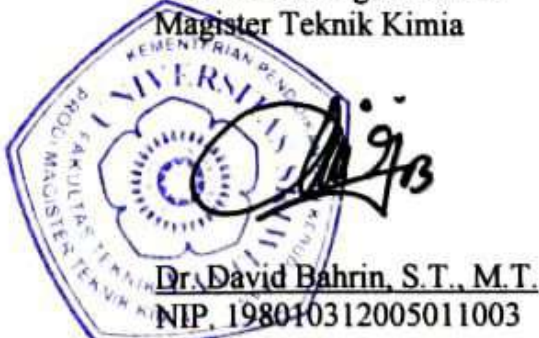
()

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya,

Kordinator Program Studi
Magister Teknik Kimia


Prof. Dr. Subriyeh Nasir, M.S.PhD
NIP. 196009091987031004


Dr. David Bahrin, S.T., M.T.
NIP. 198010312005011003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sahidah
NIM : 03012681620003
BKU : Teknologi Energi
Judul : Pengaruh *Swelling Factor Vacuum Residue (VR)* Dari Hasil Proses *Swelling* Dengan *Supercritical Gas CO₂*

Menyatakan bahwa Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam 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, Juli 2020

Yang Membuat Pernyataan,



Sahidah

NIM. 0302681620003

RINGKASAN

PENGARUH *SWELLING FACTOR VACUUM RESIDUE* (VR) DARI HASIL PROSES *SWELLING* DENGAN *SUPERCRITICAL GAS CO₂*

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tesis, 20 Juli 2020

Sahidah, Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bustan, M.Eng dan Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA

The Effect Of Swelling Factor Vacuum Residue (VR) From Swelling Process Results With Supercritical Gas CO₂

xv + 45 halaman, 15 Tabel, 15 Gambar, 5 Lampiran

RINGKASAN

Peningkatan kualitas *vacuum residue* dari limbah menjadi produk komersial dilakukan melalui beberapa tahapan proses. Proses *swelling* dengan *supercritical gas CO₂* untuk melemahkan dan memutuskan rantai karbon panjang *vacuum residue* agar dapat menurunkan konsumsi energi proses. Proses ini berlangsung pada *fixed bed reactor* dengan kondisi operasi temperatur (200°C, 250°C, 300°C dan 350°C), tekanan CO₂ (100Psi, 120Psi, 140Psi, 160Psi dan 180Psi) dan waktu reaksi (60 menit dan 90 menit). Hasil produk *liquid* (cairan) dari proses *swelling* dengan *supercritical* dari gas CO₂ dilakukan dengan metode analisis instrumen *Gas Chromatography Mass Spectrophometer* (GC-MS) dengan menggunakan waktu yang optimal pada kondisi operasi tekanan 160Psi, temperatur 350°C dan waktu reaksi 90 menit menghasilkan kandungan senyawa *aromatic* sebesar 71.53%, senyawa *saturates* 35.79% dan senyawa *olefin* sebesar 10.05%. *Swelling factor* dari vakum residu yang diproses mendapatkan hasil yang sangat baik yaitu sebesar 7.14%.

Kata Kunci : Vakum Residu; Faktor Swelling; GC-MS.

Kepustakaan : 25 (2007-2019)

SUMMARY

EFFECT OF SWELLING FACTOR VACUUM RESIDUE (VR) FROM SWELLING PROCESS RESULTS WITH SUPERCRITICAL GAS CO₂

Scientific paper in the form of Thesis, July 20 2020

Sahidah, Supervised by Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bustan, M.Eng and Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA

Pengaruh *Swelling Factor Vacuum Residue* (VR) Dari Hasil Proses *Swelling* Dengan *Supercritical Gas Co₂*

xv + 45 pages, 15 Tables, 15 Pictures, 5 Attachment

SUMMARY

Upgrading vacuum residue quality from damage to industrial commodities is carried out within particular stages of the method. The swelling method with supercritical gas CO₂ to lose and separate the significant-high carbon series about vacuum residue to decrease process energy loss. This process takes place at a fixed bed reactor by operating requirements temperature (200°C, 250°C, 300°C, and 350°C), CO₂ pressure (100Psi, 120Psi, 140Psi, 160Psi, and 180Psi) and reaction time (60 minutes and 90 minutes). The results of liquid products (liquid) from the swelling process with supercritical from CO₂ gas are carried out by the method of analyzing the Gas Chromatography-Mass Spectrophotometer (GC-MS) using optimal time under operating requirements of 160Psi pressure, the temperature from 350°C including reaction time of 90 minutes producing an aromatic compound content of 71,53 %, compound saturates 35,79% and olefin compounds by 10,05%. The swelling factor of the residual vacuum processed gets very good results at 7,14%.

Keywords: Vacuum Residue; Swelling Factor; GC-MS.

Citations: 25 (2007-2019)

KATA PENGANTAR

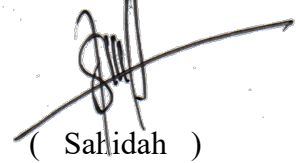
Ucapan Alhamdulillah sebagai pujian dan ungkapan syukur kehadiran Allah SWT penulis panjatkan, karena hanya berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul **“PENGARUH *SWELLING FACTOR VACUUM RESIDUE (VR)* DARI HASIL PROSES *SWELLING DENGAN SUPERCRITICAL GAS CO₂*”** ini dengan baik. Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan magister teknik dibidang program studi Teknik Kimia BKU Teknologi Energi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan bertujuan untuk menggali dan menerapkan ilmu yang telah didapat selama kuliah. Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan tesis penelitian masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak agar penyusun tesis penelitian ini dapat lebih sempurna.

Berbagai bantuan dan dukungan telah banyak penulis terima, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyusun laporan tesis penelitian ini. Maka dari itu, melalui laporan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Suami Tercinta Bayu Wijaya Putra, M.Kom. dan kedua orang tua serta keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan yang tiada terkira kepada penulis.
2. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S. Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. David Bahrin, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bustan, M. Eng selaku Dosen Pembimbing I Penelitian.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA selaku Dosen Pembimbing II Penelitian.
6. Staf Pengajar dan Karyawan di Program Studi Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Rekan-rekan Mahasiswa di Fakultas Teknik Program Studi Magister Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan kemampuan yang ada. Meskipun demikian, penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pembelajaran khususnya pada Program Studi Magister Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Palembang, Juli 2020



(Sahidah)

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS | iv |
| RINGKASAN..... | v |
| SUMMARY | vi |
| KATA PENGANTAR | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiii |
| DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN..... | xiv |
| DAFTAR SIMBOL | xv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Ruang Lingkup Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Sejarah Penelitian Sebelumnya Mengenai <i>Swelling Vacuum Residue</i> | 5 |
| 2.2 Teori Dasar Vakum Residu | 8 |
| 2.2.1 Minyak Mentah di Indonesia..... | 8 |
| 2.2.2 Teori Dasar Perengkahan Vakum Residu | 12 |
| 2.3 Pengembangan (<i>Swelling</i>) | 14 |
| 2.3.1 <i>Swelling</i> dengan <i>Supercritical Gas CO₂</i> | 14 |
| 2.4 <i>Vacuum Residue</i> (VR) | 16 |
| 2.5 Metode Kromatografi untuk Analisis Produk..... | 20 |

| | | |
|-------------------------------------|--|----|
| 2.6 | Deskripsi Proses Penelitian Sebelumnya..... | 22 |
| 2.6.1 | Upgrading of Vacuum Residue in Batch Type Reactor Using Ni-Mo .. | 22 |
| 2.6.2 | Experimental Investigation On CO ₂ -Light Crude Oil Interfacial and <i>Swelling Behavior</i> | 23 |
| 2.6.3 | Pyrolysis of Vacuum Residue by Thermal Cracking and Catalytic <i>Cracking Using Active Alumina Catalyst</i> | 24 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 26 |
| 3.1 | Waktu dan Tempat Penelitian..... | 26 |
| 3.2 | Peralatan dan Bahan Penelitian | 26 |
| 3.2.1 | Peralatan Penelitian | 26 |
| 3.2.2 | Bahan Penelitian..... | 27 |
| 3.3 | Rancangan Penelitian..... | 28 |
| 3.3.1 | Variabel Penelitian | 28 |
| 3.3.2 | Prosedur Penelitian..... | 28 |
| 3.3.3 | Diagram Alir Penelitian | 29 |
| 3.4 | Metode Pengolahan dan Analisa Data..... | 30 |
| 3.4.1 | Pengolahan Perhitungan <i>Swelling Factor</i> (SF)..... | 30 |
| 3.4.2 | Metode Analisa Data | 30 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 31 |
| 4.1 | Hasil Eksperimental dari Proses <i>Swelling Vacuum Residue</i> (VR) | 31 |
| 4.2 | Pengaruh Proses <i>Swelling</i> terhadap Total Produk dan Konversi Umpan <i>Vacuum Residue</i> (VR) | 34 |
| 4.3 | Analisa Produk <i>Liquid</i> dengan Metode Analisa <i>Gas Chromatography Mass Spectrophometer</i> (GC-MS)..... | 38 |
| 4.4 | Deskripsi Perbandingan Hasil Penelitian Sebelumnya..... | 39 |
| BAB V KESIMPULAN | | 43 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | | 44 |
| LAMPIRAN | | 46 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|------------|--|----|
| Lampiran A | Bahan Baku Dan Produk Penelitian | 47 |
| Lampiran B | Gambar Desain Dan Alat Penelitian..... | 48 |
| Lampiran C | Data Analisa Hasil Penelitian | 49 |
| Lampiran D | Alat Analisa Hasil Penelitian | 51 |
| Lampiran E | Perhitungan Swelling Factor..... | 52 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1. Komposisi Asphaltene Pada Vakum Residu Unit Distilasi Arabian... 18 | 18 |
| Tabel 2.2. Komposisi <i>Asphaltene</i> Pada Vakum Residu Unit Distilasi Brazilian . 18 | 18 |
| Tabel 2.3. Komposisi SARA Vacuum Residue.....20 | 20 |
| Tabel 2.4. Komposisi SARA dari Jenis Minyak Ringan dan Minyak Berat20 | 20 |
| Tabel 2.5. Sifat Fisika-Kimia dari Vakum Residu.....22 | 22 |
| Tabel 3.1. Karakteristik <i>Vacuum Residue</i> Kilang PT. Pertamina RU (III).....27 | 27 |
| Tabel 3.2. Spesifikasi Gas CO ₂27 | 27 |
| Tabel 4.1. Produk <i>Liquid</i> pada Proses <i>Swelling Supercritical</i> CO ₂ (60 menit)32 | 32 |
| Tabel 4.2. Produk <i>Liquid</i> pada Proses <i>Swelling Supercritical</i> CO ₂ (90 menit)33 | 33 |
| Tabel 4.3. Total Produk dari Proses <i>Swelling Supercritical</i> CO ₂ (60 menit)34 | 34 |
| Tabel 4.4. Produk pada Proses <i>Swelling Supercritical</i> CO ₂ (90 menit)35 | 35 |
| Tabel 4.5. Persen Kandungan Senyawa dari Produk Proses <i>Swelling</i>38 | 38 |
| Tabel 4.6. Daftar Persamaan dan Perbandingan Penelitian.....42 | 42 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1. Kondisi Proses <i>Supercritical</i> Gas CO ₂ | 15 |
| Gambar 2.2. Mekanisme Reaksi Proses <i>Swelling</i> CO ₂ terhadap <i>Vacuum Residue</i> | 15 |
| Gambar 2.3. Diagram Alir Produk Residu | 17 |
| Gambar 2.4. <i>Vacuum Residu</i> dan Struktur Molekulnya..... | 17 |
| Gambar 2.5. Struktur Molekul SARA <i>Vacuum Residue</i> | 19 |
| Gambar 2.6. Struktur Senyawa Aromatik <i>Vacuum Residue</i> | 19 |
| Gambar 2.7. Skematik Peralatan IFT <i>Swelling</i> | 24 |
| Gambar 2.8. Proses Satu Tahap Pirolisis Termal dan Katalitik Vakum Residu.... | 25 |
| Gambar 3.1. Skematik Proses <i>Swelling</i> dengan <i>Supercritical</i> Gas CO ₂ terhadap | 26 |
| Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian | 29 |
| Gambar 4.1. Perbandingan Tekanan dan Persen <i>Swelling Factor</i> | 32 |
| Gambar 4.2. Perbandingan Tekanan dan Persen <i>Swelling Factor</i> | 33 |
| Gambar 4.3. Total Produk dari Proses <i>Swelling Supercritical</i> CO ₂ (60 menit).... | 35 |
| Gambar 4.4. Total Produk dari Proses <i>Swelling Supercritical</i> CO ₂ (90 menit).... | 36 |
| Gambar 4.5. Pengaruh Temperatur terhadap Konversi Umpan Proses <i>Swelling</i> .. | 37 |

DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

| | |
|-------|--|
| BH | <i>Beand Heater</i> |
| GC-MS | <i>Gas Chromatography Mass Spectrometry</i> Kromatografi Gas – Spektrometer Massa |
| LSWR | <i>Low Sulphur Waxy Residue</i> |
| SF | <i>Swelling Factor</i> Faktor Pengembangan |
| STO | <i>Stock Tank Oil</i> |
| PS | <i>Percent Swelling</i> Persen Pengembangan |
| PG | <i>Pressure Gauge</i> |
| VR | <i>Vacuum Residue</i> |

DAFTAR SIMBOL

| | | |
|----------|-------------------|----------------------------------|
| <i>T</i> | <i>Temperatur</i> | °C, K |
| <i>t</i> | <i>Waktu</i> | S (second, detik) |
| <i>P</i> | <i>Tekanan</i> | Atm, bar, dsb |
| <i>A</i> | <i>Luas</i> | m ² , cm ² |

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses menipisnya minyak bumi dari *reservoir* minyak di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir, permintaan dunia akan bahan bakar minyak dan produk petrokimia telah meningkat dengan cepat dan diprediksi akan terus tumbuh dalam waktu dekat, sementara asokan bahan bakar minyak menurun di setiap tahun karena terbatasnya minyak mentah. Minyak berat dan *vacuum residue* (VR) sebagai produk sampingan dari kilang memiliki kualitas rendah dan harga murah. *Vacuum residue* (VR) sebagai bahan baku yang tersedia murah telah menunjukkan sumber alternatif untuk produksi minyak yang berguna karena biasanya merupakan 30-60% dari minyak mentah berdasarkan berat. Penurunan kualitas *vacuum residue* karena adanya kandungan asphaltene, logam berat dan heteroatom. Oleh karena itu, peningkatan *vacuum residue* memiliki minat baru untuk mengubah bahan baku ini menjadi minyak bahan bakar yang berharga dengan menggunakan proses *swelling*. Tujuan untuk meningkatkan *vacuum residue* adalah untuk mengurangi viskositas, densitas, dan titik didih, diubah menjadi bahan bakar yang lebih ringan dengan rasio H / C yang tinggi. Pemrosesan *vacuum residue* minyak bumi telah menarik perhatian karena meningkatnya permintaan fraksi minyak ringan dan menipisnya cadangan minyak mentah. Telah diakui bahwa minyak mentah berat akan tersedia dalam jumlah yang jauh lebih besar karena persediaan minyak mentah ringan secara bertahap berkurang. Namun, teknologi peningkatan residu terus ditingkatkan, dengan tujuan memperbaiki proses, menurunkan biaya modal, keselamatan dan masalah lingkungan untuk meningkatkan hasil dalam pencairan batubara (Ahmaruzzaman, 2007).

Karbon dioksida (CO₂) merupakan salah satu media EOR yang telah berhasil digunakan di beberapa negara seperti Amerika dan Kanada

dengan suhu *reservoir* yang relatif rendah berkisar antara 95-135°F. Injeksi CO₂ telah menjadi salah satu teknik yang menghasilkan perbaikan paling umum dalam pemulihan minyak (EOR) di Amerika Utara. Dalam industri minyak, CO₂ dapat diinjeksikan dalam kondisi campuran atau tidak dicampur ke dalam *reservoir* minyak yang telah habis untuk tujuan meningkatkan pemulihan minyak (EOR). Kinerja proses EOR berbasis CO₂ terutama dipengaruhi oleh kelarutan CO₂ dalam fase minyak karena menghasilkan pengurangan viskositas dan peningkatan volume. Injeksi CO₂ dengan minyak dapat dicapai pada tekanan yang relatif tinggi dan suhu rendah dan hanya ketika minyak memiliki gravitasi API yang relatif tinggi (lebih tinggi dari 36.8 API). Ketika diinjeksikan dalam kondisi yang tidak larut, CO₂ meningkatkan perolehan minyak melalui pengurangan viskositas, peningkatan volume *vacuum residue*, dan mekanisme solusi gas. Percobaan laboratorium yang dilakukan oleh Hand dan Val Pinczewski, 1990, untuk injeksi CO₂ terhadap *stock tank oil* (STO) menyatakan bahwa pada awal injeksi CO₂ terjadi proses pencampuran CO₂ ke dalam fase minyak menghasilkan peningkatan volume *vacuum residue* (*swelling*). ketika tekanan meningkat dan jumlah CO₂ yang diinjeksikan dapat terjadi proses berpindahnya komponen hidrokarbon ringan ke dalam gas CO₂. Faktor *swelling vacuum residue* (VR) oleh CO₂ terlarut dan pengurangan viskositas *vacuum residue* adalah dua mekanisme fisik utama dari metode EOR CO₂. Ketika CO₂ diinjeksi ke *reservoir* dan kontak dengan *vacuum residue*, pembubaran CO₂ terjadi, sehingga menyebabkan peningkatan volume *vacuum residue* (*swelling*). Proses ekspansi sistem dapat mengurangi viskositas *vacuum residue* secara signifikan dan karena meningkatkan mobilitas *vacuum residue*. Ketika tekanan meningkat dan jumlah CO₂ yang diinjeksikan dapat terjadi proses memindahkan beberapa komponen hidrokarbon ringan menjadi CO₂ (ekstraksi). Dengan ekstraksi hidrokarbon ringan dan beberapa hidrokarbon berat, suatu kondisi di mana CO₂ larut dengan fase minyak diperoleh. Demikian pula, artikel yang disampaikan oleh Bank, et.al, 2007 menyatakan bahwa injeksi CO₂ EOR pada tekanan dan suhu tertentu *reservoir* dapat mengekstraksi senyawa

hidrokarbon yang lebih ringan ke dalam fase CO₂ dan akan mengembun lagi ke dalam fase minyak. Kejadian ini akan mendorong terjadinya proses *miscible* (tercampur dalam seluruh bagian), yang selanjutnya dapat berdampak pada *swelling vacuum residue* karena jenuh oleh CO₂, penurunan viskositas *vacuum residue* yang mengembang karena bercampur CO₂ yang mempunyai viskositas jauh dibawah *vacuum residue*, ekstraksi hidrokarbon ringan ke dalam fasa CO₂, dan pergerakan fluida akibat kenaikan tekanan.

Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui pengaruh proses swelling injeksi gas CO₂ terhadap pengurangan energi ikatan senyawa hidrokarbon vakum residu yang dihasilkan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan vakum residu yang memiliki energi ikatan rendah dan viskositas rendah dan lebih berharga di bawah kondisi operasi (suhu optimal, tekanan dan waktu reaksi).

1.1 Rumusan Masalah

Dari berbagai latar belakang dan berdasarkan hasil penelitian sebelumnya menggunakan suhu tinggi (400-500°C), waktu reaksi yang lama dan metode yang rumit. Hasil penelitian ini masih memerlukan pengembangan lebih lanjut dengan variasi variabel yaitu suhu rendah dan tekanan rendah untuk menentukan persen (%) *swelling factor*. Oleh karena itu penelitian ini mencoba untuk mengurangi kondisi operasi yang tinggi untuk mengurangi yield produk cair dan gas dari *Vacuum Residue* (VR) dengan menambahkan teknologi pelemahan energi ikatan dimana teknologi pelemahan ikatan yang digunakan adalah proses *Swelling* dengan *Supercritical Gas* CO₂ yang bertujuan untuk melemahkan sekaligus memutuskan rantai karbon dari *Vacuum Residue* (VR).

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas yang menjadi tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk:

1. Untuk mengetahui pengaruh proses pelemahan ikatan kimia pada *vacuum residue* dengan menggunakan teknologi *swelling* dengan *supercritical gas* CO₂.

2. Untuk mengetahui proses *swelling* dengan *supercritical* gas CO₂ terhadap *vacuum residue* dengan variasi temperatur dan tekanan CO₂ serta waktu *swelling* dengan berat *vacuum residue* yang konstan.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian disini diperlukan agar persoalan lebih terpusat dan terarah. Dalam hal ini, batasan-batasan yang diambil adalah sebagai berikut :

1. *Vacuum Residue* (VR) yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis *short residue* yang diperoleh dari Pengolahan PT. Pertamina RU-III, Plaju, Palembang.
2. Proses *swelling supercritical* gas CO₂ terhadap penurunan energi ikatan senyawa hidrokarbon *vacuum residue* (VR) dilakukan pada *fixed bed reactor*.
3. Metode pengolahan dan analisa data dalam penelitian ini akan menggunakan GC-MS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*) di Laboratorium Forensik Kepolisian Cabang Palembang.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif di bidang program penelitian energi untuk mengoptimalkan pemanfaatan *Vacuum Residue* (VR). Sehingga dalam pengembangan teknologi pengolahan *Vacuum Residue* (VR) dengan teknologi pelemahan ikatannya untuk dikonversi menjadi produk minyak yang lebih bernilai.

DAFTAR PUSTAKA

- Abedini, A., Mosavat, N., & Torabi, F. (2014). Determination of Minimum Miscibility Pressure of Crude Oil-CO₂ System by Oil Swelling/Extraction Test. *Energy Technology*.
- Abedini, A., & Torabi, F. (2013). Parametric study of the cyclic CO₂ injection process in light oil systems. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 52(43), 15211–15223.
- Ahmaruzzaman, M., & Sharma, D. K. (2007). Coprocessing of petroleum vacuum residue with plastics, coal, and biomass and its synergistic effects. *Energy and Fuels*.
- Ansyory, D., Utami, A. R., Haryati, S., & Bustan, M. D. (2019). Pengaruh Proses Swelling dengan Supercritical Gas CO₂ terhadap Penurunan Energi Ikatan Senyawa Hidrokarbon Vacuum Residue. *Jurnal Rekayasa Proses*, 13(2), 139–144.
- ASTMD4124. (2009). Standard Test Methods for Separation of Asphalt into Four Fractions. *ASTM International*, 04(Reapproved 2018), 1–7.
- Bank, G. C., Riestenberg, D., & Koperna, G. J. (2007). CO₂-enhanced oil recovery potential of the appalachian Basin. *SPE Eastern Regional Meeting*.
- Gupta, R. K., & Gera, P. (2015). *PROCESS FOR THE UPGRADATION OF ETROLEUM RESIDUE: REVIEW*.
- Hand, J. L., & Pinczewski, W. V. (1990). Interpretation of swelling/extraction tests. *SPE Reservoir Engineering*, 5(04), 595–600.
- Hart, A. (2014). *Advanced Studies of Catalytic Upgrading of Heavy Oils By. April*.
- Jamshidi, T., Zeng, F., Tontiwachwuthikul, P., & Torabi, F. (2019). Laboratory measurements of solubility and swelling factor for CO₂/Brine and CO₂/heavy oil binary systems under low-medium pressure and temperature. *Canadian Journal of Chemical Engineering*, 97(7), 2137–2145.
- Jechura, J. (2016). Refinery Feedstocks & Products-Properties & Specifications. *Colorado School of Mines (Feb. 2017)*, 1–124.
- Kaminski, T., & Husein, M. M. (2018). Thermal cracking of atmospheric residue versus vacuum residue. *Fuel Processing Technology*.
- Kondoh, H., Tanaka, K., Nakasaka, Y., Tago, T., & Masuda, T. (2016). Catalytic cracking of heavy oil over TiO₂-ZrO₂ catalysts under superheated steam conditions. *Fuel*.
- Lashkarbolooki, M., & Ayatollahi, S. (2018). Experimental investigation on CO₂-light crude oil interfacial and swelling behavior. *Chinese Journal of Chemical*

Engineering.

- Lashkarbolooki, M., Riazi, M., & Ayatollahi, S. (2017). Effect of CO₂ and natural surfactant of crude oil on the dynamic interfacial tensions during carbonated water flooding: Experimental and modeling investigation. *Journal of Petroleum Science and Engineering*.
- León, A.-Y., & Parra, M.-J. (2010). Determination of molecular weight of vacuum residue and their SARA fractions. *CT&F-Ciencia, Tecnología y Futuro*, 4(2), 101–112.
- Mujiwati, E. (2010). *Pengaruh nilai penetrasi kombinasi aspal penetrasi 60/70 dengan residu oil terhadap nilai unconfined compressive strenght, indirect tensile strength dan permeabilitas untuk campuran split mastic asphalt.*
- Prajapati, R., Kohli, K., Maity, S. K., & Garg, M. O. (2017). Coking propensity during hydroprocessing of vacuum residues, deasphalted oils, and asphaltenes. *Fuel*.
- Sahu, R., Song, B. J., Im, J. S., Jeon, Y. P., & Lee, C. W. (2015). A review of recent advances in catalytic hydrocracking of heavy residues. In *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*.
- Silva, F. B., Guimarães, M. J. O. C., Seidl, P. R., & Garcia, M. E. F. (2013). Extraction and Characterization (Compositional and Thermal) of Asphaltenes From Brazilian Vacuum Residues. *Brazilian Journal of Petroleum and Gas*, 7(3), 107–118.
- Speight, J. G. (2014). The Chemistry and Technology of Petroleum. *The Chemistry and Technology of Petroleum*.
- Stratiev, D., Nedelchev, A., Shishkova, I., Ivanov, A., Sharafutdinov, I., Nikolova, R., Mitkova, M., Yordanov, D., Rudnev, N., Belchev, Z., Atanassova, V., & Atanassov, K. (2015). Dependence of visbroken residue viscosity and vacuum residue conversion in a commercial visbreaker unit on feedstock quality. *Fuel Processing Technology*.
- Sutapa, I. W., Rosmawaty, R., & Samual, I. (2013). Biodiesel Production From Bintangur Oil (*Calophyllum inophyllum* L.) Using Calcium Oxide (CaO) Catalyst. *Indo. J. Chem. Res.*, 1(1), 53–60.
- Yunanto, I., Haryati, S., & Bustan, M. D. (2019). Pyrolysis of Vacuum Residue By Thermal and Catalytic Cracking Using Active Alumina Catalyst. *Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry*, 4(1), 29–34.
- Zhan, G. Z., Shaohui, G., Suoqi, Z., Guangxu, Y., Lanqi, S., & Libo, C. (2009). Alkyl side chains connected to aromatic units in dagang vacuum residue and its supercritical fluid extraction and fractions (SFEFs). *Energy and Fuels*.