

SKRIPSI
PEMBUATAN SULFUR TRAP PADA ALAT GAS CHROMATOGRAPH
DENGAN MENGGUNAKAN ZEOLIT YANG DIAKTIVASI
MENGGUNAKAN NaOH



Laporan Ini Disusun Untuk Memenuhi Kurikulum Sarjana
Pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Oleh :

MUHAMMAD ARIEF WICAKSON 122015028

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
PALEMBANG

2020

LEMBAR PENGESAHAN

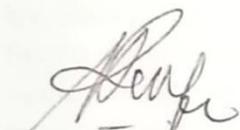
**PEMBUATAN SULFUR TRAP PADA ALAT GAS CHROMATOGRAPH
DENGAN MENGGUNAKAN ZEOLIT YANG DIAKTIVASI
MENGGUNAKAN NaOH**

Oleh :

Muhammad Arief Wicakson 122015028

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

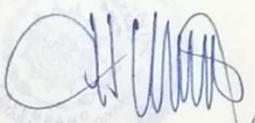

Dr. Ir. Kgs A. Roni M.T
NIDN : 0227077004

Pembimbing II


Heni Juniar S.T, M.T
NIDN : 0202067101

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia FT-UMP


Netty Herawati, S.T., M.T
NIDN : 0225017601

LEMBAR PENGESAHAN

Pembuatan Sulfur Trap Pada Alat Gas Cromatograph Dengan
Menggunakan Zeolit yang Diaktivasi Menggunakan Natrium Hidroksida
(NaOH)

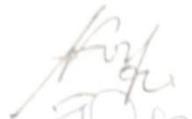
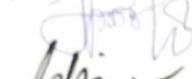
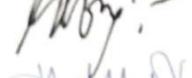
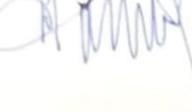
Oleh :

M. Arief Wicakson (12 2015 028)

Telah diuji di hadapan tim penguji pada tanggal 11 Februari 2020
di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Tim Penguji :

1. Dr. Ir. Kgs A. Roni M.T
2. Heni Juniar S.T M.T.
3. Ir. Legiso, M.Si.
4. Netty Herawati S.T M.T

()
()
()
()

Menyetujui,

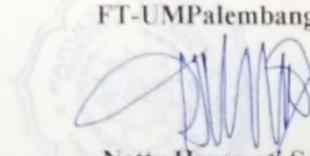
Dekan Fakultas Teknik
UMPalembang



Dr. Ir. Kgs A Roni, MT.
NIDN : 0227077004

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia
FT-UMPalembang



Netty Herawati S.T M.T
NIDN : 0225017601



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Jl. Jendral A. Yani 13 Ulu Palembang 30623, Telp. (0711) 518764, Fax (0711) 519408
Terakreditasi B dengan SK Nomor: 396/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2014

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Nama : M Arief Wicakson
NRP : 12.2015.028
Judul Tugas : **PEMBUATAN SULFUR TRAP PADA ALAT GAS CHROMATOGRAPH DENGAN MENGGUNAKAN ZEOLIT YANG DIAKTIVASI MENGGUNAKAN NaOH**

Telah Mengikuti Ujian Sidang Sarjana Teknik Kimia Pada Tanggal Delapan Bulan Februari Tahun Dua Ribu Dua Puluh Dinyatakan Lulus Dengan Nilai : A

Palembang, 4 Agustus 2020

Ketua Tim Penguji

Netty Herawati, ST., M.T
NIDN : 0225017601

Ketua Panitia Ujian Tugas Akhir
Prodi Teknik Kimia

Netty Herawati, ST., M.T
NIDN : 0225017601

Menyetujui

Pembimbing I

Dr. Ir. Kgs A. Roni, M.T
NIDN : 0227077004

Pembimbing II

Heni Juniar S.T., M.T
NIDN : 0202067101

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UMP



Dr. Ir. Kgs A. Roni, M.T
NIDN : 0227077004

Ketua Prodi Teknik Kimia

Netty Herawati, ST., M.T
NIDN : 0225017601

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : M Arief Wicakson
Tempat/Tanggal lahir : Palembang, 30 April 1996
NIM : 122015028
Program Studi : Teknik Kimia
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah hasil karya saya dan disusun sendiri dengan sungguh-sungguh serta bukan merupakan penjiplakan karya orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima sanksi berupa pembatalan skripsi ini dan segala konsekuensinya.
2. Saya bersedia untuk menanggung segala bentuk tuntutan hukum yang mungkin timbul jika terdapat pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.
3. Memberikan hak kepada Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Palembang untuk menyimpan, alih media, mengelola dan menampilkan/mempublikasikannya di media secara fulltext untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 4 Agustus 2020



M Arief Wicakson

ABSTRAK

PEMBUATAN SULFUR TRAP PADA ALAT GAS CHROMATOGRAPH DENGAN MENGGUNAKAN ZEOLIT YANG DIAKTIVASI MENGGUNAKAN NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH)

Pengujian komposisi hidrokarbon dengan menggunakan alat *gas chromatograph* di laboratorium *petrochemical* RU III Plaju tidak memiliki batasan *impurities* yang diperbolehkan. Salah satu *impurities* yang terkandung seperti sulfur dapat merusak komponen dalam *gas chromatograph*. Maka diperlukan suatu penelitian untuk membuat alat tambahan (*sulfur trap*) pada *gas chromatograph* yang dapat menurunkan kadar sulfur dalam sampel namun tidak merubah komposisi hidrokarbonnya. Zeolit merupakan adsorben yang efektif dalam penurunan sulfur. Untuk meningkatkan penyerapan, zeolit diaktivasi secara fisis dan kimiawi. Pada penelitian ini, zeolit sebanyak 100 gr dipanaskan pada temperatur 300, 350, 400, 450, 500, dan 550°C selama satu jam. Lalu ditambahkan dengan larutan *Natrium Hidroksida* (NaOH) dengan konsentrasi 0,5; 1; 2; 3; dan 4 N. Zeolit dialirkan sampel dengan laju 100, 300, dan 500 ml/menit. Kondisi optimum didapat pada suhu pemanasan 450°C, konsentrasi NaOH 2 N, dan laju alir sampel 100 ml/menit dengan persentase penyerapan sulfur sebesar 99,97 dan tidak ada perubahan pada komposisi hidrokarbonnya.

Kata kunci : *Sulfur trap, gas chromatograph, zeolit, adsorben, NaOH*

ABSTRACT

MAKING SULFUR TRAP IN CHROMATOGRAPH GAS TOOL USING ACTIVATED ZEOLITE USING SODIUM HYDROXIDE (NaOH)

Testing the composition of hydrocarbons using a gas chromatograph in the RU III Plaju petrochemical laboratory has no permitted impurities limits. One of the impurities contained such as sulfur can damage components in the gas chromatograph. So we need a study to make an additional tool (sulfur trap) on the gas chromatograph that can reduce sulfur levels in the sample but does not change the hydrocarbon composition. Zeolite is an effective adsorbent in reducing sulfur. To increase absorption, zeolites are activated physically and chemically. In this study, 100 grams of zeolit was heated at temperatures of 300, 350, 400, 450, 500 and 550oC for one hour. Then added with a solution of Sodium Hydroxide (NaOH) with a concentration of 0.5; 1; 2; 3; and 4 N. Zeolites were distributed at a rate of 100, 300, and 500 ml / min. The optimum conditions were obtained at a heating temperature of 450oC, 2N NaOH concentration, and a sample flow rate of 100 ml / min with a percentage of sulfur absorption of 99.97 and no change in the hydrocarbon composition.

Keywords: *Sulfur trap, gas chromatograph, zeolite, adsorbent, NaOH*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul

“Pembuatan Sulfur Trap Pada Alat Gas Cromatograph Dengan Menggunakan Zeolit Yang Diaktivasi Menggunakan NaOH ”. Penulisan laporan penelitian ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan selama pengerjaan laporan penelitian ini, terutama kepada:

1. Kedua Orang Tua, Keluarga, dan orang-orang terkasih atas dukungannya selama ini.
2. Ibu Netty Herawati, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ibu Dr. Mardwita, M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ibu Dr. Kgs. A. Roni, M.T. dan Ibu Heni Juniar, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Penelitian.
4. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Teman-teman Teknik Kimia Angkatan 2015.

Demikian kami berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Maret 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	v
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. MANFAAT PENELITIAN.....	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. ZEOLIT.....	5
2.2. TEORI ADSORPSI.....	11
2.3. NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH)	13
2.4. TEORI SULFUR.....	14
2.5. GAS CROMATOGRAPH	15
2.5. PENELITIAN TERDAHULU	18
BAB III	19
METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN.....	19
3.2. BAHAN DAN ALAT PENELITIAN	19
3.3. RANCANGAN PENELITIAN	19
3.4. AKTIVITAS ZEOLIT	20
3.5. RANGKAIAN ALAT	21
3.6. PROSEDUR PENELITIAN.....	21
3.7. JADWAL PENELITIAN	21
3.8. Matrik Rencana Penelitian	22
BAB IV	24
4.1. PENYERAPAN SULFUR DENGAN ZEOLID.....	24
4.2. ANALISA HIDROKARBON.....	24
BAB V	29
5.1. KESIMPULAN	29
5.2. SARAN	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	31

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi Zeolit.....	8
Tabel 2.2 Jadwal Penelitian.....	20
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	22
Tabel 4.1 Konesentrasi Sampel Hidrokarbon	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tetrahedral Alumina dan Silika pada Struktur Zeolit	5
Gambar 2.2 Diagram Alir Kinerja Alat NSX 2100V	15
Gambar 2.3 Diagram Alir Kerja Alat GC	16
Gambar 3.1 Skema Rancangan Penelitian	20
Gambar 3.2 Rangkain Sulfur Trap.....	21
Gambar 4.1 Persentase Penurunan Sulfur Pada Laju Alir 100 ml/menit.....	24
Gambar 4.2 Persentase Penurunan Sulfur Pada Laju Alir 300 ml/menit.....	24
Gambar 4.3 Persentase Penurunan Sulfur Pada Laju Alir 500 ml/menit.....	25
Gambar 4.4 Persentase Penurunan Sulfur Keseluruhan.....	27

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam kegiatan industri seperti di industri minyak dan gas, bagian laboratorium memiliki peranan yang penting karena suatu bahan atau umpan yang akan diproses, sedang diproses ataupun sudah diproses di suatu unit harus diperiksa kandungannya apakah sudah memenuhi spesifikasi atau belum. Sampel yang dianalisa di laboratorium dapat berupa padatan, cairan, dan gas. Alat-alat yang digunakan untuk analisa dapat berupa spektrofotometer UV Visible, moisturemeter, gas chromatograph, higrometer, piknometer, dan lain-lain.

Analisa sampel gas baik hidrokarbon maupun non hidrokarbon dapat dilakukan dengan menggunakan alat gas chromatograph atau lebih dikenal dengan istilah GC. GC memiliki berbagai macam jenis konfigurasi tergantung dengan keperluan di lapangan, seperti di laboratorium petrochemical PT Pertamina Refinery Unit III Plaju yang menggunakan GC dengan konfigurasi detektor FID (Flame Ionization Detector, TCD (Thermal Conductivity Detector), dan SCD (Sulfur Chemilumiscence Detector).

Alat-alat GC yang digunakan tidak mencantumkan batasan impuritis yang diperbolehkan dalam kegiatan pemeriksaan sampel. Impuritis yang dimaksud adalah senyawa sulfur seperti hidrogen sulfida (H_2S), karbonil sulfida (COS), metil merkaptan (RSH), dan lain-lain. Namun menurut para teknisi alat yang datang ketika proses instalasi alat, kandungan impuritis yang tinggi sebaiknya harus dihindari karena dapat menyebabkan penurunan kinerja sampai kerusakan alat. Sebagaimana yang diketahui bahwa senyawa sulfur bersifat korosif sehingga dapat menyebabkan korosi pada bagian – bagian dalam GC seperti kolom, isi kolom, valve bahkan sampai ke detektor alat. Walaupun dianjurkan untuk menghindari penggunaan sampel dengan kandungan impuritis yang tinggi, bukan berarti tidak boleh dilakukan sama sekali. Hal ini disebabkan karena sampel – sampel yang dikirim memiliki kandungan sulfur yang beragam setiap hari mulai dari rendah sampai yang tinggi, tergantung dengan jenis umpan minyak yang

digunakan apakah sweet crude, sour crude atau cocktail. Jika sampel dengan sulfur yang tinggi dianalisa dengan GC biasa maka dampaknya tidak akan terlihat sekarang namun akan terlihat di masa yang akan datang.

Khusus untuk sampel dengan impurities sulfur yang tinggi, sebaiknya dianalisa dengan menggunakan alat GC yang khusus dimana seluruh bagian dari alat yang kontak langsung dengan sampel harus dilapisi dengan suatu senyawa pelapis yang disebut Sulfinert. Untuk saat ini di Laboratorium Petrochemical, alat GC yang menggunakan pelapis sulfinert hanya terdapat di GC dengan detektor jenis SCD untuk pengujian kandungan H_2S , COS, dan RSH. Namun untuk alat GC yang digunakan untuk analisa kandungan hidrokarbon belum ada pelapis sulfinert.

Seperti kegiatan operasional di Polypropylene (PP) Plant Pertamina RU III Plaju, ada suatu seksi yang bernama unit purifikasi yang bertugas untuk mengolah feed sehingga sesuai dengan spesifikasi yang mereka inginkan. Spesifikasi yang diinginkan seperti kemurnian propylene dalam feed minimal 99,60 %mol dan kandungan sulfur lebih kecil dari 1 ppm. Sedangkan feed yang belum diolah memiliki kandungan sulfur yang besar mulai dari 100 sampai 10.000 ppm, tergantung dengan jenis feed minyak bumi yang di CDU dan CDL Pertamina RU III.

Salah satu fungsi dari laboratorium petrochemical adalah menganalisa kandungan feed tersebut. Ketika pemeriksaan kemurnian propylene sebelum diolah di unit purifikasi, impuritis yang terkandung dalam feed seperti sulfur yang tinggi tetap terikut ke dalam GC.

Untuk menjaga kinerja alat GC agar tetap optimal dan menghindari hal yang tidak diinginkan maka dibutuhkan suatu alat tambahan untuk mengurangi kandungan sulfur pada sampel sebelum diinjeksikan ke alat GC namun tidak mengubah hasil analisa kandungan hidrokarbon yang terkandung dalam sampel.

Seperti yang telah diketahui, zeolit merupakan salah satu adsorben yang bisa menyerap kandungan sulfur dan karbon dioksida. Namun terlebih dahulu zeolit harus diaktifkan dengan cara kalsinasi ataupun kimiawi. Kalsinasi

merupakan cara pengaktifan zeolit dengan cara pemanasan, sedangkan cara kimiawi merupakan pencampuran asam atau basa seperti NaOH.

Natrium hidroksida ([NaOH](#)), juga dikenal sebagai soda kaustik, soda api, atau sodium hidroksida, adalah sejenis [basa](#) logam kaustik. Natrium Hidroksida terbentuk dari [oksida basa](#) Natrium Oksida dilarutkan dalam air. Natrium hidroksida membentuk larutan [alkalin](#) yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. Ia digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi [bubur kayu](#) dan [kertas](#), [tekstil](#), [air minum](#), [sabun](#) dan [deterjen](#). Natrium hidroksida adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratoriumkimia.

Natrium hidroksida murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50% yang biasa disebut larutan Sorensen. Ia bersifat lembap cair dan secara spontan menyerap [karbon dioksida](#) dari udara bebas. Ia sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan, karena pada proses pelarutannya dalam air bereaksi secara eksotermis. Ia juga larut dalam [etanol](#) dan [metanol](#), walaupun kelarutan NaOH dalam kedua cairan ini lebih kecil daripada kelarutan [KOH](#). Ia tidak larut dalam [dietil eter](#) dan pelarut non-polar lainnya. [Larutan](#) natrium hidroksida akan meninggalkan noda kuning pada kain dan kertas.

Berdasarkan uraian di atas maka diperlukan suatu penelitian untuk membuat alat penyerap sulfur (sulfur trap) dari zeolit yang diaktivasi baik dengan cara kalsinasi atau kimiawai sehingga didapatkan hasil yang diinginkan yaitu penurunan kandungan sulfur pada sampel gas hidrokarbon sebelum diinjeksikan ke alat GC namun tidak mengubah kandungan hidrokarbonnya agar sampel tetap bersifat representatif dari kondisi sebenarnya di pabrik atau unit.

1.2. Permasalahan (Berdasarkan Variabel Bebas)

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh zat aktivator dengan ziolit terhadap proses penyerapan kandungan sulfur ?

2. Bagaimana pengaruh ukuran zeolit terhadap proses penyerapan kandungan sulfur?
3. Apakah terdapat perbedaan kandungan hidrokarbon pada sampel baik sebelum menggunakan sulfur trap ataupun sesudah menggunakannya?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh jenis zat aktivator pada zeolit terhadap proses penyerapan kandungan sulfur.
2. Mengetahui pengaruh ukuran zeolit terhadap proses penyerapan kandungan sulfur.
3. Mengetahui perbedaan kandungan hidrokarbon pada sampel baik sebelum menggunakan alat penyerap sulfur ataupun sesudah menggunakannya.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Menambah nilai tambah pada zeolit.
2. Mengoptimalkan kinerja dan kehandalan alat GC
3. Memberikan informasi tambahan tentang ukuran, dan zat aktivator terhadap proses penyerapan kandungan sulfur.

DAFTAR PUSTKA

- Amelia, R. 2003. *Pengaruh Konsentrasi Molekul Pengarah Terhadap Kristalinitas dan Komposisi Mineral Zeolit pada Modifikasi Zeolit Alam Wonosari*. Semarang : UNDIP.
- Flanigen, E.M. dan Khatami. 1971. *Infrared Structural Studies of Zeolite Frameworks*. New York : Union Carbide Corporation.
- Ismaryata. 1999. *The Study of Acidic Washing Temperature and Calcination Effect on Modification Process of Natural Zeolite as an Anion Exchanger*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- J.I Hurtes, N. Giraldo and S.Izquierdo. *Removal of H₂S and CO₂ from Biogas by Amine absorption*. Meksiko.
- Pertamina. 2018. "Material Safety Data Sheet". Plaju : Pertamina RU III.
- _____. 2018. *TKI Pengenceran Caustic Dan DEA pada Unit Purifikasi*. Plaju : Pertamina RU III
- Saleh, Abdullah., Rera Oktariya, dan Yuni Aviva Sarah. 2017. *Pengaruh Massa Zeolit dan Laju Alir Compressed Natural Gas Terhadap Peningkatan Metana Melalui Proses Pemurnian*. Unsri Jurnal Teknik Kimia Vol. 23, No. 2.
- Sigot, Lea., Gaelle Ducom, Patrick Germain. 2015. *Adsorption of Hydrogen Sulfide (H₂S) on Zeolite (Z) : Retention Mechanism*. Prancis : Universite de Lyon.
- Sutarti, M dan Rachmawati. 1994. *Zeolit Tinjauan Literatur*. Jakarta : Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah LIPI.
- Weller, M. T. 1994. *Inorganic Materials Chemistry*. Oxford : : Oxford University Press.
- Widhiyanuriyawan, Denny dan Nurkholis Hamidi. 2013. *Variasi Temperatur Pemanasn Zeolit Alam NaOH Untuk Pemurnian Biogas*. Malang : Jurnal Energi Dan Manufaktur Vol. 6, No. 1.