

LAPORAN PENELITIAN
PENGARUH KOMPOSISI ZEOLIT DAN ZnO PADA MEMBRAN
KERAMIK TERHADAP ADSORBSI H₂S DARI GAS ALAM DENGAN
METODE TITRASI IODOMETRI



Oleh :

M. Rifki Agus Saputra 122012008

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2017

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH KOMPOSISI ZEOLIT DAN ZnO PADA MEMBRAN
KERAMIK TERHADAP ADSORBSI H₂S DARI GAS ALAM DI DENGAN
METODE TITRASI IODOMETRI**


OLEH:

M. Rifki Agus Saputra 122012008

Palembang, Januari 2017

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I


Dr. Ir. Kgs A. Rani, MT.

NIDN : 0227077004

Dosen Pembimbing II


Ir. Hj. Umami Kalsum, MT.

NIDN : 0012976206

Mengetahui,

✦ Ketua Program Studi Teknik Kimia FT-UMP


Ir. Fegio, M.Si.
NIDN : 0217086803

**PENGARUH KOMPOSISI ZEOLIT DAN ZnO PADA MEMBRAN
KERAMIK TERHADAP ADSORBSI H₂S DARI GAS ALAM DENGAN
METODE TITRASI IODOMETRI**

OLEH :

M. RIFKI AGUS SAPUTRA (122012008)

Telah diuji dihadapan tim penguji pada tanggal 10 Februari 2017

Tim Penguji :

1. Dr. Ir. Kgs. A. Roni, MT

()


2. Ir. Hj. Ummi Kalsum, MT

()

3. Ir. Rifdah, MT

()

4. Ir. Hj. Ani Melani, MT

()

Menyetujui,

Dekan Fakultas Teknik UMP




Dr. Ir. Kgs. A. Roni, MT

NIDN : 0227077004

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Teknik Kimia FT-UMP




Ir. Legiso, M.Si

NIDN : 0217086803

MOTTO dan KATA PERSEMBAHAN

MOTTO

- ❖ *Bila kamu tak tahan lelahnya belajar, maka kamu akan menanggung perihnya kebodohan.*
(Imam Syafei)

- ❖ *“Man jadda wa jada”*
Siapa yang bersungguh-sungguh, maka dia akan mendapatkan (kesuksesan).
(Pepatah Islam)

- ❖ *Sesungguhnya ilmu adalah pohon dan amal adalah buahnya. Seseorang tidak akan dianggap alim bila tidak mengamalkan ilmunya.*
(Al-khathib al-baghdadi)

Ku persembahkan untuk:

- Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW
- Kedua Orangtuaku serta ayah & ibu tercinta
- Istriku tercinta
- Saudara - Saudaraku tersayang
- Teman - Teman Teknik Kimia UMP angkatan 2012
- Seluruh mahasiswa/i Teknik Kimia UMP Palembang
- Teman - Teman Anggota Persatuan Teknik Kimia (PERMATEK)
- Almamaterku
- Semua Teman - Teman terbaikku

Semoga kita selalu dalam lindungan Allah SWT dan menjadi insan yang bertakwa. Amiin ya rabbal alamin..

ABSTRAK
PENGARUH KOMPOSISI ZEOLIT DAN ZnO PADA MEMBRAN
KERAMIK TERHADAP ADSORBSI H₂S DARI GAS ALAM DENGAN
METODE TITRASI IODOMETRI

Oleh/By :

M. Rifki Agus Saputra

Pada gas alam terdapat senyawa H₂S yang harus dihilangkan karena merupakan zat pengotor yang dapat merusak katalis dan bersifat korosif. Dengan menggunakan membran keramik sebagai salah satu alternatif untuk menghilangkan kandungan H₂S pada gas alam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi zat aditif berupa zeolit dan ZnO terhadap adsorpsi H₂S. Penelitian dilakukan di laboratorium pusat PT. PUSRI Palembang. Dalam penelitian ini menggunakan membran keramik dengan variasi komposisi yaitu membran keramik A (60% tanah liat, 5% Zeolit, 25% ZnO, 10% semen putih), membran keramik B (60% tanah liat, 10% Zeolit, 20% ZnO, 10% semen putih), membran keramik C (60% tanah liat, 15% Zeolit, 15% ZnO, 10% semen putih), membran keramik D (60% tanah liat, 20% Zeolit, 10% ZnO, 10% semen putih), membran keramik E (60% tanah liat, 25% Zeolit, 5% ZnO, 10% semen putih). Membran keramik diuji adsorpsi dengan variasi waktu 10,20,30,40,50 dan 60 menit serta variabel tetapnya adalah kecepatan aliran gas 3 liter/menit. Metode titrasi iodometri adalah metode yang digunakan untuk menganalisa kandungan H₂S pada gas alam. Dari hasil analisa menunjukkan penurunan kandungan H₂S paling rendah yaitu 0,3618 ppm atau sebesar 95,83% pada membran keramik E dengan komposisi 25% Zeolit dan 5% ZnO dalam waktu 60 menit.

Kata kunci : Zeolit dan ZnO, H₂S, membran keramik, titrasi iodometri

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan Kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan Karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH KOMPOSISI ZEOLIT DAN ZnO PADA MEMBRAN KERAMIK TERHADAP ADSORBSI H₂S DARI GAS ALAM DENGAN METODE TITRASI IODOMETRI”** ini dengan baik. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu di Fakultas Teknik Program Studi Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang dan bertujuan untuk menggali dan menerapkan ilmu yang telah didapat selama kuliah. Penyusun menyadari bahwa di dalam penyusunan Proposal Penelitian masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak agar penyusunan tugas akhir ini dapat lebih sempurna.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kgs A. Roni, MT. Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Ir. Legiso, M.Si Sebagai Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ibu Netty Herawati, ST,MT. Sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Dr. Ir. Kgs A. Roni, MT. sebagai dosen pembimbing I.
5. Ibu Ir. Hj. Ummi Kalsum, MT. sebagai dosen pembimbing II.
6. Staf Pengajar dan Karyawan di Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
7. Staf Karyawan Laboratorium Pusat PT. PUSRI Palembang
8. Rekan-rekan Mahasiswa di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.

Semoga tugas Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, amin

Palembang, Januari 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO dan KATA PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GRAFIK	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Gas Alam	4
2.2. Teknologi Membran	5
2.2.1. Definisi Membran	5
2.2.2. Jenis-Jenis Membran	6
2.2.3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Membran	8
2.2.4. Kelebihan dan Kekurangan Membran	9
2.3. Membran Keramik	10
2.4. Membran Zeolit	11
2.5. Adsorpsi	11
2.6. Media Filter	13
2.6.1. Zeolit	13
2.6.1.1. Macam-Macam Zeolit	15
2.6.1.2. Sifat-Sifat Zeolit	16
2.6.2. ZnO	17
2.7. Bahan Pembuatan Keramik	18
2.8. Analisa Titrimetri	19
2.8.1. Reaksi-Reaksi yang Digunakan untuk Titrasi	19
2.8.2. Titrasi Iodometri	20
2.9. Penelitian Terdahulu	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.1.1. Tempat Penelitian	23

3.1.2. Waktu Penelitian	23
3.2. Alat dan Bahan	23
3.2.1. Alat untuk Pembuatan Membran Keramik	23
3.2.2. Alat untuk Analisa	23
3.2.3. Bahan untuk Pembuatan Membran Keramik	24
3.2.4. Bahan untuk Standarisasi Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	24
3.2.5. Bahan untuk Analisa H_2S	24
3.3. Prosedur Percobaan	24
3.4.1. Prosedur Pembuatan Membran Keramik	24
3.4.2. Ukuran Membran Keramik	25
3.4.3. Prosedur Pembuatan Adsorber	25
3.4.4. Standarisasi Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	26
3.4.5. Analisa H_2S dengan Metode Titrasi Iodometri	26
3.4. Variabel	27
3.2.1. Variabel Tetap	27
3.2.2. Variabel Tidak Tetap	27
3.5. Diagram Alir Penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Hasil	29
4.1.1. Hasil Penetapan Normalitas Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	29
4.1.2. Analisa H_2S dengan Menggunakan Metode Titrasi Iodometri	29
4.2. Pembahasan	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1. Kesimpulan	36
5.2. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN I	38
LAMPIRAN II.....	39
LAMPIRAN III	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Persentase Komposisi Gas Alam PT PUSRI Palembang	2
Tabel 2.1 Komposisi Kandungan Gas Alam	4
Tabel 2.2 Komposisi Tanah liat	18
Tabel 4.1 Hasil Titration $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01 N	29
Tabel 4.2 Hasil Titration H_2S Menggunakan Metode Titration Iodometri	29

DAFTAR GRAFIK

- Grafik 4.1 Hubungan antara waktu (menit) terhadap H_2S (ppm) yang tersisa dari adsorpsi33
- Grafik 4.1 Pengaruh komposisi Zeolit pada membran keramik terhadap hasil analisa H_2S (ppm) sisa adsorpsi34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tetrahedral alumina dan silika pada struktur zeolit	14
Gambar 3.1 Sistem Alat Penelitian	26
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	28

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I	Perhitungan normalitas Sodium Tiosulfat	37
LAMPIRAN II	Perhitungan kandungan Hidrogen Sulfida	39
LAMPIRAN III	Dokumentasi Penelitian	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gas alam telah banyak digunakan sebagai bahan bakar maupun bahan baku industri, oleh karena itu distribusi gas alam merupakan bagian yang penting dalam menunjang kegiatan industri saat ini. Sejak tahun 1940-an kebutuhan gas alam sebagai sumber energi mulai melonjak, hal tersebut berlangsung hingga sekarang. Penyebab meningkatnya pemanfaatan gas alam diawali sejak harga minyak bumi mengalami kenaikan sekitar tahun 1973.

Dengan kemajuan teknologi yang ada, maka beberapa metoda rekayasa telah dikembangkan dalam perancangan fasilitas untuk memproduksi gas alam dari perut bumi, untuk memisahkan kondensat yang terikut, proses pemurnian, transportasinya dan lain sebagainya. Dari dalam perut bumi gas alam diperoleh dengan berbagai macam kandungan zat. Di samping hidrokarbon ringan yang dalam keadaan jenuh, gas-gas lain yang terkandung misalnya karbon dioksida, nitrogen, hidrogen sulfida, dan argon.

Salah satu bahan baku yang digunakan pada proses pembuatan amoniak di Pabrik PT Pupuk Sriwidjaja adalah gas alam yang diperoleh dari PT Pertamina. Gas alam terlebih dahulu diolah karena bahan baku berupa gas alam yang diterima dari Pertamina masih mengandung sulfur anorganik, H_2O , *heavy hydrocarbon*, CO_2 , dan sulfur organik yang tidak diinginkan. Semua unsur tersebut dipisahkan di area *feed treating*, sehingga gas alam dapat digunakan dalam proses pembuatan gas sintesa. Senyawa H_2S pada gas alam harus dihilangkan karena:

1. Merupakan salah satu zat pengotor yang sangat tidak diinginkan.
2. Merupakan racun katalis pada proses pembuatan amoniak.
3. Dapat merusak alat kompresor.

Proses pemisahan *feed treating* di Pabrik PT Pupuk Sriwijaya menggunakan beberapa bahan kimia yang digunakan sebagai katalis yang berfungsi untuk menghilangkan zat pengotor dari gas alam seperti, *sponge iron* yaitu katalis yang digunakan untuk menghilangkan kadar sulfur, larutan *benfield* yaitu larutan yang mengandung K_2CO_3 , *Di-Ethanol Amine* (DEA), dan V_2O_5

untuk memisahkan CO₂. Kelemahan dari sponge iron adalah biaya operasi lebih mahal. Oleh karena itu peneliti mencoba mencari bahan alternatif pemurnian gas alam dari H₂S menggunakan membran keramik dengan komposisi zat aditif Zeolit dan ZnO. Penggunaan membran keramik dalam adsorpsi H₂S pada gas alam reaktif lebih murah dalam biaya operasionalnya.

Gas H₂S yang terkandung pada gas alam yang terdapat di *Gas Metering Station* (GMS) PT Pupuk Sriwidjaja Palembang yang digunakan sebagai bahan baku produk amoniak adalah sekitar 8,00 – 9,00 ppm, dengan kandungan H₂S yang masih besar maka masih perlu membutuhkan proses pemurnian untuk menghilangkan kadar sulfur. Sehingga diharapkan konsentrasi gas H₂S yang keluar dari adsorber dengan membran keramik di bawah 1 ppm.

Tabel 1.1. Persentase Komposisi Gas Alam PT PUSRI Palembang

No	Komposisi	Persentase
1	CH ₄	83,03 %
2	N ₂	0,52 %
3	HHC	11,48%
4	CO ₂	4,97 %
5	H ₂ S	8,69 ppm

Sumber : Buku analisa di Laboratorium Pusat PT Pupuk Sriwidjaja Palembang

Dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi membran keramik merupakan salah satu alat yang bisa dimanfaatkan untuk pemisahan gas. Membran keramik mempunyai keunggulan yaitu memiliki ketahanan pada suhu tinggi sehingga tidak berpengaruh pada kualitas membran tersebut. Proses pemisahan dengan menggunakan membran juga tidak menimbulkan dampak pencemaran lingkungan.

Setiap proses pemisahan membran ditandai dengan penggunaan membran untuk mencapai pemisahan tertentu. Membran memiliki kemampuan untuk mengangkut salah satu komponen atau lebih mudah dipisahkan dari komponen yang lain berdasarkan perbedaan sifat fisik atau kimia antara membran dan komponen menyerap.

1.2. Perumusan masalah

Berdasarkan hasil uraian pada latar belakang tersebut, maka dalam penelitian ini permasalahan yang timbul adalah:

1. Bagaimana pengaruh zat aditif berupa zeolit dan ZnO pada membran keramik terhadap daya adsorpsi H₂S pada gas alam?
2. Berapa komposisi membran keramik, seperti tanah liat, ZnO, zeolit, dan semen putih yang paling efektif terhadap daya adsorpsi H₂S pada gas alam?
3. Bagaimana pengaruh waktu terhadap adsorpsi H₂S pada gas alam ?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh zat aditif zeolit dan ZnO pada membran keramik terhadap daya adsorpsi H₂S pada gas alam.
2. Mengetahui komposisi tanah liat, zeolit, *zinc oxide*, dan semen putih pada membran keramik yang paling efektif terhadap daya adsorpsi H₂S pada gas alam.
3. Mengetahui waktu yang paling baik dalam adsorpsi H₂S pada gas alam.

1.4. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan memberikan manfaat diantaranya yaitu :

1. Dapat memberikan alternatif adsorpsi H₂S pada gas alam di PT.Pusri Palembang.
2. Memberikan kontribusi ilmu pengetahuan terutama berkaitan dengan adsorpsi H₂S pada gas alam.
3. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya mengenai adsorpsi H₂S pada gas alam.
4. Menambah wawasan ilmu pengetahuan mengenai pembuatan membran keramik dan proses adsorpsi.
5. Dapat memahami metode titrasi iodometri dengan baik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Gas alam atau sering disebut sebagai gas bumi adalah bahan bakar fosil berbentuk gas yang mempunyai komponen utama berupa metana (CH_4), gas alam ditemukan di ladang minyak, ladang gas bumi, dan tambang batu bara. Gas metana juga dapat diproduksi melalui pembusukan oleh bakteri anaerob dari bahan-bahan organik selain fosil yang sering dikenal dengan biogas.

2.1. Gas Alam

Komponen utama pada gas alam adalah metana (CH_4) yang merupakan hidrokarbon rantai terpendek dan teringan. Selain itu juga gas alam mengandung molekul-molekul hidrokarbon yang lebih berat seperti etana (C_2H_6), propana (C_3H_8), butana (C_4H_{10}), dan pentana (C_5H_{12}). Komponen yang terdapat pada gas alam juga mengandung gas-gas lain seperti hidrogen sulfida (H_2S), karbon dioksida (CO_2), dan nitrogen (N_2). Adapun senyawa-senyawa yang terkandung pada gas alam dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi Kandungan Gas Alam

No	Komponen	%
1	CH_4	74,0571
2	N_2	0,1701
3	CO_2	1,8733
4	C_2H_6	12,2755
5	C_3H_8	6,7944
6	i- C_4H_{10}	1,6020
7	n- C_4H_{10}	1,8424
8	i- C_5H_{12}	0,7406
9	n- C_5H_{12}	0,4489
10	C_6^+	0,1958
Total		100

Sumber : Jefri Tampubolon, 2009

Nitrogen, karbon dioksida, hidrogen sulfida, dan air juga terdapat pada gas alam, termasuk juga merkuri yang terkandung pada gas alam dalam jumlah kecil. Komponen tersebut merupakan kontaminan yang tidak diinginkan keberadaannya dalam gas alam. Komponen gas alam bervariasi sesuai dengan sumber gas alam yang didapatkan. Hidrogen sulfida adalah salah satu zat pengotor utama pada gas alam yang harus dipisahkan. Gas dengan jumlah kandungan pengotor sulfur yang tinggi dinamakan *sour gas* dan sering disebut juga dengan gas asam.

2.2. Teknologi Membran

Membran merupakan studi yang telah lama dilakukan sejak abad 18 oleh berbagai saintis. Pada awalnya membran tidak digunakan dalam proses komersil, tetapi sering digunakan dalam laboratorium untuk observasi dan penelitian yang berhubungan dengan teori kimia dan fisika. Misalnya dalam teori kinetik gas yang dilakukan oleh Maxwell, digunakan membran untuk sifat permeaselektivitas yang baik.

Tahun 1960, teknologi membran mulai digunakan dalam berbagai industri. Timbul permasalahan-permasalahan yang berhubungan dengan membran dalam penggunaannya di dunia industri yaitu : *unreliable*, terlalu lama proses produksinya, terlalu selektif, dan terlalu mahal. Setelah sekitar 30 tahun kemudian permasalahan-permasalahan itu bisa terpecahkan dan teknologi membran mulai banyak digunakan dalam industri.

2.2.1. Definisi Membran

Membran merupakan alat pemisah berupa penghalang yang bersifat selektif yang dapat memisahkan dua fase dari berbagai campuran. Campuran tersebut dapat bersifat homogen atau heterogen dan dapat berupa padatan, cairan atau gas. Transportasi pada membran terjadi karena adanya driving force yang dapat berupa konveksi atau difusi dari masing-masing molekul, adanya tarik menarik antar muatan komponen atau konsentrasi larutan, dan perbedaan suhu atau tekanan (Pabby et al, 2009).

Ditinjau dari bahannya membran terdiri dari bahan alami dan bahan sintetis. Bahan alami adalah bahan yang berasal dari alam misalnya pulp dan

kapas, sedangkan bahan sintesis dibuat dari bahan kimia, misalnya polimer. Membran berfungsi memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang mempunyai ukuran lebih besar dari pori-pori membran dan melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil. Larutan yang mengandung komponen yang tertahan disebut dengan konsentrat sedangkan larutan yang mengalir disebut *permeat*. Selain berfungsi sebagai sarana pemisahan, membran juga dapat berfungsi sebagai sarana pemekatan dan pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan pada membran tersebut.

2.2.2. Jenis-Jenis Membran

Berdasarkan fungsinya, membran dapat diklasifikasikan dalam 4 bagian, antara lain (Handayani, 2011) :

1. Mikrofiltrasi

Merupakan pemisahan partikel berukuran mikron atau semi mikron. Membran mikrofiltrasi memiliki ukuran partikel 0,1 – 1,0 μm . Tekanan yang digunakan pada membran jenis ini adalah 0,1 – 2 bar. Bentuknya lazim berupa *cartridge*, yang berguna untuk menghilangkan partikel dari air yang berukuran 0,04 sampai 100 mikron. Asalkan kandungan padatan total terlarut tidak melebihi 100 ppm.

2. Ultrafiltrasi

Membran ultrafiltrasi adalah teknik pemisahan dengan menggunakan membran untuk menghilangkan zat terlarut dengan bobot molekul tinggi, aneka koloid, mikroba sampai padatan tersuspensi dari air lautan. Dengan ukuran partikel 0.001 – 0.1 μm . Tekanan yang digunakan pada membran jenis ini adalah 1,0 – 5,0 bar. Membran semipermeabel dipakai untuk memisahkan makro molekul dari larutan. Ukuran dan bentuk molekul yang terlarut merupakan faktor penting dalam penggunaan membran.

3. Nanofiltrasi

Nanofiltrasi adalah proses pemisahan jika ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi tidak dapat mengolah air seperti yang diharapkan. Nanofiltrasi cocok bagi air dengan total padatan terlarut yang rendah, dilunakkan dan dihilangkan senyawa

organiknya. Formulasi dasarnya mirip reverse osmosis tetapi mekanisme operasionalnya mirip ultrafiltrasi. Tekanan pada membran jenis ini adalah 5,00 – 20,00 bar.

4. Reverse Osmosis

Reverse osmosis adalah proses pengolahan yang membutuhkan tekanan relatif tinggi. Dengan ukuran partikel 0.0001 – 0.001 μm dengan tekanan operasi yang tinggi yaitu 10,00 – 100,00 bar.

Berdasarkan jenis pemisahan dan strukturnya, membran dapat dibagi menjadi 3 kategori (Mulder, 1996) :

1. Porous membrane

Pemisahan berdasarkan atas ukuran partikel dari zat-zat yang akan dipisahkan. Hanya partikel dengan ukuran tertentu yang dapat melewati membran sedangkan sisanya akan tertahan. Berdasarkan klasifikasi dari IUPAC, pori dapat dikelompokkan menjadi *macropores* ($> 50 \text{ nm}$), *mesopores* (2-50 nm), dan *micropores* ($< 2 \text{ nm}$). *Porous membrane* digunakan pada mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi.

2. Non-porous membrane

Dapat digunakan untuk memisahkan molekul dengan ukuran yang sama, baik gas maupun cairan. Pada *non-porous membrane*, tidak terdapat pori seperti halnya *porous membrane*. Perpindahan molekul terjadi melalui mekanisme difusi. Jadi, molekul terlarut di dalam membran, baru kemudian berdifusi melewati membran tersebut.

3. Carrier membrane

Pada *carrier membrane*, perpindahan terjadi dengan bantuan *carrier molecule* yang mentransportasikan komponen yang diinginkan untuk melewati membran. *Carrier molecule* memiliki afinitas yang spesifik terhadap salah satu komponen sehingga pemisahan dengan selektifitas yang tinggi dapat dicapai.

Berdasarkan materialnya membran dibagi menjadi 3, (Mulder, 1996):

1. Organik (Polimer)

Contoh material : *polycarbonate*, *polyamide*, *polysulfone*, dan lain-lain. Jenis polimer yang dapat dijadikan sebagai material membran yaitu :

a. Membran berpori (*Porous Membrane*)

Digunakan untuk aplikasi mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi.

b. Membran tidak berpori (*Non-Porous Membrane*)

Digunakan untuk aplikasi permeasi gas, uap, dan pervaporasi.

2. Anorganik

Tipe material anorganik membran ada empat, yaitu :

a. Membran gelas / kaca. Berupa silikon oksida / silika (SiO_2)

b. Membran logam (termasuk karbon)

c. Membran zeolit

d. Membran keramik

Merupakan kombinasi dari logam (*aluminium*, *titanium*, *silicium* atau *zirconium*) dan non-logam (*oxide*, *nitride* atau *carbide*).

3. Biologi

Merupakan material membran yang berasal dari makhluk hidup misalnya lipida (*phospholipid*). Struktur membran dari material ini sangat kompleks. Tiap molekul lipid terdapat bagian yang hidrofilik dan hidrofobik.

2.2.3. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Membran

Pembuatan membran mempunyai spesifikasi khusus tergantung untuk apa membran tersebut digunakan dan spesifikasi apa produk yang diharapkan. Beberapa faktor yang mempengaruhi dalam penggunaan membran diantaranya sebagai berikut :

1. Ukuran Molekul

Ukuran molekul membran sangat mempengaruhi kinerja membran. Pada pembuatan mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi mempunyai spesifikasi khusus.

2. Bentuk Molekul

Bentuk dan konfigurasi makromolekul mempunyai efek pada kekuatan ion, temperatur dan interaksi antar komponen. Perbedaan bentuk ini khusus pada kondisi dibawah permukaan membran.

3. Bahan Membran

Perbedaan bahan membran akan berpengaruh pada hasil *rejection* dan distribusi ukuran pori. Sebagai contoh membran dari *Polysulfone* dan membran dari selulosa asetat, kedua membran ini menunjukkan rendahnya deviasi yang mempunyai efek pada tekanan membran.

4. Parameter operasional

Jenis parameter yang digunakan pada operasional umumnya terdiri dari tekanan membran, permukaan membran, temperatur dan konsentrasi.

5. Karakteristik Larutan

Pada umumnya berat molekul larutan garam dan gula mempunyai berat molekul yang kecil dari ukuran pori membran. Karakteristik larutan ini mempunyai efek pada permeabilitas membran.

2.2.4. Kelebihan dan Kekurangan Membran

Kelebihan dan Kekurangan Membran adalah (Handayani, 2011) :

a) Kelebihan

1. Pemisahan berlangsung secara kontinyu/berlanjut.
2. Biaya operasi relatif murah.
3. Konsumsi energi yang diperlukan rendah.
4. Mudah untuk ditingkatkan kapasitasnya (*scale up*).
5. Efisiensi ruang.
6. Mampu memisahkan partikel sampai ukuran nanometer.

b) Kekurangan

1. Biaya investasi awal cukup tinggi.
2. Lebih mudah mengalami fouling.
3. Perhitungan terhadap variabel yang mempengaruhi performansi membran harus cermat.
4. Tidak bisa memisahkan partikel solut dengan ukuran lebih kecil dari 1 nm.

2.3. Membran Keramik

Membran keramik adalah membran yang terbentuk dari kombinasi logam (aluminium, titanium, zirkonium) dengan non logam dalam bentuk oksida, nitrida atau karbida. Contohnya adalah pada membran alumina atau zirkonia. Pada membran keramik susunan, bentuk, dan ukuran pori menjadi kunci karakterisasi membran. Perkembangan membran keramik semakin pesat untuk berbagai proses pemisahan dan pemekatan karena membran keramik memiliki keunggulan yaitu kestabilan termal, kimia, dan mekanik yang tinggi sehingga membran keramik tersebut memiliki waktu pemakaian (*life-time*) yang lama dan mudah dilakukan pencucian (Akbar, 2009).

Membran keramik banyak digunakan untuk proses mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi, bahkan untuk pemisahan gas yang memerlukan suhu tinggi. Ketahanan membran keramik terhadap temperatur tinggi membuat membran keramik sangat disukai untuk pemisahan gas pada suhu tinggi, khususnya dalam kombinasi dengan reaksi kimia dimana membran digunakan sebagai katalis maupun pembawa selektif yang akan memisahkan komponen yang sudah dibentuk.

Fluks membran keramik secara langsung berhubungan dengan porositas, dimana membran keramik yang bagus adalah membran dengan porositas tinggi, tetapi tidak menurunkan kekuatan mekanik membran tersebut. Porositas membran keramik dapat ditingkatkan dengan aglomerisasi partikel-partikel bahan keramik pada tahap awal pemrosesan, yaitu pada saat pembentukan suspensi dan proses pencetakan (Akbar, 2009).

Dalam proses pembuatan membran keramik dapat menghasilkan ukuran pori-pori yang sama. Membran keramik mempunyai aplikasi yang sangat luas, baik di laboratorium maupun industri. Membran keramik banyak digunakan dalam industri karena memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan membran polimer, yaitu mempunyai ketahanan kimiawi, ketahanan mekanik, dan juga ketahanan termal yang lebih baik. Membran keramik banyak diaplikasikan pada proses pemisahan gas pada industri gas dan minyak bumi, pemurnian air, pemurnian gas, klarifikasi dan sterilisasi produk minuman.

2.4. Membran Zeolit

Membran zeolit termasuk dalam kategori membran keramik. Jenis membran ini banyak digunakan pada proses komersial saat ini. Membran zeolit berbentuk mikroporos yang dihasilkan dari zeolit dan diproses menggunakan metode kristalisasi lapisan zeolit dengan temperatur dan tekanan yang tinggi. Dengan bentuk membran yang berupa mikroporos, maka membran zeolit memiliki keunggulan dalam menyeleksi molekul zat.

Membran zeolit sulit dihasilkan dan memerlukan biaya yang tinggi terutama dalam pembuatan zeolitnya. Untuk itu, kebanyakan dari membran jenis ini dihasilkan dari zeolit yang diambil langsung dari material yang mengandung zeolit yang terdispersi dalam matriks polimer sehingga lebih sering disebut *mixed matrix membrane* (Akbariy, 2009).

Prinsip selektifitas pada membran zeolit adalah seperti permodelan pada membran mikroporos, dimana molekul yang lebih kecil dari pori akan diseleksi. Untuk kasus *mixed matrix membrane*, digabungkan antara kedua model membran. Syarat pertama seleksi adalah molekul yang dapat berdiri melalui fasa polimer dan cukup untuk melewati pori dari zeolit (Akbariy, 2009).

2.5. Adsorpsi

Adsorpsi adalah peristiwa penyerapan pada permukaan suatu adsorben, misalnya adsorpsi zat padat terhadap gas atau zat cair. Zat yang teradsorpsi disebut sebagai adsorbat dan zat pengadsorpsi disebut adsorben (Kasmadi, 2002). Adsorpsi adalah salah satu proses penyerapan dimana suatu cairan atau gas akan terikat pada suatu padatan atau cairan (adsorben) dan membentuk lapisan film (adsorbat) pada permukaannya.

Peristiwa adsorpsi dapat terjadi pada adsorben yang pada umumnya beberapa zat padat. Adsorpsi oleh zat padat dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi fisis (*fisisorpsi*) dan adsorpsi khemis (*chemisorpsi*). Adsorpsi fisik disebabkan oleh gaya *van der Waals*. Pada adsorpsi fisik, molekul-molekul teradsorpsi pada permukaan dengan ikatan yang lemah. Pada adsorpsi khemis, molekul-molekul yang teradsorpsi pada permukaan bereaksi secara kimia, sehingga terjadi pemutusan dan pembentukan ikatan (Adamson, 1990).

1. *Physisorption* (adsorpsi fisika)

Adsorpsi fisika terjadi karena gaya *Van der Waals* dimana ketika gaya tarik molekul antara larutan dan permukaan media lebih besar daripada gaya tarik substansi terlarut dan larutan, maka substansi terlarut akan diadsorpsi oleh permukaan media. *Physisorption* ini memiliki gaya tarik *Van der Waals* yang kekuatannya relatif kecil (Handayani, 2011).

Contoh :

Adsorpsi oleh zeolit, silika gel, dan karbon aktif. Aktivasi karbon aktif pada temperatur yang tinggi akan menghasilkan struktur berpori dan luas permukaan adsorpsi yang besar. Semakin besar luas permukaan yang dihasilkan, maka semakin banyak substansi terlarut yang akan melekat pada permukaan media adsorpsi.

2. *Chemisorption* (adsorpsi kimia)

Chemisorption terjadi ketika terbentuknya ikatan kimia antara substansi terlarut dalam larutan dengan molekul dalam media (Handayani, 2011).

Contoh :

Metal hydride, calcium sholide, dan Ion exchange.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi (Handayani, 2011) :

1. Jenis adsorbat

- a. Ukuran molekul merupakan hal penting agar adsorpsi dapat terjadi secara sempurna, molekul yang dapat diadsorpsi adalah molekul yang diameternya lebih kecil atau sama dengan diameter pori-pori adsorben.
- b. Adsorbat dengan rantai yang bercabang biasanya lebih mudah diadsorpsi dibandingkan rantai yang lurus.
- c. Apabila diameter sama, molekul-molekul polar lebih kuat teradsorpsi daripada molekul-molekul tidak polar. Kemampuan adsorpsi molekul yang mempunyai polarisabilitas yang tinggi.

2. Konsentrasi

Semakin tinggi konsentrasi maka semakin besar jumlah adsorbat yang dapat teradsorpsi. Jika konsentrasi adsorbat tinggi, kemungkinan adsorpsi bersentuhan dengan adsorben makin besar.

3. Luas permukaan

Semakin besar luas permukaan adsorben maka jumlah molekul adsorbat yang teradsorpsi akan semakin meningkat. Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah adsorben.

4. Temperatur

Pada saat molekul-molekul gas melekat pada permukaan adsorben akan terjadi peristiwa pembebasan energi. Berkurangnya temperatur akan menambah jumlah adsorbat yang teradsorpsi lebih banyak.

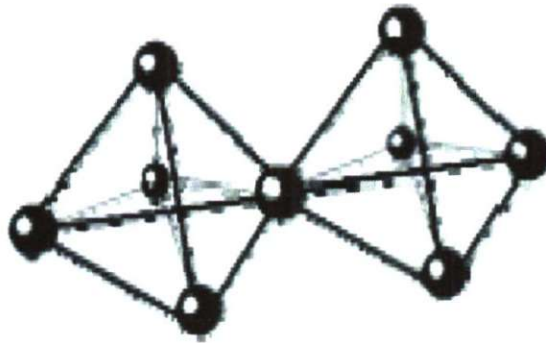
2.6. Media Filter

2.6.1. Zeolit

Nama zeolit berasal dari kata *zein* yang berarti mendidih dan *lithos* yang artinya batuan, dengan demikian mineral zeolit merupakan zat yang mempunyai sifat mendidih atau mengembang apabila dipanaskan. Zeolit merupakan batuan atau mineral alam yang secara kimiawi termasuk golongan mineral silika dan dinyatakan sebagai alumina silikat terhidrasi, berbentuk halus, dan merupakan hasil produk sekunder yang stabil pada kondisi permukaan karena berasal dari proses sedimentasi, pelapukan, dan aktivitas hidrotermal (Sutarti, 1994).

Mineral zeolit dikenal sebagai bahan alam dan umumnya dalam bentuk batuan *clinoptilolite*, *mordenite*, *barrerite*, *chabazite*, *stilbite*, *analcimedan* *laumonlite*, sedangkan *offerite*, *paulingite*, dan *mazzite* hanya sedikit dan jarang dijumpai. Zeolit merupakan senyawa alumina silika (Si/Al) yang mempunyai pori dan luas permukaan yang relatif besar, sehingga mempunyai sifat adsorpsi yang tinggi. Zeolit dengan kandungan Si yang tinggi seperti *clinoptilolite*, *mordenite*, dan *ferrierite* dikelompokkan sebagai batuan *acidic*.

Zeolit merupakan kristal berongga yang terbentuk oleh jaringan silika alumina tetrahedral tiga dimensi dan mempunyai struktur yang relatif teratur dengan rongga yang di dalamnya terisi oleh logam alkali atau alkali tanah sebagai penyeimbang muatannya. Rongga-rongga tersebut merupakan suatu sistem saluran yang didalamnya terisi oleh molekul air (Ismaryata, 1999).



Gambar 2.1. Tetrahedral alumina dan silika pada struktur zeolit (Las, 2004)

Kerangka dasar struktur zeolit terdiri dari unit-unit tetrahedral $(\text{AlO}_4)^{5-}$ dan $(\text{SiO}_4)^{4-}$ yang saling berhubungan melalui atom oksigen dan di dalam struktur tersebut Si^{4+} dapat diganti Al^{3+} dengan substitusi isomorfik. Formula untuk satuan sel zeolit adalah $\text{Mx/n} \{(\text{AlO}_2)_x(\text{SiO}_2)_y\} \cdot z\text{H}_2\text{O}$, dimana M merupakan kation alkali / alkali tanah, n merupakan valensi logam alkali / alkali tanah, { } merupakan kerangka alumina, z merupakan jumlah molekul air yang terhidrat, serta x dan y merupakan jumlah tetrahedron per unit sel (Martin, 2000). Biasanya y/x bernilai 1 - 5, tetapi zeolit dengan silika tinggi harga y/x dibuat hingga 10-100 atau bahkan lebih tinggi.

Struktur kerangka zeolit mengandung saluran atau hubungan rongga yang berisi kation dan molekul air. Kation aktif bergerak dan umumnya bertindak sebagai ion exchange. Air dapat dihilangkan secara reversibel yang secara umum dilakukan dengan pemberian panas (Rini, 2010).

Semua zeolit yang ditemukan di alam selalu mengandung air. Air merupakan molekul polar yang sangat mudah teradsorpsi di permukaan zeolit. Karena ukurannya kecil, air akan mengisi seluruh saluran dan rongga-rongga dalam kristal zeolit. Air teradsorpsi ini dapat didesorbsikan dengan cara pemanasan. Adsorpsi kembali terjadi bila zeolit dikontakkan dengan air / uap air. Jenis dan konsentrasi kation dalam kristal zeolit sangat berpengaruh pada ukuran saluran bebas, makin besar kation makin kecil ukuran saluran saluran.

Dalam praktik, pengaruh ukuran kation ini dapat dimanfaatkan untuk mengendalikan sifat ayakan molekuler. Konsentrasi kation yang ekuivalen dengan

konsentrasi Al dapat menghasilkan medan listrik elektrostatik yang kekuatannya dipengaruhi juga oleh jenis dan distribusinya. Sifat yang ditimbulkan ini berpengaruh pada selektivitas adsorpsi permukaan zeolit (Rini, 2010).

Karakteristik struktur zeolit antara lain :

1. Sangat berpori, karena kristal zeolit merupakan kerangka yang terbentuk dari jaring tetrahedral SiO_4 dan AlO_4 .
2. Pori-porinya berukuran molekul, karena pori zeolit terbentuk dari tumpukan cincin beranggotakan 6, 8, 10, atau 12 tetrahedral.
3. Dapat menukarkan kation, karena perbedaan muatan Al^{3+} dan Si^{4+} menjadikan atom Al dapat kerangka kristal bermuatan negatif dan membutuhkan kation penetral. Kation penetral yang bukan menjadi bagian kerangka ini mudah diganti dengan kation lainnya.
4. Dapat dijadikan padatan yang bersifat asam, karena penggantian kation penetral dengan proton-proton menjadikan zeolit padatan asam Bronsted.

Banyak kristal zeolit baru telah disintesis dan memenuhi beberapa fungsi penting dalam industri kimia, minyak bumi dan juga dipakai sebagai produk seperti detergen. Ada sekitar 150 tipe zeolit sintetik dan 40 mineral zeolit. Umumnya biji zeolit kualitas tinggi ditambang dengan proses penghancuran, pengeringan, pembubukan, dan penyaringan.

2.6.1.1 Macam-macam Zeolit

Macam-macam zeolit dikelompokkan menjadi 4 yaitu :

- a. Zeolit yang terbentuk pada suhu tinggi, dimana masing-masing temperature tertentu akan terbentuk jenis zeolit tertentu pula.
- b. Zeolit yang terbentuk di dekat permukaan lingkungan sedimentasinya dengan perubahan kimia.
- c. Zeolit yang terbentuk pada suhu rendah pada lingkungan pengendapan laut.
- d. Zeolit yang terbentuk sebagai akibat dari terbentuknya *eraters* di lingkungan dasar laut yang menghasilkan *fast hydrothermal zeolitization* dari gelas vulkanik (Rini, 2010).

2.6.1.2 Sifat-sifat Zeolit

a. Dehidrasi

Dehidrasi adalah proses yang bertujuan untuk melepaskan molekul-molekul air dari kisi kristal sehingga terbentuk suatu rongga dengan permukaan yang lebih besar dan tidak lagi terlindungi oleh sesuatu yang berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Proses dehidrasi mempunyai fungsi utama melepas molekul air dari kerangka zeolit sehingga mempertinggi keaktifan zeolit. Jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori-pori atau volume yang hampa yang akan terbentuk bila unit sel kristal zeolit tersebut dipanaskan.

b. Adsorpsi

Pada keadaan normal, ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Bila kristal zeolit dipanaskan pada suhu sekitar 300-400 °C air tersebut akan keluar sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Dehidrasi menyebabkan zeolit mempunyai struktur pori yang sangat terbuka dan mempunyai luas permukaan internal yang luas.

c. Penukar Ion

Penukar ion di dalam zeolit adalah proses dimana ion asli yang terdapat dalam intra kristalin diganti dengan kation lain dari larutan. Zeolit mempunyai struktur angka tiga dimensi yang terdiri dari tetrahedral SiO_2 dan AlO_4 , trivalent Al^{3+} dalam posisi tetrahedralnya membutuhkan adanya penambahan muatan listrik, biasanya menggunakan Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , atau Ca^{2+} . Dalam struktur rangka zeolit, kation-kation tersebut tidak terikat pada posisi yang tepat, tapi dapat bergerak bebas dalam rangka zeolit dan bertindak sebagai *counter ion* yang dapat dipertukarkan dengan kation-kation lain.

d. Katalisator

Zeolit merupakan katalisator yang baik karena mempunyai pori-pori yang besar dengan permukaan yang luas dan juga memiliki sisi aktif. Dengan adanya rongga intrakristalin, zeolit dapat digunakan sebagai katalis, reaksi katalitik dipengaruhi oleh ukuran mulut rongga dan sistem alur karena reaksi ini tergantung pada difusi pereaksi dan hasil reaksi.

e. Penyaring / pemisah

Zeolit mampu memisahkan berdasarkan perbedaan ukuran, bentuk dan polaritas dari beberapa molekul yang disaring. Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau padat dari suatu zat campuran tertentu karena mempunyai rongga yang cukup besar dengan garis tengah yang bermacam-macam (antara 2-3 Å). Volume dan ukuran garis tengah ruang kosong dalam kristal-kristal ini menjadi dasar kemampuan zeolit untuk bertindak sebagai penyaring molekul. Molekul yang berukuran lebih kecil dapat masuk ke dalam pori-pori, sedangkan molekul yang berukuran lebih besar dari pori-pori akan tertahan yang disebut dengan istilah konsentrasi.

Untuk mendapatkan kandungan aluminium yang optimum pada zeolit dapat dilakukan dengan metode dealuminasi. Dealuminasi dapat digunakan untuk mengontrol aktivitas keasaman dan ukuran pori-pori zeolit yang berhubungan dengan fungsi zeolit sebagai penyerap (Khairinal dan Trisunaryanti, 2000).

2.6.2. ZnO

Zinc oxide dengan rumus molekul ZnO merupakan senyawa anorganik yang berwujud padat, berwarna putih hingga putih kekuning-kuningan. ZnO secara luas digunakan sebagai bahan aditif pada produk-produk dan material seperti plastik, keramik, kaca, dan semen. Meskipun ZnO terdapat dalam kerak bumi dalam bentuk mineral yang dinamakan *zincite*, namun pada umumnya produksi ZnO secara komersial dibuat secara sintesis. (<http://id.scribd.com/doc/74049145/Seng-Oksida>).

2.7. Bahan Pembuatan Membran Keramik

1. Tanah liat

Tanah liat berasal dari kerak bumi yang terjadi karena pelapukan, erosi angin, air dan *gletser*. Tanah liat adalah bahan baku utama pembuatan membran keramik, adapun komposisi tanah liat sebagai berikut.

Tabel 2.2. Komposisi Tanah liat

No.	Senyawa Kimia	Persentase (%)
1.	SiO ₂	62,06
2.	Fe ₂ O ₃	6,65
3.	NH ₂ CO ₃	14,13
4.	CaO	3,13
5.	MgO	0,29
6.	Na ₂ O	6,52
7.	K ₂ O	2,69
8.	TiO	0,30
9.	H ₂ O	0,94

Sumber : Dinas Pertambangan dan Energi Sumsel, 2005

2. Zeolit

Karakteristik struktur zeolit antara lain :

1. Sangat berpori, karena kristal zeolit merupakan kerangka yang terbentuk dari jaring tetrahedral SiO₄ dan AlO₄ .
2. Dapat menukarkan kation, karena perbedaan muatan Al³⁺ dan Si⁴⁺ menjadikan atom Al dapat kerangka kristal bermuatan negatif dan membutuhkan kation penetral. Kation penetral yang bukan menjadi bagian kerangka ini mudah diganti dengan kation lainnya.
3. Dapat menjadi katalis solid karena mempunyai pori-pori yang besar dengan permukaan yang luas dan juga memiliki sisi aktif.
4. Dapat dijadikan padatan yang bersifat asam, karena penggantian kation penetral dengan proton-proton menjadikan zeolit padatan asam Bronsted.

3. Zinc oxide

Karakteristik *zinc oxide* antara lain :

1. *Zinc oxide* merupakan senyawa anorganik yang berwujud padat.
2. Berwarna putih hingga putih kekuning-kuningan.
3. Secara luas digunakan sebagai bahan aditif pada produk-produk dan material seperti plastik, keramik, kaca.
4. Dapat digunakan sebagai katalis.

4. Semen putih

Semen putih berfungsi sebagai perekat yang digunakan pada pembuatan membran keramik.

2.8. Analisa Titrimetri

Analisa titrimetri mengacu pada analisa kimia kuantitatif yang dilakukan dengan menetapkan volume suatu larutan yang konsentrasinya diketahui dengan tepat diperlukan untuk bereaksi secara kuantitatif dengan larutan dari zat yang akan ditetapkan. Larutan dengan konsentrasi / kekuatan yang telah diketahui tersebut disebut dengan larutan standar (Underwood, 1990).

Larutan standar ditambahkan dari dalam biuret pada proses titrasi. Proses penambahan larutan standar sampai titik ekuivalen untuk menetapkan suatu volume disebut dengan titrasi. Titik ekuivalen sering juga disebut dengan titik akhir stoikiometri, untuk mengakhiri suatu titrasi harus terdeteksi oleh suatu perubahan maka ditambahkan suatu zat yang dikenal dengan indikator. Perubahan warna yang terjadi akibat zat indikator disebut dengan titik akhir.

Istilah titrasi menyangkut proses untuk mengukur volume titran yang diperlukan untuk mencapai titik ekuivalen. Selama bertahun-tahun istilah analisa volumetrik sering digunakan daripada titrimetri, akan tetapi dilihat dari segi yang lebih spesifik istilah titrimetri lebih baik, karena pengukuran-pengukuran volume tidak hanya dibatasi oleh titrasi. Pada analisa tertentu misalnya, orang dapat mengukur volume gas (Underwood, 1990).

2.8.1. Reaksi-Reaksi yang Digunakan untuk Titrasi

Reaksi-reaksi kimia yang digunakan yang digunakan sebagai dasar untuk penentuan titrimetri secara mudah penggunaannya dikelompokkan ke dalam 4 jenis (Underwood, 1990) :

1. Titrasi Asam Basa

Terdapat banyak asam basa yang ditentukan dengan titrimetri. Jika HA merupakan asam yang akan ditentukan dan BOH basa, reaksi yang terjadi :



Titran biasanya merupakan larutan standar elektrolit kuat, seperti NaOH dan HCl.

2. Titrasi Oksidasi-Reduksi

Reaksi-reaksi kimia yang menyangkut oksidasi-reduksi secara luas digunakan dalam analisa titrimetri. Misalnya, besi, dalam keadaan oksidasi +2 dapat dititrasi dengan suatu larutan standar serium (IV) sulfat. Pengoksidasi lain yang secara luas digunakan sebagai suatu titran adalah kalium permanganat, KMnO_4 . R dalam reaksi dengan besi (II) dalam larutan asam basa adalah :



3. Titrasi Pengendapan

Pengendapan kation perak dengan anion halogen merupakan proses titrimetri yang digunakan secara luas. Reaksinya adalah :



4. Pembentukan Kompleks

Reaksi yang menghasilkan suatu kompleks stabil adalah antara ion-ion perak dan sianida :



Reaksi ini merupakan dasar dari yang disebut cara *liebig* untuk menentukan sianida. Pereaksi organik tertentu seperti asam etilen diamin tetra asetat (EDTA), membentuk kompleks stabil dengan sejumlah ion metal dan digunakan secara luas untuk penentuan logam-logam.

2.8.2 Titrasi Iodometri

Titration iodometri adalah salah satu jenis titrasi redoks yang melibatkan iodium. Titrasi iodometri termasuk jenis titrasi tidak langsung yang dapat digunakan untuk menetapkan senyawa-senyawa yang mempunyai potensial oksidasi yang lebih besar daripada sistem iodium atau senyawa-senyawa yang bersifat oksidator seperti $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (<http://id.wikipedia.org/wiki/Titrasi>).

Bebeda dengan titrasi iodometri yang mereaksikan sampel dengan iodium, maka pada proses iodometri ini, sampel yang bersifat oksidator direduksi dengan KI berlebih dan akan menghasilkan I_2 yang selanjutnya ditirasi dengan larutan baku natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). Banyaknya volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan sebagai titran setara dengan banyaknya sampel.

Contoh reaksi dengan Cu^{2+} :



Pada titrasi iodometri perlu diawasi pHnya. Larutan harus dijaga supaya pHnya lebih kecil dari 8 karena dalam lingkungan yang alkalis iodium bereaksi dengan hidroksida membentuk iodida dan hipiodit dan selanjutnya terurai menjadi iodida dan iodat yang akan mengoksidasi tiosulfat menjadi sulfat, sehingga reaksi berjalan tidak kuantitatif. Adanya konsentrasi asam yang kuat dapat menaikkan oksidasi potensial anion yang mempunyai oksidasi potensial yang lemah sehingga direduksi sempurna oleh iodida. Dengan pengaturan pH yang tepat dari larutan maka dapat diatur jalannya reaksi dalam oksidasi atau reduksi dari senyawa.

Indikator yang digunakan dalam titrasi ini adalah amylum yang sering dikenal dengan indikator *starch*. Amylum tidak mudah larut dalam air serta tidak stabil dalam suspensi dengan air, membentuk kompleks yang sukar larut dalam air bila bereaksi dengan iodium, sehingga tidak boleh ditambahkan pada awal titrasi. Penambahan amylum ditambahkan pada saat larutan berwarna kuning pucat dan dapat menimbulkan titik akhir titrasi yang tiba-tiba. Titik akhir titrasi ditandai dengan terjadinya hilangnya warna biru dari larutan menjadi bening (<http://id.wikipedia.org/wiki/titrasi>).

2.9. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ririen,W , Bahruddin dan zultiniar dengan judul "*Proses Absorpsi Gas H₂S Menggunakan Metildietanolamin*". Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa absorben metildietanolamin efektif menyerap gas H₂S sebanyak 58%. Kondisi yang relatif baik untuk absorpsi gas H₂S dengan MDEA 0.01M yang dilakukan pada pipa ialah pada kondisi laju alir absorben 80 ml/men dan jarak penginjeksian 170 m.

Penelitian tentang adsorpsi H₂S pada biogas pernah dilakukan oleh Angreini Fajar PL, Wirakartika M, S.R.Julastuti, dan Nuniek Hendrianie , mahasiswa/i ITS dengan judul "*Penurunan Kadar CO₂ dan H₂S Pada Biogas Dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Zeolit Alam*" pada tahun 2012. Dari hasil

penelitian tersebut didapatkan persen removal H_2S maksimal yang mampu dicapai pada proses adsorpsi pemurnian biogas menggunakan zeolit alam ini adalah sebesar 64,997%, yaitu pada zeolit alam ukuran 12 mesh dan flowrate masuk biogas 200 ml/menit dengan konsentrasi H_2S output sebesar 0,51 ppm.

Penelitian pada tahun 2013 dilakukan oleh Thomas Okta , mahasiswa Unsri dengan judul , “Adsorpsi H_2S Pada Gas Alam Menggunakan Membran Keramik Dengan Metode Titrasi Iodometri”. Dari hasil penelitian tersebut membran keramik mampu menyerap H_2S sebesar 87,57 % , dengan kandungan 25% ZnO pada membran keramik.

Penelitian pada tahun 2014 dilakukan oleh Weni Mandasari, Berlian, dan Dian Rahayu Jati dengan judul “Pembuatan dan Karakteristik Adsorben Gas H_2S dari Zeolit Alam”. Berdasarkan penelitian ini diperoleh efisiensi penyerapan adsorben zeolit alam terhadap gas H_2S terbaik adalah zeolit dengan aktivasi, pada variasi ketebalan adsorben 3 cm. Efisiensi penyerapan zeolit pada ketebalan 3 cm sebesar 91,22%. Hal ini dikarenakan zeolit teraktivasi memiliki nilai kapasitas adsorpsi dua kali lebih besar dari zeolit tanpa aktivasi.

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3. 1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pusat PT Pupuk Sriwijdaja Palembang.

3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan selama bulan September-Desember 2016.

3. 2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat untuk Pembuatan Membran Keramik

1. Mortar
2. Cawan porselin
3. Spatula
4. Neraca massa
5. *Furnace*
6. Saringan (65 mesh)

3.2.2. Alat untuk Analisa

1. *Wet test meter*
2. Selang
3. Erlenmeyer
4. Buret
5. Labu ukur
6. Pipet ukur
7. *Magnetic stirrer*

3.2.3. Bahan untuk Pembuatan Membran Keramik

1. Tanah liat 3000 gr
2. Zeolit 750 gr
3. ZnO 750 gr
4. Semen putih 500 gr

3.2.4. Bahan untuk Standarisasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

1. HCl 4 N, 5 ml
2. KI 10%, 5 ml
3. Kristal $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,49 gr
4. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01N
5. Aquades

3.2.5. Bahan untuk Analisa H_2S

1. Cd asetat 1%
2. NaOH 10%
3. *Sodium Thiosulphate* 0,01N
4. Iodin 0,01N
5. HCl (1:1)
6. Indikator *Starch*

3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Prosedur Pembuatan Membran Keramik

1. Siapkan bahan-bahan yang akan digunakan berupa tanah liat 3000gr, zeolit 750gr, *zinc oxide* 750gr, dan semen putih 500gr. Dengan total bahan campuran pembuatan membran seberat 1000 gr setiap jenis membran.
2. Haluskan bahan zeolit dengan menggunakan mortar.
3. Saring zeolit yang telah dihaluskan, ZnO dan semen putih agar tidak terdapat partikel-partikel padat yang masih kasar dengan saringan ukuran 65 mesh
4. Lakukan pencetakan dengan perbandingan komposisi sebagai berikut:

No	Bahan	Membran Keramik A	Membran Keramik B	Membran Keramik C	Membran Keramik D	Membran Keramik E
1	Tanah liat	600 gr	600 gr	600 gr	600 gr	600 gr
2	Zeolit	50 gr	100 gr	150 gr	200 gr	250 gr
3	<i>Zinc oxide</i>	250 gr	200 gr	150 gr	100 gr	50 gr
4	Semen putih	100 gr	100 gr	100 gr	100 gr	100 gr

5. Lalu keringkan membran keramik yang telah dicetak selama 3-5 hari di bawah sinar matahari.
6. Lakukan pembakaran dengan menggunakan *furnace* pada suhu 700°C s.d. 750°C selama 2 jam.

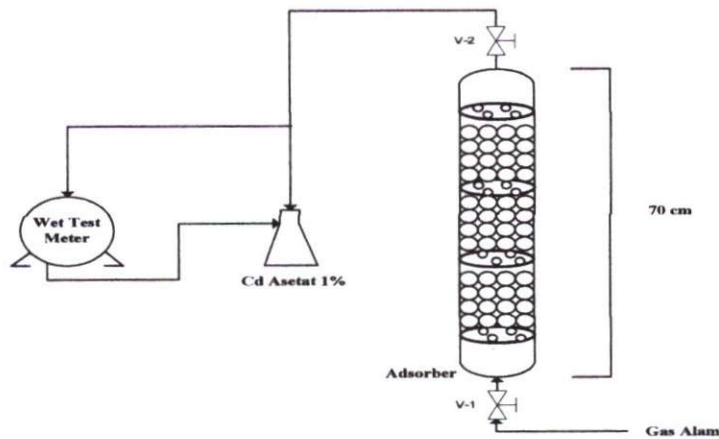
3.3.2. Ukuran Membran Keramik

Membran keramik yang terbuat dari tanah liat, zeolit, zinc oxide, dan semen putih memiliki ukuran :

- a. Membran keramik bentuk lempengan
 - Diameter : 5 cm
 - Tebal : 0,5 cm
- b. Membran keramik bentuk partikel granular
 - Diameter : 2 cm – 2,5 cm

3.3.3. Prosedur Pembuatan Adsorber

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Potong pipa PVC yang memiliki diameter 5,3 cm dengan tinggi masing-masing 11 cm sebanyak 4 buah.
3. Potong pipa konektor yang memiliki diameter 6 cm dengan tinggi masing-masing 7,5 cm sebanyak 3 buah
4. Sambungkan pipa PVC dengan pipa konektor satu persatu sehingga membentuk kolom dengan tinggi 70 cm.



Gambar 3.1 Sistem Alat Penelitian

3.3.4. Standarisasi Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

1. Siapkan alat yang akan digunakan seperti labu ukur, erlenmeyer, pipet ukur dan buret.
2. Siapkan bahan yang akan digunakan seperti $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KI, HCl.
3. Ditimbang 0,49 gram $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, larutkan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dengan aquades 100 ml ke dalam labu ukur 100 ml, lalu homogenkan.
4. Dipipet 10 ml larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ke dalam Erlenmeyer 250 ml.
5. Ditambahkan 5 ml HCl 4 N dan 5 ml KI 10% menggunakan pipet ukur.
6. Kemudian titrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01 N sampai warna kuning gading.
7. Tambahkan 4-5 tetes indikator *starch* sampai warna berubah menjadi biru tua, kemudian lanjutkan titrasi sampai warna biru hilang.
8. Lakukan kerja diatas secara duplo.
9. Hitung N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan rumus :

$$N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{mg\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{V_p \times F_p \times Bst \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}$$

3.3.5. Analisa H_2S dengan Metode Titrasi Iodometri

Langkah-langkah analisa H_2S adalah sebagai berikut :

1. Masukkan Cd asetat 1% ($\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) sebanyak 150 ml ke dalam Erlenmeyer 500 ml.
2. Tambahkan NaOH 10% sebanyak 5 ml.

3. Alirkan gas alam dengan kecepatan 3 liter/menit menggunakan *Wet Test Meter* (WTM), sampai 40 liter volume gas.
4. Alirkan gas alam yang keluar dari adsorber ke dalam erlenmeyer yang berisi larutan Cd asetat 1% sampai terendam dalam larutan.
5. Tambahkan larutan iodin 0,01 N sebanyak 20 ml dengan menggunakan pipet ukur.
6. Tambahkan larutan HCl sebanyak 10 ml dengan menggunakan pipet ukur.
7. Titrasi dengan menggunakan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01 N sampai larutan berwarna kuning gading.
8. Tambahkan 4-5 tetes indikator *starch* sampai berwarna biru .
9. Lakukan titrasi kembali dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01 N sampai larutan tidak berwarna.
10. Hitung kandungan H_2S (ppm) dengan rumus :

$$\text{H}_2\text{S}_{\text{ppm}} = \frac{(B - S) \times N \times \frac{1}{2} \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000$$

3.4 Variabel

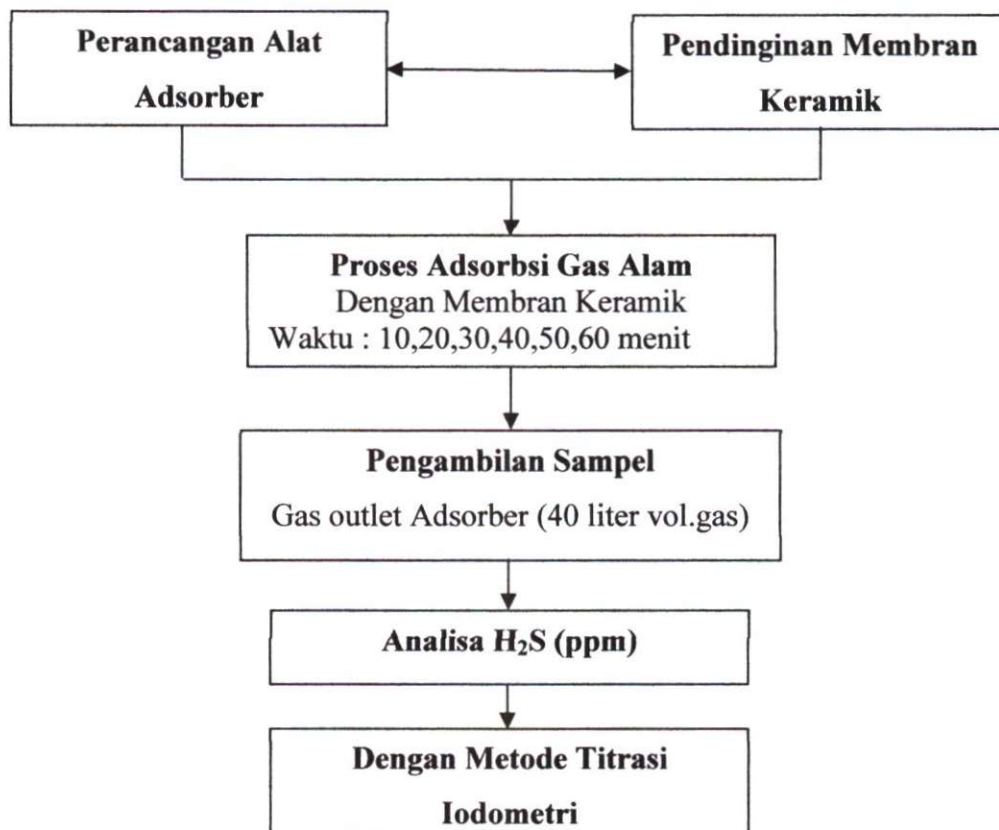
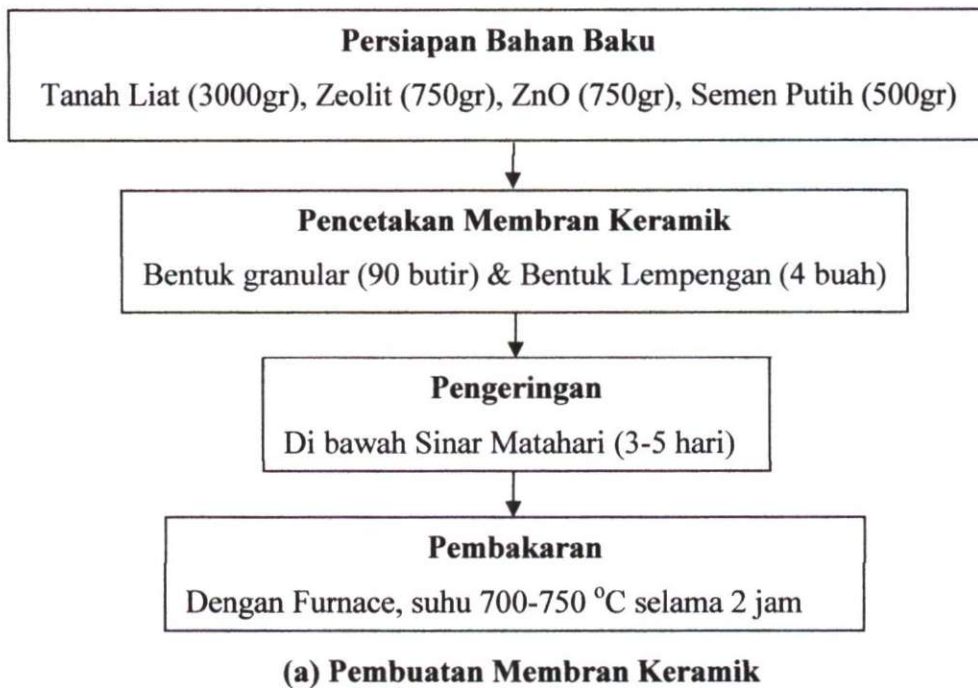
3.4.1 Variabel Tetap

Variabel tetap yang digunakan pada penelitian ini adalah kecepatan aliran gas 3 liter/menit yang melalui membran keramik.

3.4.2 Variabel Tidak Tetap

Variabel tidak tetap yang digunakan pada penelitian ini adalah komposisi membran dan waktu.

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1. Hasil Penetapan Normalitas Larutan Na₂S₂O₃

Tabel 4.1. Hasil Titration Na₂S₂O₃ 0,01 N

Volume Na ₂ S ₂ O ₃ (ml)		Normalitas Na ₂ S ₂ O ₃
Titration 1	Titration 2	
8,56	8,4	0,01176 N

4.1.2. Analisa H₂S dengan Menggunakan Metode Titration Iodometri

Tabel 4.2. Hasil Analisa H₂S Menggunakan Metode Titration Iodometri

No	Sampel	Waktu (min)	Volume Titration (ml)	H ₂ S (ppm)
1	Non Membran Keramik	-	6,4	8,6848
2	Membran Keramik A - 5% Zeolit - 25% ZnO	10	6,9	6,8751
		20	7,1	6,1513
		30	7,4	5,0685
		40	7,7	3,9805
		50	8,0	2,8947
		60	8,2	2,1710
3	Membran Keramik B - 10% Zeolit - 20% ZnO	10	6,7	7,5987
		20	6,8	7,2369
		30	7,0	6,5132
		40	7,2	5,7895
		50	7,7	3,9803
		60	8,3	1,8092
4	Membran Keramik C - 15% Zeolit - 15% ZnO	10	6,5	8,3224
		20	6,7	7,5987
		30	7,0	6,5132
		40	7,4	5,0658
		50	7,9	3,2566
		60	8,4	1,4775

No	Sampel	Waktu (min)	Volume Titrasi (ml)	H ₂ S (ppm)
5	Membran Keramik D - 20% Zeolit - 10% ZnO	10	6,6	7,9606
		20	6,8	7,2369
		30	7,1	6,1513
		40	7,6	4,3421
		50	8,0	2,8947
		60	8,5	1,0855
6	Membran Keramik E - 25% Zeolit - 5% ZnO	10	6,7	7,5987
		20	7,3	5,4276
		30	7,8	3,6184
		40	8,1	2,5329
		50	8,6	0,7236
		60	8,7	0,3618

4.2. Pembahasan

Berdasarkan penelitian Anggreini Fajar PL.dkk (2012) persen removal H₂S maksimal yang mampu dicapai pada proses adsorpsi pemurnian biogas menggunakan zeolit alam ini adalah sebesar 64,997%, yaitu pada zeolit alam ukuran 12 mesh. Sehingga zeolit yang telah dihaluskan dan disaring dengan saringan 65 mesh mampu menyerap H₂S lebih optimal.

Adsorben dibuat dalam bentuk pellet (granular) agar gas H₂S dapat mengalir melewati celah-celah adsorben. Jika adsorben berbentuk serbuk maka gas akan sulit melewati adsorben, meskipun luas permukaannya lebih besar dibandingkan dengan adsorben dalam bentuk pellet (Weni Mandasari, 2014). Sehingga dalam penelitian ini pembuatan membran keramik dengan komposisi zeolit dan ZnO berbentuk granular berdiameter 2-2,5 cm.

Tahapan selanjutnya dengan pembakaran menggunakan furnace pada suhu tinggi. Berdasarkan penelitian Gustian dan Suharto (2005) menggunakan suhu 500°C dalam pengaktifan zeolit yang digunakan dalam penurunan salinitas air. Pembakaran pada suhu dilakukan bertujuan untuk menguapkan basa Bronsted, H₂O serta dapat mengatur kembali susunan atom yang tertukar sehingga menjadi lebih teratur dengan terbentuknya oksida logam yang stabil dan kuat di antara zeolit (Jetsya dan Maygasari, 2010). Membran keramik dengan komposisi tanah liat, zeolit, ZnO dan semen putih dibakar menggunakan furnace pada suhu 700-

750 °C agar terbentuk membran keramik yang kuat dan teraktivasinya zeolit yang terkandung pada membran keramik tersebut.

Pada penelitian ini membran keramik adalah media yang akan digunakan untuk mengetahui daya adsorpsi gas H₂S yang terdapat pada gas alam, dengan menggunakan adsorber yang berbentuk vessel, gas alam masuk melalui bagian bawah adsorber melewati membran keramik yang terdapat didalamnya, keluaran dari atas vessel diharapkan akan menghasilkan kadar H₂S yang lebih rendah.

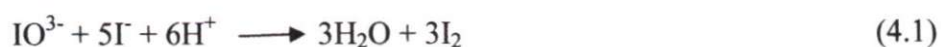
Membran keramik dengan komposisi yang berbeda-beda diharapkan dapat mengadsorpsi gas H₂S, terdapat 5 komposisi membran keramik yang terbagi menjadi :

1. Membran keramik A (60% tanah liat, 5% Zeolit 25% ZnO, 10% semen putih)
2. Membran keramik B (60% tanah liat, 10% Zeolit, 20% ZnO, 10% semen putih)
3. Membran keramik C (60% tanah liat, 15% Zeolit, 15% ZnO, 10% semen putih)
4. Membran keramik D (60% tanah liat, 20% Zeolit, 10% ZnO, 10% semen putih)
5. Membran keramik E (60% tanah liat, 25% Zeolit, 5% ZnO, 10% semen putih)

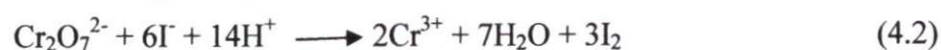
Pengukuran kadar H₂S sebelum dan sesudah adsorpsi yaitu dengan menggunakan metode titrasi oksidasi dan reduksi melibatkan I₂ yang lebih sering dikenal yang titrasi iodometri. Proses titrasi iodometri merupakan titrasi dari I₂ yang dibebaskan dalam reaksi kimia. Titrasi langsung dengan iod digunakan larutan iod dalam kalium odida.

Sebelum melakukan proses titrasi untuk mengukur kandungan H₂S pada gas alam, dilakukan terlebih dahulu standarisasi normalitas larutan Na₂S₂O₃. Standarisasi larutan Na₂S₂O₃ menggunakan larutan K₂Cr₂O₇ dan KI yang berfungsi sebagai standar primer penetapan normalitas Na₂S₂O₃. Pada saat titrasi berlangsung K₂Cr₂O₇ dan KI akan bereaksi sehingga membentuk I₂ pada suasana asam dengan membebaskan iod, maka dari itu ditambahkan HCl yang berfungsi untuk mengatur tingkat keasaman dalam larutan.

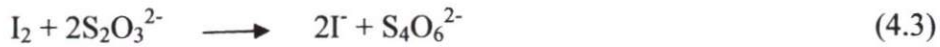
Persamaan terhadap KI :



Persamaan terhadap K₂Cr₂O₇ :



Iod mengoksidasi tiosulfat menjadi ion tetratonat :



Titration $Na_2S_2O_3$ dilakukan sebanyak 2 kali, volume titration $Na_2S_2O_3$ yang dihasilkan digunakan untuk menghitung normalitas $Na_2S_2O_3$ dengan rumus sebagai berikut :

$$N \text{ } Na_2S_2O_3 = \frac{(5/100) \times (0,0973 \times 1000)}{V \times 49,1} \quad (4.4)$$

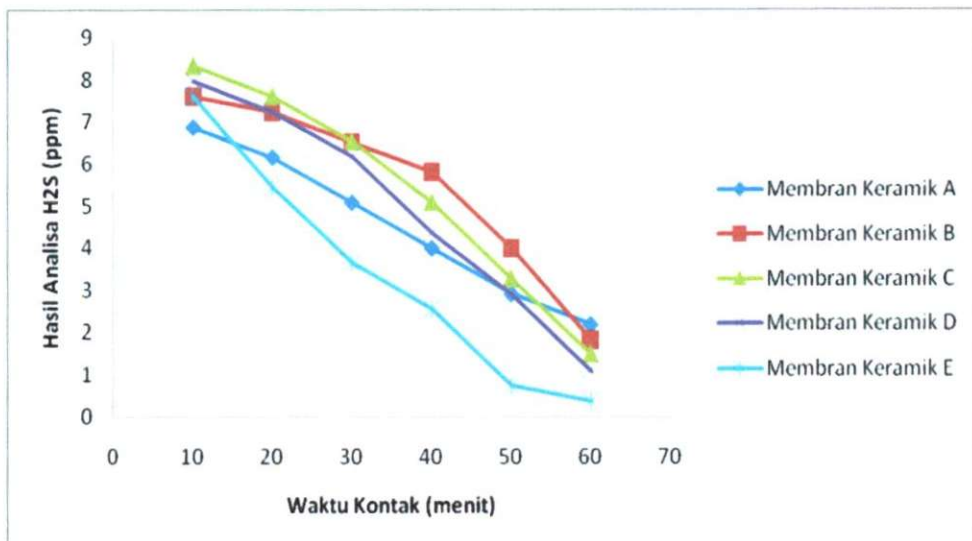
Kandungan H_2S pada gas alam dapat diketahui dengan menggunakan proses titration iodometri, sebelum dilakukan titration, campuran larutan $Cd(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ dengan larutan $NaOH$, campuran ini akan menghasilkan $Cd(OH)_2$ yang berfungsi untuk mengikat kandungan sulfur yang terdapat pada gas alam, sehingga pada saat gas H_2S dialirkan ke dalam campuran tersebut diharapkan sulfur yg terdapat pada gas alam berkurang hingga di bawah 1 ppm.

Reaksi yang terjadi adalah :



Volume yang dihasilkan pada proses titration iodometri digunakan untuk menghitung kadar H_2S yang terdapat pada gas alam. Untuk menghitung kandungan H_2S yaitu dengan menggunakan rumus baku sebagai berikut :

$$H_2S, \text{ ppm} = \frac{(B - S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \quad (4.7)$$



Grafik 4.1 Hubungan antara waktu kontak (menit) terhadap H₂S (ppm) yang tersisa dari adsorpsi

Pada grafik diatas terlihat bagaimana pengaruh kualitas membran keramik terhadap daya adsorpsi H₂S. Kandungan H₂S pada gas alam yang terdapat di PT Pupuk Sriwidjaja Palembang yang digunakan sebagai bahan baku proses pembuatan amoniak adalah sebesar 8,6848 ppm. Gas alam yang memiliki kandungan H₂S dengan jumlah sebesar 8,6848 ppm tidak dapat digunakan langsung sebagai bahan baku proses suatu pabrik terutama pabrik amoniak yang terdapat PT Pupuk Sriwidjaja Palembang.

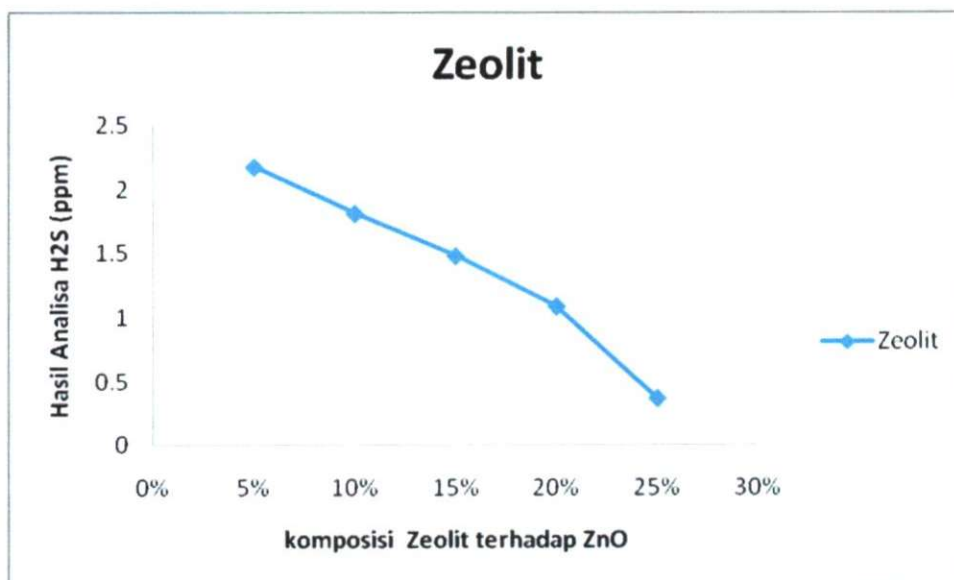
Pada grafik 4.1 membran keramik A dengan komposisi (60% tanah liat, 5% Zeolit, 25% ZnO, 10% semen putih) dalam waktu 10 s/d 60 menit, menunjukkan penurunan kandungan H₂S sisa keluaran adsorber dari 6,8751 s/d 2,1710 ppm. Penurunan kandungan H₂S sekitar 75% dari kandungan H₂S sebelum menggunakan membran keramik.

Pada membran keramik B dengan komposisi (60% tanah liat, 10% zeolit, 20% ZnO, 10% semen putih) dalam waktu 10 s/d 60 menit, dengan penurunan kandungan H₂S sisa keluaran adsorber dari 7,5987 s/d 1,8092 ppm. Membran keramik B dapat mengadsorpsi H₂S sebanyak 79,16% dari kandungan H₂S sebelum menggunakan membran keramik.

Pada membran keramik C dengan komposisi (60% tanah liat, 15% Zeolit, 15% ZnO, 10% semen putih) dalam waktu 10 s/d 60 menit, dapat menurunkan kandungan H₂S yang keluar dari adsorber dari 8,3224 s/d 1,4775 ppm. Membran keramik C dapat menyerap kandungan H₂S sebesar 82,98% dari kandungan H₂S sebelum menggunakan membran keramik.

Pada membran keramik D dengan komposisi (60% tanah liat, 20% zeolit, 10% ZnO, 10% semen putih) dalam waktu 10 s/d 60 menit, dengan hasil penurunan kandungan H₂S sisa keluaran adsorber dari 7,9606 s/d 1,0855 ppm. Sehingga membran keramik D dapat menghasilkan H₂S sisa yang lebih rendah yaitu mengadsorbsi H₂S sebanyak 87,50% dari kandungan H₂S sebelum menggunakan membran keramik.

Penurunan kandungan H₂S yang paling rendah terdapat pada membran keramik E dengan komposisi (60% tanah liat, 25% Zeolit, 5% ZnO dan 10% semen putih) dalam waktu 10 s/d 60 menit, dengan penurunan kandungan H₂S sisa dari 7,5987 s/d 0,3618 ppm. Sehingga membran keramik E mampu mengadsorbsi sebesar 95,83% dari kandungan H₂S sebelum menggunakan adsorben membran keramik.



Grafik 4.2 Pengaruh komposisi Zeolit pada membran keramik terhadap hasil analisa H₂S (ppm) sisa adsorbsi

Pada grafik 4.2 menunjukkan komposisi terbaik yaitu 25% zeolit dan 5% ZnO, mampu menurunkan kandungan H₂S pada gas alam menjadi 0,3618 ppm. Menurut penelitian Anggreini Fajar PL.dkk (2012), Zeolit alam mampu digunakan sebagai adsorben dalam metode adsorpsi untuk pemurnian biogas dari kandungan gas CO₂ dan H₂S. Hal ini diindikasikan dengan turunnya kadar CO₂ dan H₂S serta naiknya kadar CH₄ pada biogas setelah proses adsorpsi menggunakan zeolit alam. Persen removal H₂S maksimal yang mampu dicapai pada proses adsorpsi pemurnian biogas menggunakan zeolit alam ini adalah sebesar 64,997%, yaitu pada zeolit alam ukuran 12 mesh. Terbukti pada penelitian ini penyerapan H₂S menggunakan membran keramik dengan komposisi zeolit dan ZnO mampu menurunkan sebesar 95,83% kandungan H₂S pada gas alam sebelum menggunakan membran keramik.

Dari keseluruhan grafik di atas menunjukkan bahwa waktu dan komposisi sangat berpengaruh terhadap adsorpsi H₂S pada gas alam. Dari grafik diatas juga diperlihatkan bahwa semakin lama waktu kontak gas dengan adsorben membran keramik maka kandungan H₂S pada gas alam yang keluar dari adsorber akan semakin berkurang. Selain itu juga, daya adsorpsi sulfur sangat dipengaruhi oleh kualitas membran keramik yaitu dilihat dari segi komposisi kandungan media filternya.

Dengan hasil yang telah didapatkan maka dapat diketahui bahwa adsorber dengan isian membran keramik sebagai media adsorben dapat menyerap sulfur dalam bentuk senyawa H₂S dengan komposisi berupa tanah liat, zeolit, ZnO, dan semen putih.

Membran keramik dapat menjadi alternatif untuk digunakan pada suatu perusahaan sebagai media penyerap sulfur untuk mengurangi kadar H₂S yang terdapat pada gas alam, seperti yang telah diketahui bahwa H₂S merupakan zat pengotor yang sangat tidak diinginkan pada gas alam. Dengan komposisi media filter sebanyak 25% Zeolit dan 5% ZnO pada membran keramik dapat menyerap H₂S sebanyak 95,83%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Komposisi zat additif berupa zeolit dan ZnO pada membran keramik sangat berpengaruh terhadap adsorpsi H₂S pada gas alam dengan penurunan H₂S hingga 0,3618 ppm.
2. Membran yang paling efektif dalam penyerapan H₂S adalah membran keramik E dengan komposisi 25% zeolit dan 5% ZnO dengan waktu 60 menit mampu menurunkan H₂S dari 8,6848 ppm hingga 0,3618 ppm. Penurunan tersebut sebesar 95,83% dari nilai ppm sebelum menggunakan membran.

5.2. Saran

1. Sebaiknya menggunakan pengukuran tekanan pada saat pengambilan sampel sebagai variabel tambahan.
2. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya diteliti pengaruh ZnO terhadap kekuatan membran keramik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamson, A.W.. 1990. *Physical Chemistry of Surface*. California: John Wiley & Sons, Inc.
- Anggreini Fajar PL, Wirakartika M, S.R.Juliastuti, dan Nuniek Hendriane. *Penurunan Kadar CO₂ dan H₂S pada Biogas dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Zeolit Alam*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Akbary, Fauzan. 2009. *Membran Zeolit Katalitik untuk Pembentukan Syngas*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Anonim. <http://id.scribd.com/doc/74049145/Seng-Oksida> diakses pada tanggal 22 Oktober 2016.
- Anonim. <http://id.wikipedia.org/wiki/Titrasi> diakses pada tanggal 23 Oktober 2016.
- Gustian, I. dan Suharto, T.E. 2005. Studi *Penurunan Salinitas Air dengan Menggunakan Zeolit Alam yang Berasal dari Bengkulu*. J. Gradien, 1(1): 38-42.
- Handayani, Laili dan Setion, Eko. 2011. *Pengaruh Membran Keramik dengan Aditif Zeolit, Silika, dan Karbon Aktif Terhadap Gas Buang Kendaraan Bermotor*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Ismaryata. 1999. *The Study of Acidic Washing Temperature and Calcination Effects on Modification Process of Natural Zeolite as an Anion Exchanger*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Jetyssa, A.H. dan Maygasari, D.A. 2010. *Optimasi Proses Aktivasi Katalis Zeolit Alam dengan Uji Proses Dehidrasi Etanol*. Semarang: Universitas Diponegoro,.
- Kasmadi, I. S.. 2002. *Kajian Sifat Adsorpsi Zeolit terhadap Zat Warna Sintesis dan Optimasinya*. Semarang: UNNES.
- Khairinal dan Trisunaryati.W. 2000. *Dealuminasi Zeolit Alam Wonosari dengan Perlakuan Asam dan Proses Hidrotermal*. Prosiding Seminar Nasional Kimia VIII. Yogyakarta.
- Las, Thamzil. 2004. *Potensi Zeolit untuk Mengolah Limbah Industri dan Radioaktif* dalam <http://www.batan.go.id/p2pip/artikel/zeolit.html> diakses pada tanggal 23 Oktober 2016.
- Martin, Castelnovo dan Jean-Francois Joanny. 2000. *Formation of Polyelectrolyte Multilayers*. Langmuir.16. 7524-7532.
- Mulder, M. 1996. *Basic Principle of Membrane Technology second Editoin*. Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Rini, Dian Kusuma dan Lingga. 2010. *Optimasi Aktivasi Zeolit Alam untuk Dehumidifikasi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Sutarti, Musri. 1994. *Zeolit*. Jakarta: Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah.
- Tampubolon, Jefri. 2009. *Penentuan % Volume Komposisi Gas Alam dengan Menggunakan Metode Kromatografi Gas (GC)*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Underwood, A.L. 1990. *Analisa Kimia Kuantitatif Edisi Ke 4*. Jakarta: Erlangga.
- Weni Mandasari, Berlian Sitorus dan Dian Rahayu Jati. *Pembuatan dan Karakterisasi Adsorben Gas H₂S dari Zeolit Alam*. Pontianak: Universitas Tanjung pura.



ANALYSIS REPORT

Laporan Analisa

ab No : 401 / GF202.PR / 2016
omor Lab
ype of sample : Gas
enis Contoh Uji
ampling Date : 05 / 12 / 2016
gl Pengambilan Contoh
alysis Date : 05 / 12 / 2016
anggal Uji
escription Of Sample(s): Gas H₂S
iskripsi Contoh Uji
nalisis : Hasan Ubaidilah

Page : 2 halaman
Halaman
Quantity : 31 Contoh
Jumlah
JOR : -
Surat Nomor
POS Date : 08 / 12 / 2016
Tanggal POS
Subject to / User : Pribadi
Pemakai Jasa

No	Sampel	Waktu (min)	Volume Titrasi (ml)	H ₂ S (ppm)
1	Non Membran	-	6,4	8,6848
2	Membran A	10	6,9	6,8751
		20	7,1	6,1513
		30	7,4	5,0685
		40	7,7	3,9805
		50	8,0	2,8947
		60	8,2	2,1710
3	Membran B	10	6,7	7,5987
		20	6,8	7,2369
		30	7,0	6,5132
		40	7,2	5,7895
		50	7,7	3,9803
		60	8,3	1,8092
4	Membran C	10	6,5	8,3224
		20	6,7	7,5987
		30	7,0	6,5132
		40	7,4	5,0658
		50	7,9	3,2566
		60	8,4	1,4775
5	Membran D	10	6,6	7,9606
		20	6,8	7,2369
		30	7,1	6,1513
		40	7,6	4,3421
		50	8,0	2,8947
		60	8,5	1,0855





PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG

6	Membran E	10	6,7	7,5987
		20	7,3	5,4276
		30	7,8	3,6184
		40	8,1	2,5329
		50	8,6	0,7236
		60	8,7	0,3618



Signed by : Hasan Ubaidilah
Analisis Senior



LAMPIRAN I
PERHITUNGAN NORMALITAS SODIUM TIOSULFAT

1. Pembuatan larutan sodium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)

Lakukan pengenceran sodium tiosulfat 0,1 N dengan perbandingan 1:10 sehingga menghasilkan sodium tiosulfat 0.01 N.

2. Menghitung Normalitas Sodium tiosulfat

$$N \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{mg\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{V_p \times F_p \times Bst \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}$$

Keterangan :

mg $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ = massa $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang ditimbang, mg

V_p = volume titrasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, ml

F_p = faktor pengenceran

Bst $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ = berat setara $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

Diketahui :

V_p titrasi pertama $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ = 8,56 ml

V_p titrasi kedua $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ = 8,4 ml

V_p titrasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ rata-rata = $(8,56 \text{ ml} + 8,4 \text{ ml}) / 2 = 8,48 \text{ ml}$

mg $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ = 49 mg

F_p = 10

Bst $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ = 49,1 mg

$$\begin{aligned} N \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 &= \frac{mg\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{V_p \times F_p \times Bst \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \\ &= \frac{49 \text{ mg}}{8,48 \text{ ml} \times 10 \times 49,1 \text{ mg}} \\ &= 0,01176 \text{ N} \end{aligned}$$

LAMPIRAN II
PERHITUNGAN KANDUNGAN HIDROGEN SULFIDA

$$\text{H}_2\text{S, ppm} = \frac{(\text{B}-\text{S}) \times \text{N} \times 1/2 \times 22,4 \times (\text{t}/273)}{\text{V}} \times 1000$$

Keterangan :

- B = Volume blanko, ml
 S = Volume sampel, ml
 N = Normalitas sodium tiosulfat
 273 = Temperatur, kelvin
 T = Temperatur suhu kamar, kelvin
 22,4 = Vol 1 mol gas pada STP, liter
 1/2 = Perbandingan mol sodium tiosulfat dengan mol iodin
 V = Volume gas, liter

1. Perhitungan Kandungan H₂S pada Gas Alam tanpa Menggunakan Membran Keramik

Diketahui :

- B = 8,8 ml
 S = 6,4 ml
 N = 0,01176
 t = 30 °C + 273 = 300 K
 V = 40 liter

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(\text{B}-\text{S}) \times \text{N} \times 1/2 \times 22,4 \times (\text{t}/273)}{\text{V}} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-6,4) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,347392}{40} \times 1000 \\ &= \frac{347,392}{40} \\ &= 8,6848 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Kandungan H₂S dengan Menggunakan Membran Keramik A

a. Membran A dengan waktu 10 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 6,9 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-6,9) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,275003}{40} \times 1000 \\ &= \frac{275,003}{40} \\ &= 6,8751 \end{aligned}$$

b. Membran A dengan waktu 20 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 7,1 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-7,1) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,246055}{40} \times 1000 \\ &= \frac{246,055}{40} \\ &= 6,1513 \end{aligned}$$

c. Membran A dengan waktu 30 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 7,4 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-7,4) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,202633}{40} \times 1000 \\ &= \frac{202,633}{40} \\ &= 5,0658 \end{aligned}$$

d. Membran A dengan waktu 40 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 7,7 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-7,7) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,159212}{40} \times 1000 \\ &= \frac{159,212}{40} \\ &= 3,9803 \end{aligned}$$

e. Membran A dengan waktu 50 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 8,0 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-8,0) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,115790}{40} \times 1000 \\ &= \frac{115,790}{40} \\ &= 2,8947 \end{aligned}$$

f. Membran A dengan waktu 60 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 8,0 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-8,2) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,086843}{40} \times 1000 \\ &= \frac{86,843}{40} \\ &= 2,1710 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Kandungan H₂S dengan Menggunakan Membran Keramik B

a. Membran B dengan waktu 10 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 6,7 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-6,7) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,303950}{40} \times 1000 \\ &= \frac{303,95}{40} \\ &= 7,5987 \end{aligned}$$

b. Membran B dengan waktu 20 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 6,8 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-6,8) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,289476}{40} \times 1000 \\ &= \frac{289,476}{40} \\ &= 7,2369 \end{aligned}$$

c. Membran B dengan waktu 30 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 7,0 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-7,0) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,260529}{40} \times 1000 \\ &= \frac{260,529}{40} \\ &= 6,5132 \end{aligned}$$

d. Membran B dengan waktu 40 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 7,2 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-7,2) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,231581}{40} \times 1000 \\ &= \frac{231,581}{40} \\ &= 5,7895 \end{aligned}$$

e. Membran B dengan waktu 50 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 7,7 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-7,7) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,159212}{40} \times 1000 \\ &= \frac{159,212}{40} \\ &= 3,9803 \end{aligned}$$

f. Membran B dengan waktu 60 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 8,3 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-8,3) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,072369}{40} \times 1000 \\ &= \frac{72,369}{40} \\ &= 1,8092 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Kandungan H₂S dengan Menggunakan Membran Keramik C

a. Membran C dengan waktu 10 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 6,5 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-6,5) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,332898}{40} \times 1000 \\ &= \frac{332,898}{40} \\ &= 8,3224 \end{aligned}$$

b. Membran C dengan waktu 20 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 6,7 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-6,7) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,303950}{40} \times 1000 \\ &= \frac{303,95}{40} \\ &= 7,5987 \end{aligned}$$

c. Membran C dengan waktu 30 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 7,0 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-7,0) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,260529}{40} \times 1000 \\ &= \frac{260,529}{40} \\ &= 6,5132 \end{aligned}$$

d. Membran C dengan waktu 40 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 7,4 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-7,4) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,202633}{40} \times 1000 \\ &= \frac{202,633}{40} \\ &= 5,0658 \end{aligned}$$

e. Membran C dengan waktu 50 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 7,9 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-7,9) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,130264}{40} \times 1000 \\ &= \frac{130,264}{40} \\ &= 3,2566 \end{aligned}$$

f. Membran C dengan waktu 60 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 8,4 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-8,4) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,057895}{40} \times 1000 \\ &= \frac{57,895}{40} \\ &= 1,4475 \end{aligned}$$

5. Perhitungan Kandungan H₂S dengan Menggunakan Membran Keramik D

a. Membran D dengan waktu 10 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 6,6 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-6,6) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,318424}{40} \times 1000 \\ &= \frac{318,424}{40} \\ &= 7,9606 \end{aligned}$$

b. Membran D dengan waktu 20 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 6,8 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-6,8) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,289476}{40} \times 1000 \\ &= \frac{289,476}{40} \\ &= 7,2369 \end{aligned}$$

c. Membran D dengan waktu 30 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 7,1 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-7,1) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,246055}{40} \times 1000 \\ &= \frac{246,055}{40} \\ &= 6,1513 \end{aligned}$$

d. Membran D dengan waktu 40 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 7,6 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-7,6) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,173686}{40} \times 1000 \\ &= \frac{173,686}{40} \\ &= 4,3421 \end{aligned}$$

e. Membran D dengan waktu 50 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 8,0 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-8,0) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,115790}{40} \times 1000 \\ &= \frac{115,79}{40} \\ &= 2,8947 \end{aligned}$$

f. Membran D dengan waktu 60 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 8,5 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-8,5) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,043421}{40} \times 1000 \\ &= \frac{43,421}{40} \\ &= 1,0855 \end{aligned}$$

6. Perhitungan Kandungan H₂S dengan Menggunakan Membran Keramik E

a. Membran E dengan waktu 10 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 6,7 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-6,7) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,303950}{40} \times 1000 \\ &= \frac{303,95}{40} \\ &= 7,5987 \end{aligned}$$

b. Membran E dengan waktu 20 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 7,3 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-7,3) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,217107}{40} \times 1000 \\ &= \frac{217,107}{40} \\ &= 5,4276 \end{aligned}$$

c. Membran E dengan waktu 30 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 7,8 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-7,8) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,144738}{40} \times 1000 \\ &= \frac{144,738}{40} \\ &= 3,6184 \end{aligned}$$

d. Membran E dengan waktu 40 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 8,1 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-8,1) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,101316}{40} \times 1000 \\ &= \frac{101,316}{40} \\ &= 2,5329 \end{aligned}$$

e. Membran E dengan waktu 50 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 8,6 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-8,6) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,028947}{40} \times 1000 \\ &= \frac{28,947}{40} \\ &= 0,7236 \end{aligned}$$

f. Membran E dengan waktu 60 menit

$$B = 8,8 \text{ ml}$$

$$S = 8,7 \text{ ml}$$

$$N = 0,01176$$

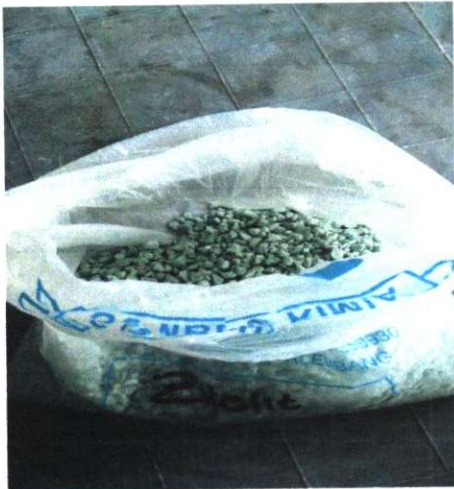
$$t = 30 \text{ }^{\circ}\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V = 40 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{S, ppm} &= \frac{(B-S) \times N \times 1/2 \times 22,4 \times (t/273)}{V} \times 1000 \\ &= \frac{(8,8-8,7) \times 0,01176 \times 1/2 \times 22,4 \times (300/273)}{40} \times 1000 \\ &= \frac{0,014473}{40} \times 1000 \\ &= \frac{14,473}{40} \\ &= 0,3618 \end{aligned}$$

LAMPIRAN III
DOKUMENTASI PENELITIAN

1. Bahan dan Proses Pembuatan Membran Keramik



Gambar 1.1 Bahan Zeolit



Gambar 1.2 Bahan ZnO



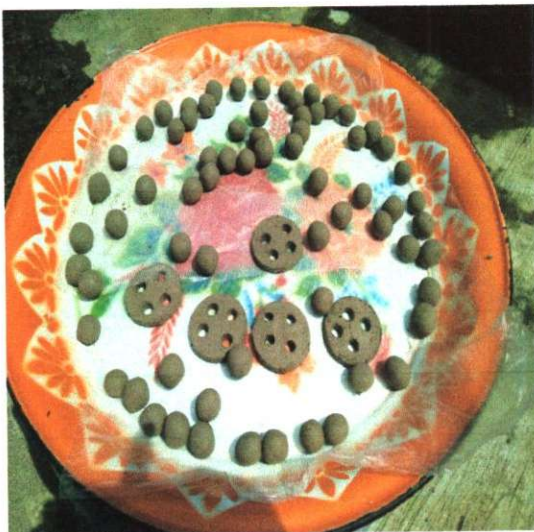
Gambar 1.3 Bahan Zeolit dihaluskan



Gambar 1.4 Bahan Zeolit yang telah dihaluskan dan disaring



Gambar 1.5 Proses Pembuatan Membran Keramik



Gambar 1.6 Penjemuran



Gambar 1.7 Membran Keramik Dibakar

2. Membran Keramik Setelah dibakar



Gambar 2.1 Membran Keramik A



Gambar 2.2 Membran Keramik B



Gambar 2.3 Membran Keramik C



Gambar 2.4 Membran Keramik D

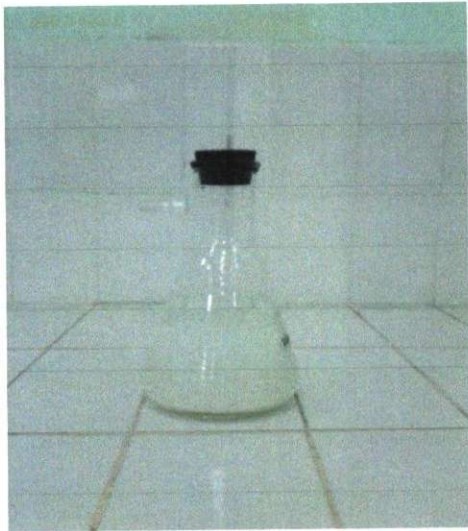


Gambar 2.5 Membran Keramik E

3. Rangkaian Alat dan Pengambilan Sampel Gas



Gambar 3.1 Rangkaian Alat dan Pengambilan Sampel Gas



Gambar 3.2 Sampel Sebelum Titrasi



Gambar 3.3 Sampel Setelah titrasi

4. Alat yang Digunakan



Gambar 4.1 Rangkain Alat Titrasi



Gambar 4.2. Adsorber



Gambar 4.3 Furnace

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA



Nama : M. RIFKI AGUS SAPUTRA
 NIM : 12 2012 008
 Judul : Pengaruh komposisi Zeolit dan ZnO
pada membran keramik terhadap Adsorpsi
H₂S dari gas alam Dengan Metode titrasi
Iodometri

Dosen Pembimbing

- : 1. Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, MT
 2. Ir. Umni Kalsum, MT

No	Pokok Bahasan	Catatan/Komentar	Tanggal Bimbingan	Paraf	
				Pembimbing I	Pembimbing II
1.	Pengajuan Judul	Acc Judul	10/8 16	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
2	Bab I	Acc Bab I	16/8 16	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
3.	Bab 2	Acc Bab II	22/8 -16	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
4	Bab 3	Acc Bab III Acc depa diuji proposone Acc uji proposal	29/8 -16	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
5.	Revisi laporan hasil	Acc utk ident ujian Konferensi hasil Konsultasi ke Pbb I dan		<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
6.	Bab 4	Acc bab 4	26/1 17	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
7	Bab 5	Acc bab 5 Acc utk ujian	27/1 17	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>