

**PENGARUH KONSENTRASI KALIUM HIDROKSIDA (KOH)
TERHADAP PEMURNIAN BIOGAS DENGAN METODE
*BUBBLE PURIFICATION***

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**ANAS FEBRIAN BIMA WAHYU PRIYO SEMBODO
NIM. 0910620030-62**

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2013

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGARUH KONSENTRASI KALIUM HIDROKSIDA (KOH)
TERHADAP PEMURNIAN BIOGAS DENGAN METODE
*BUBBLE PURIFICATION***

**SKRIPSI
KONSENTRASI KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

**ANAS FEBRIAN BIMA WAHYU PRIYO SEMBODO
NIM. 0910620030-62**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng.
NIP. 19740121 199903 1 001**

**Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST., MT.
NIP. 19740930 200012 1 001**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH KONSENTRASI KALIUM HIDROKSIDA (KOH)
TERHADAP PEMURNIAN BIOGAS DENGAN METODE
BUBBLE PURIFICATION**

**SKRIPSI
KONSENTRASI KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

**ANAS FEBRIAN BIMA WAHYU PRIYO SEMBODO
NIM. 0910620030 – 62**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
Tanggal 10 Desember 2013

Majelis Penguji

Skripsi I

Skripsi II

Dr.Eng. Eko Siswanto, ST., MT.
NIP. 19701017 199802 1 001

Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT.
NIP. 19720903 199702 1 001

Komprehensif

Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M.Eng.Sc
NIP. 19490911 198403 1 001

Mengetahui,
An. Ketua

PJS. Sekretaris Jurusan Teknik Mesin

Purnami, ST., MT.
NIP. 19770707 200812 1 005

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul “**Pengaruh Konsentrasi Kalium Hidroksida (KOH) Terhadap Pemurnian Biogas Dengan Metode *Bubble Purification***” ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyelesaian skripsi ini telah dibantu oleh banyak pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini:

1. Bapak Dr.Eng. Nur Kholis Hamidi ST., M.Eng., selaku Ketua Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak Purnami ST.,MT selaku Sekretaris Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Dr.Eng. Nur Kholis Hamidi ST., M.Eng., selaku pembimbing pertama skripsi dan juga Kepala Laboratorium Motor Bakar yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Dr.Eng. Mega Nur Sasongko ST., MT., selaku pembimbing kedua skripsi yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
5. Kedua orangtua, Bapak Supandi dan Ibu Ngatiningsih atas kasih sayang, doa, motivasi, dukungan moral dan materil yang telah diberikan selama ini.
6. Bapak Endi Sutikno, Ir.,MT. Selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan banyak masukan selama proses perkuliahan.
7. Bapak Agung Sugeng Widodo, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Kelompok Konsentrasi Konversi Energi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
8. Saudara kandung penulis, Evilia, Devara, Dean, dan Bintang yang telah memberikan motivasi, dukungan moril dan materil terhadap penulis selama kuliah maupun dalam penyusunan skripsi ini.
9. Keluarga Besar Darmo dan Keluarga Besar Agus Salim yang selalu memberi semangat, motivasi serta dukungan tanpa henti hingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan.

10. Seluruh Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan yang sangat mendukung selama penyusunan skripsi ini.
11. Seluruh staf administrasi Jurusan Teknik Mesin serta Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
12. Teman seperjuangan Yasid Anwary yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.
13. Teman-teman asisten Laboratorium Motor Bakar : Hafidz, Nurlia, Hasan dan Andra yang telah membantu dalam pengerjaan skripsi ini.
14. Teman-teman mesin angkatan 2009 “*Black Mamba*” yang selalu memberikan semangat, motivasi, serta seluruh dukungan yang diberikan.
15. Teman-teman Divisi Otomotif Teknik Mesin Universitas Brawijaya : Bhella Pratama, Bayu Mahendra, dan Gede Arif atas banyaknya pengalaman yang penulis dapat selama bergabung di dalamnya.
16. Teman-teman seperjuangan Andreas, Alfian, Rahmad, Narendra, Aditya, Dimas, dan Ekak yang telah memberi semangat serta motivasi.
17. Seluruh pihak terkait yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis bersedia menerima kritik yang bersifat membangun di kemudian hari. Akhirnya penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Desember 2013

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|------------|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR TABEL | v |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | ix |
| RINGKASAN..... | x |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Penelitian Sebelumnya | 4 |
| 2.2 Biogas | 5 |
| 2.2.1 Komposisi dan Karakteristik Biogas | 6 |
| 2.2.2 Instalasi dan Prinsip Kerja Pembuatan Biogas..... | 8 |
| 2.2.3 Upaya-Upaya Peningkatan Kualitas Biogas | 10 |
| 2.3 Adsorpsi | 11 |
| 2.4 Kalium Hidroksida (KOH)..... | 12 |
| 2.5 Aquades (H ₂ O) | 13 |
| 2.6 Proses Aerasi | 14 |
| 2.7 Tipe Aliran Gelembung Udara..... | 15 |
| 2.8 Hipotesa | 17 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | |
| 3.1 Metode Penelitian..... | 18 |
| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian | 18 |
| 3.3 Variabel Penelitian | 18 |
| 3.4 Peralatan Penelitian | 19 |
| 3.5 Skema Instalasi Penelitian..... | 22 |



| | | |
|-------|-------------------------------|----|
| 3.6 | Prosedur Penelitian..... | 23 |
| 3.7 | Rancangan Penelitian | 28 |
| 3.7.1 | Pengolahan data..... | 28 |
| 3.8 | Diagram Alir Penelitian | 30 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

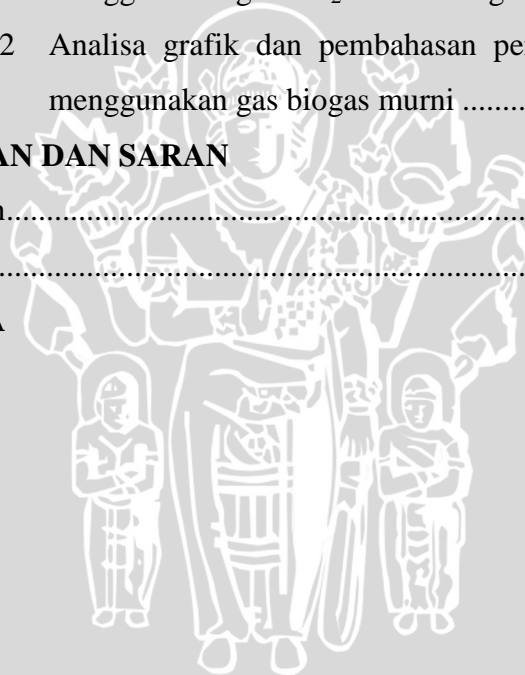
| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Data Hasil Penelitian..... | 31 |
| 4.1.1 | Penelitian dengan menggunakan gas CO ₂ murni dan gas CH ₄ murni..... | 31 |
| 4.1.2 | Penelitian dengan menggunakan gas biogas murni..... | 35 |
| 4.2 | Analisa Grafik dan Pembahasan | 36 |
| 4.2.1 | Analisa grafik dan pembahasan penelitian dengan menggunakan gas CO ₂ murni dan gas CH ₄ murni | 36 |
| 4.2.2 | Analisa grafik dan pembahasan penelitian dengan menggunakan gas biogas murni | 40 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | | |
|-----|-----------------|----|
| 5.1 | Kesimpulan..... | 44 |
| 5.2 | Saran..... | 44 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

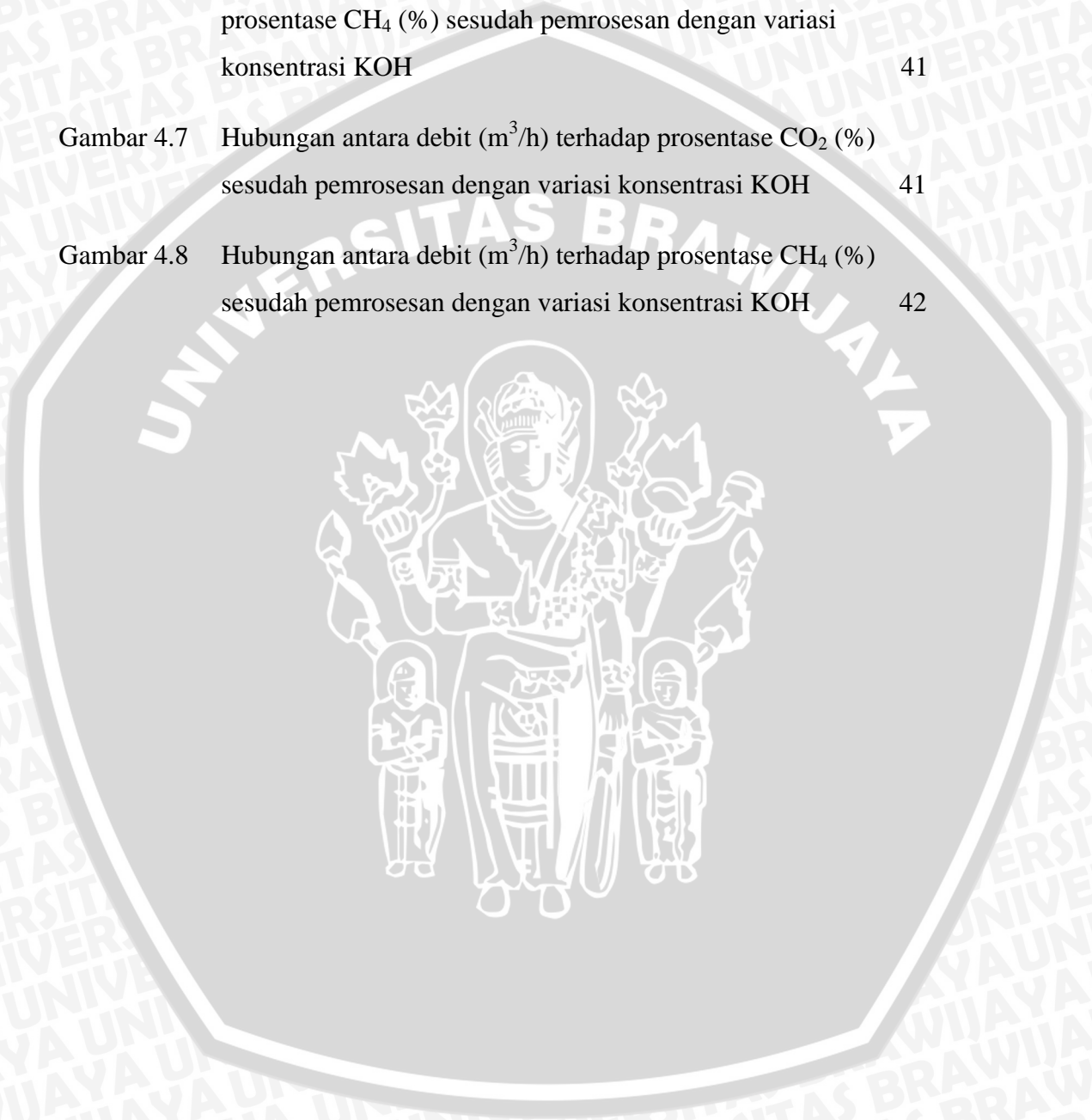
| No | Judul | Halaman |
|-----------|--|---------|
| Tabel 2.1 | Komposisi Biogas | 6 |
| Tabel 2.2 | Problem Biogas dan Dampak yang Ditimbulkan | 7 |
| Tabel 2.3 | Karakteristik Biogas | 8 |
| Tabel 2.4 | Karakteristik Senyawa KOH | 13 |
| Tabel 4.1 | Data hasil pengujian konsentrasi KOH 0,99% terhadap gas CO ₂ murni | 31 |
| Tabel 4.2 | Data hasil pengujian konsentrasi KOH 1,47% terhadap gas CO ₂ murni | 31 |
| Tabel 4.3 | Data hasil pengujian konsentrasi KOH 1,96% terhadap gas CO ₂ murni | 32 |
| Tabel 4.4 | Data hasil pengujian konsentrasi KOH 0,99% terhadap gas CH ₄ murni | 32 |
| Tabel 4.5 | Data hasil pengujian konsentrasi KOH 1,47% terhadap gas CH ₄ murni | 32 |
| Tabel 4.6 | Data hasil pengujian konsentrasi KOH 1,96% terhadap gas CH ₄ murni | 32 |
| Tabel 4.7 | Data hasil pengujian variasi debit masuk CO ₂ konsentrasi KOH 0,99% | 33 |
| Tabel 4.8 | Data hasil pengujian variasi debit masuk CO ₂ konsentrasi KOH 1,47% | 33 |

| | | |
|------------|---|----|
| Tabel 4.9 | Data hasil pengujian variasi debit masuk CO ₂ konsentrasi KOH 1,96% | 33 |
| Tabel 4.10 | Data hasil pengujian variasi debit masuk CH ₄ konsentrasi KOH 0,99% | 34 |
| Tabel 4.11 | Data hasil pengujian variasi debit masuk CH ₄ konsentrasi KOH 1,47% | 34 |
| Tabel 4.12 | Data hasil pengujian variasi debit masuk CH ₄ konsentrasi KOH 1,96% | 34 |
| Tabel 4.13 | Data hasil pemurnian biogas dengan konsentrasi KOH 0,99% | 35 |
| Tabel 4.14 | Data hasil pemurnian biogas dengan konsentrasi KOH 1,47% | 35 |
| Tabel 4.15 | Data hasil pemurnian biogas dengan konsentrasi KOH 1,96% | 35 |
| Tabel 4.16 | Data hasil pemurnian biogas dengan variasi debit masuk KOH 0,99% | 36 |
| Tabel 4.17 | Data hasil pemurnian biogas dengan variasi debit masuk KOH 1,47% | 36 |
| Tabel 4.18 | Data hasil pemurnian biogas dengan variasi debit masuk KOH 1,96% | 36 |

DAFTAR GAMBAR

| No | Judul | Halaman |
|-------------|--|---------|
| Gambar 2.1 | Skema Instalasi Biogas | 9 |
| Gambar 2.2 | Jenis-Jenis Diffuser | 15 |
| Gambar 3.1 | <i>Gas Chromatografi</i> | 19 |
| Gambar 3.2 | Tabung CO ₂ | 20 |
| Gambar 3.3 | Tabung CH ₄ | 20 |
| Gambar 3.4 | <i>Compressor</i> | 20 |
| Gambar 3.5 | <i>Flowmeter</i> | 21 |
| Gambar 3.6 | <i>Box Aerator</i> | 21 |
| Gambar 3.7 | Timbangan Digital | 21 |
| Gambar 3.8 | Kantong Gas | 22 |
| Gambar 3.9 | Gelas Ukur | 22 |
| Gambar 3.10 | Skema Penelitian | 22 |
| Gambar 4.1 | Hubungan Antara lama tinggal <i>bubble</i> (s) Terhadap Prosentase CO ₂ yang Terikat dengan Variasi konsentrasi KOH | 37 |
| Gambar 4.2 | Hubungan Antara lama tinggal <i>bubble</i> (s) Terhadap Prosentase CH ₄ yang Terikat dengan Variasi konsentrasi KOH | 37 |
| Gambar 4.3 | Hubungan Antara Debit masuk Terhadap Prosentase CO ₂ yang Terikat dengan variasi konsentrasi KOH | 38 |
| Gambar 4.4 | Hubungan Antara Debit masuk Terhadap Prosentase CH ₄ yang Terikat dengan variasi konsentrasi KOH | 38 |

| | | |
|------------|--|----|
| Gambar 4.5 | Hubungan antara lama tinggal <i>bubble</i> (s) terhadap prosentase CO ₂ (%) sesudah pemrosesan dengan variasi konsentrasi KOH | 40 |
| Gambar 4.6 | Hubungan antara lama tinggal <i>bubble</i> (s) terhadap prosentase CH ₄ (%) sesudah pemrosesan dengan variasi konsentrasi KOH | 41 |
| Gambar 4.7 | Hubungan antara debit (m ³ /h) terhadap prosentase CO ₂ (%) sesudah pemrosesan dengan variasi konsentrasi KOH | 41 |
| Gambar 4.8 | Hubungan antara debit (m ³ /h) terhadap prosentase CH ₄ (%) sesudah pemrosesan dengan variasi konsentrasi KOH | 42 |



DAFTAR LAMPIRAN

| No. | Judul |
|------------|--|
| LAMPIRAN 1 | Contoh <i>print out</i> data gas Chromatografi |
| LAMPIRAN 2 | Dokumentasi <i>Bubble</i> |



RINGKASAN

ANAS FEBRIAN BIMA WAHYU PRIYO SEMBODO, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, November 2013, Pengaruh Konsentrasi Kalium Hidroksida (KOH) terhadap Pemurnian Biogas Dengan Metode *Bubble Purification*, Dosen Pembimbing: Nurkholis Hamidi, Mega Nur Sasongko.

Tingginya kadar CO_2 dalam kandungan biogas, menjadi salah satu kendala yang harus dicermati. Bila kadar CH_4 tinggi, maka biogas tersebut akan memiliki nilai kalor yang tinggi, sebaliknya apabila jika kadar CO_2 yang tinggi maka akan mengakibatkan nilai kalor menjadi rendah. Oleh karena itu usaha pemurnian biogas terus dilakukan.

Salah satunya dengan memanfaatkan adsorbent, Adsorbent adalah zat pengikat atau penyerap yang berwujud padatan, dan adsorbat adalah zat yang terserap oleh adsorbent, dan disini yang berperan adalah KOH. Kalsium hidroksida adalah senyawa kimia dengan rumus kimia $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Kalsium hidroksida dapat berupa kristal tak berwarna atau bubuk putih. Kalsium hidroksida dihasilkan melalui reaksi kalsiumoksida (CaO) dengan air.

Dalam penelitian ini dilakukan suatu proses pemurnian biogas dengan menggunakan metode bubble purification dengan cara melewatkan bubble biogas melalui larutan KOH yang divariasikan konsentrasinya. Dari penelitian ini, diperoleh nilai kandungan CO_2 dan CH_4 setelah pemurnian yaitu yang semula CH_4 awal 48,5% menjadi 70% dan kandungan CO_2 awal 35,5% menjadi 5,5% pada konsentrasi KOH 1,96 % dan lama tinggal bubble di larutan selama 5 sekon.

Kata Kunci : Biogas, CH_4 , CO_2 , Adsorpsi, KOH, *Bubble*

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ketergantungan manusia terhadap bahan bakar fosil menyebabkan cadangan sumber energi tersebut makin lama semakin berkurang, selain itu berdampak pula pada lingkungan, seperti polusi udara. Hal ini membuat banyak kalangan sadar, bahwa ketergantungan terhadap bahan bakar fosil harus segera dikurangi. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan adanya bahan bakar alternatif yang murah dan mudah didapatkan. Salah satu bahan bakar alternatif tersebut adalah biogas.

Biogas dihasilkan melalui proses fermentasi limbah organik seperti sampah, sisa-sisa makanan, kotoran hewan dan limbah industri makanan. Adapun unsur-unsur yang terkandung dalam biogas yaitu gas metana (CH_4), gas karbondioksida (CO_2), gas oksigen (O_2), gas hidrogen sulfida (H_2S), gas hidrogen (H_2), dan gas karbon monoksida (CO). Dari semua unsur tersebut, yang berperan dalam menentukan kualitas biogas yaitu gas metana (CH_4) dan gas karbondioksida (CO_2). Bila kadar CH_4 tinggi maka biogas tersebut akan memiliki nilai kalor yang tinggi. Sebaliknya, jika kadar CO_2 yang tinggi maka akan mengakibatkan nilai kalor biogas tersebut rendah. Maka dari itu untuk meningkatkan nilai kalor biogas maka kadar gas CO_2 harus rendah. Kandungan gas metana (CH_4) dari biogas dapat ditingkatkan dengan cara memisahkan gas karbondioksida (CO_2) dan gas hidrogen sulfida (H_2S) yang bersifat korosif dari biogas (Price, *et. al*, 1981).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut telah dilakukan usaha-usaha untuk pemurnian biogas. Wahono dkk (2010) meneliti proses pemurnian biogas dengan menggunakan *zeolite* yang telah diaktivasi dengan larutan NaOH , dan *zeolite* tersebut dimodifikasi dengan mencampurkan beberapa material seperti bentonit, kaolin lokal Semin – Gunung Kidul, gamping, tapioka/kanji, dan kitosan cair. Selain itu usaha lain yang juga pernah dilakukan untuk peningkatan kualitas dan kuantitas biogas, yaitu dengan penambahan karbon aktif dan penggunaan *scrubber* CO_2 (Sriharti, 1989). Penambahan karbon aktif dalam bahan baku yaitu berupa kotoran sapi berfungsi

untuk meningkatkan nisbah C/N, yang dapat memperbaiki proses pencernaan *anaerob* dan mendapatkan kondisi optimum dalam menghasilkan gas metana. Penelitian tersebut juga menggunakan *scrubber* CO₂ dengan larutan Ca(OH)₂ (air kapur) dan larutan KOH. Ahmadi dkk (1997) juga melakukan penelitian mengenai aktivasi *zeolite* alam dan penggunaannya untuk pemurnian tokoferol dari distilat asam lemak minyak kelapa sawit. Dalam penelitian tersebut *zeolite* diaktivasi secara fisik dengan proses *heat treatment* menggunakan suhu yang bervariasi yaitu 500, 600, dan 700 °C.

Selain contoh-contoh di atas, upaya pemurnian biogas dapat dilakukan dengan berbagai macam metode seperti penyerapan gas CO₂, penyerapan gas H₂S, *siloxane removal* dan lain sebagainya. Di antara berbagai macam metode pemurnian biogas tersebut yang menarik untuk dikaji yaitu dengan menggunakan *adsorbent*. *Adsorbent* adalah zat yang dapat menyerap fluida, baik cair maupun gas, sehingga nantinya akan membentuk lapisan tipis pada permukaan zat tersebut.

Proses aktivasi *adsorbent* dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara fisik dengan proses *heat treatment*, dan secara kimiawi dengan menggunakan larutan asam atau basa. Dikarenakan larutan asam bersifat korosif, maka untuk proses aktivasi secara kimia lebih baik menggunakan larutan basa (Sukandar rumidi, 1999: 87). Salah satu jenis zat kimia yang dapat digunakan untuk proses aktivasi secara kimia yaitu kalium hidroksida (KOH) atau nama latinnya yaitu *Potassium Hydroxide*. KOH merupakan salah satu senyawa basa kuat yang stabil dan mudah larut dalam air.

Berdasarkan penelitian-penelitian di atas, maka dalam studi eksperimen ini akan diteliti lebih lanjut tentang proses aktivasi secara kimia yaitu kalium hidroksida (KOH) dengan memvariasikan konsentrasi zat tersebut dengan metode *bubble* terhadap pemurnian biogas.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dirumuskan sebuah permasalahan yaitu :
Bagaimana pengaruh konsentrasi KOH terhadap pemurnian biogas dengan metode *bubble purification*?

1.3. Batasan Masalah

Untuk menjadikan penelitian ini lebih terarah, maka penulis akan memberikan batasan-batasan masalah yang meliputi hal berikut ini:

1. *Properties* bahan bakar biogas yang dianalisa adalah kadar gas karbondioksida (CO_2) dan kadar metana (CH_4).
2. Biogas dihasilkan dari kotoran ternak sapi.
3. Dimensi box *aerator* yaitu 15cm x 15cm x 150cm.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi KOH terhadap pemurnian biogas dengan metode *bubble purification*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Agar mahasiswa mengetahui pengaruh konsentrasi kalium hidroksida (KOH) terhadap pemurnian biogas dengan metode *bubble purification*.
2. Sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut mengenai usaha memurnikan biogas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Sebelumnya

Adanya kandungan gas-gas pengotor dalam biogas, menyebabkan kualitas dari biogas menjadi rendah. Hal ini mendorong banyak kalangan untuk berupaya meningkatkan kualitas biogas. Salah satu upaya peningkatan kualitas biogas, telah dilakukan oleh *Wahono, dkk (2010)* mengenai peningkatan performa biogas untuk pembangkit listrik. Peningkatan performa biogas, dilakukan dengan proses adsorpsi menggunakan *Adsorbent zeolite*. Penelitian ini dilakukan dengan memodifikasi *zeolite* dengan penambahan material seperti bentonit, kaolin lokal Semin – Gunung Kidul, gamping, tapioka/kanji, dan kitosan cair. Selain itu dalam penelitian ini juga digunakan senyawa NaOH yang berfungsi sebagai pengaktivasi *zeolite*. Dari penelitian tersebut, diketahui bahwa material yang memiliki kemampuan adsorpsi terbaik yaitu modifikasi *zeolite* dengan kaolin lokal Semin – Gunung Kidul. Campuran ini selain menghasilkan daya listrik yang tinggi, juga mudah pembuatannya serta memiliki kekuatan yang baik.

Sriharti (1989) juga pernah melakukan penelitian mengenai proses untuk peningkatan kualitas dan kuantitas biogas, yaitu dengan penambahan karbon aktif dan penggunaan *scrubber CO₂*. Penambahan karbon aktif dalam bahan baku, yaitu berupa kotoran sapi berfungsi untuk meningkatkan nisbah C/N, yang dapat memperbaiki proses pencernaan *anaerob* dan mendapatkan kondisi optimum dalam menghasilkan gas metan. Penelitian tersebut juga menggunakan *scrubber CO₂* dengan larutan Ca(OH)₂ (air kapur) dan larutan KOH. Dari penelitian tersebut, diperoleh hasil bahwa produksi biogas meningkat setelah penambahan karbon aktif yaitu rata-rata sebesar 57,4% dan kandungan gas CO₂ menurun setelah dilewatkan *scrubber*. Penurunan paling tinggi terjadi pada *scrubber* dengan isian larutan KOH yaitu sebesar 90,1%.

Penelitian lain dilakukan oleh *Ahmadi dkk (1997)* mengenai aktivasi *zeolite* alam dan penggunaannya untuk pemurnian tokoferol dari distilat asam lemak minyak kelapa sawit. Dalam penelitian tersebut, *zeolite* diaktivasi secara fisik dengan proses

heat treatment menggunakan suhu yang bervariasi, yaitu 500, 600, dan 700 °C, serta aktivasi kimia menggunakan larutan asam sulfat dengan konsentrasi 25% massa *zeolite*. Hasil penelitian ini menunjukkan terjadi peningkatan pemurnian tokoferol sebesar 16,49% pada suhu 500 °C, sedangkan pada suhu 600 °C peningkatannya sebesar 52,19%. Namun pada suhu 700 °C pemurnian tokoferol mengalami penurunan sebesar 16,20%.

Hal ini disebabkan oleh sifat adsorpsi yang berhubungan dengan perbandingan antara Si/Al dan kandungan kadar air dari *zeolite*.

2.2. Biogas

Biogas adalah bahan bakar gas dan bahan bakar yang dapat diperbaharui (*renewable fuel*), yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk diantaranya : kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah *biodegradable* atau setiap limbah organik yang *biodegradable* dalam kondisi anaerobik.

Salah satu energi terbarukan yang dapat dihasilkan dengan teknologi tepat guna yang relatif lebih sederhana dan sesuai untuk daerah pedesaan adalah energi biogas dengan memproses limbah bio atau bio massa di dalam alat kedap udara yang disebut digester. Biomassa berupa limbah dapat berupa kotoran ternak, bahkan sampah rumah tangga, sisa-sisa hasil panen seperti jerami, sekam dan daun-daunan sortiran sayur dan sebagainya. Namun, sebagian besar terdiri atas kotoran ternak.

Terdapat beberapa teknologi yang dapat digunakan untuk mengkonversi limbah (organik) menjadi energi, diantaranya: pembakaran langsung, konversi kimia, dan konversi biologi. Diantara teknologi tersebut, biogas (konversi biologi) termasuk teknologi yang memiliki efisiensi tinggi, karena residu proses biogas juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk berkualitas tinggi.

Metana (CH_4) dalam biogas bila terbakar akan relatif lebih bersih dari pada batu bara dan menghasilkan energi yang lebih besar dengan emisi karbondioksida yang lebih sedikit. Pemanfaatan biogas memegang peranan penting dalam manajemen limbah, karena metana merupakan gas rumah kaca yang lebih berbahaya

dalam pemanasan global bila dibandingkan dengan karbondioksida. Karbon dalam biogas merupakan karbon yang diambil dari atmosfer oleh fotosintesis tanaman, sehingga bila dilepaskan lagi ke atmosfer, dan tidak akan menambah jumlah karbon di atmosfer bila dibandingkan dengan pembakaran bahan bakar fosil.

2.2.1. Komposisi dan Karakteristik Biogas

Unsur utama yang terkandung dalam biogas, sebagian besar berupa metana dan karbon dioksida. Biogas dengan unsur metana lebih dari 45% bersifat mudah terbakar. Untuk lebih lengkapnya kandungan yang terdapat dalam biogas dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 komposisi biogas

| Substansi | Simbol | Prosentase |
|------------------|------------------|------------|
| Metana | CH ₄ | 50 - 70 |
| Karbon dioksida | CO ₂ | 30 - 40 |
| Hidrogen | H ₂ | 5 - 10 |
| Nitrogen | N ₂ | 1 - 2 |
| Uap air | H ₂ O | 0,3 |
| Hidrogen Sulfida | H ₂ S | sisia |

Sumber : Subowo (2010)

Tidak semua zat-zat atau gas-gas yang terkandung dalam biogas menguntungkan. Beberapa zat atau gas yang terkandung dalam biogas merupakan zat pengotor (*impurity*) yang dapat merugikan dan menurunkan kualitas dari biogas. berikut ini merupakan zat-zat pengotor yang terkandung dalam biogas yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Problem Biogas dan dampak yang ditimbulkan

| Problem Biogas | Dampak yang Ditimbulkan |
|-------------------------|---|
| Air | Korosi dalam kompresor, tangki penyimpanan gas dan mesin karena reaksi dengan H ₂ S, NH ₃ dan CO ₂ untuk membentuk asam Akumulasi air dalam pipa Kondensasi dan / atau pembekuan karena tekanan tinggi |
| Debu | Menyumbat karena endapan dalam kompresor, gas tangki penyimpanan |
| H ₂ S | Korosi dalam kompresor, tangki penyimpanan gas dan mesin Konsentrasi beracun H ₂ S (> 5cm ³ m ⁻³) tetap dalam biogas SO ₂ dan SO ₃ yang terbentuk akibat pembakaran, yang lebih beracun dari H ₂ S dan menyebabkan korosi dengan air |
| CO ₂ | Rendah kalori nilai |
| <i>Siloxanes</i> | Pembentukan SiO ₂ dan kuarsa mikrokristalin karena pembakaran; deposisi di busi, katup dan silinder kepala abrading permukaan |
| Hidrokarbon | Korosi pada mesin karena pembakaran |
| NH ₃ | Korosi bila dilarutkan dalam air |
| O ₂ atau air | Karena konsentrasi tinggi dari O ₂ Explosivemixtures dalam biogas |
| Cl ⁻ | Korosi dalam mesin pembakaran |

Sumber: Ryckebosch et. al (2011: 2)

Adapun karakteristik dari biogas, yaitu memiliki massa 20% lebih ringan dari pada udara dan titik nyalanya berkisar antara 650 – 700 °C. Biogas merupakan gas yang tidak berwarna/pucat dan memiliki bau yang kurang sedap. Untuk lebih lengkapnya karakteristik biogas dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Karakteristik Biogas

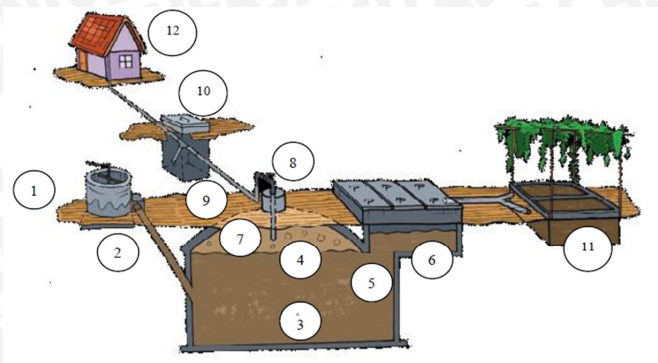
| Parameter | Keterangan |
|------------------------|---------------------------------------|
| Energi | 6.0-6.5 kWh m ⁻³ |
| <i>Fuel equivalent</i> | 0.60-0.65 L oil/m ³ biogas |
| Batas ledakan | 6-12% biogas dalam udara |
| Titik nyala | 650-750 °C |
| Tekanan kritis | 75-89 bar |
| Temperatur kritis | -82.5 °C |
| Massa jenis | 1.2 kg m ⁻³ |
| Bau | Telur busuk |
| Massa molar | 16.043 kg kmol ⁻¹ |

Sumber: Duplein *et. al*, 2008 : 50

2.2.2. Instalasi dan Prinsip Kerja Pembuatan Biogas

Dalam instalasi digester biogas terdapat 6 buah bagian utama, diantaranya yaitu *inlet* (tangki pencampur) sebagai tempat kotoran hewan masuk, reaktor (ruang pencernaan anaerob), penampung gas (ruang penyimpanan), *outlet* (ruang pemisah), sistem pengangkut gas dan lubang kompos kotoran hewan yang telah hilang gasnya / *bio-slurry*.

Campuran kotoran dan air dicampur dalam saluran masuk atau ruang pencampur yang selanjutnya dialirkan melalui saluran pipa menuju digester. Campuran tersebut akan menghasilkan gas setelah mengalami proses pencernaan anaerob di reaktor. Gas yang telah dihasilkan kemudian disimpan dalam penampung gas (bagian atas kubah). Selanjutnya *slurry* mengalir keluar dari digester menuju *outlet* dan menjadi *bio-slurry*. Skema instalasi biogas yang umumnya digunakan di Indonesia bisa dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema instalasi biogas
Sumber : Kementerian ESDM, 2010

Keterangan :

1. *Inlet* (tangki pencampur).
2. Pipa *inlet*.
3. *Digester*.
4. Penampung gas (kubah).
5. *Manhole*.
6. *Outlet & Overflow*.
7. Pipa gas utama dan *turret*.
8. Katup gas utama.
9. Saluran pipa.
10. *Waterdrain* (penguras air).
11. Lubang *bio-slurry*.
12. Pemanfaatan dalam rumah (kompor, lampu, dsb).

Prinsip kerja pembuatan biogas pada dasarnya memanfaatkan proses pencernaan yang dilakukan oleh bakteri *methanogen* yang dapat menghasilkan metana (CH_4). Bakteri *methanogen* berada pada limbah yang mengandung bahan

organik, seperti kotoran ternak, sampah organik rumah tangga, dan sisa-sisa panen. Bakteri ini bekerja dalam lingkungan yang tidak ada udara (*anaerob*), sehingga proses ini disebut juga sebagai pencernaan *anaerob* (*anaerob digestion*).

Proses pencernaan material organik yang dilakukan oleh bakteri *methanogen* melalui beberapa tahapan. Menurut **Subowo (2010)** tahapan-tahapan proses pencernaan material organik, yaitu :

1. *Hidrolisis*. Pada tahap ini, molekul organik yang kompleks diurai menjadi bentuk yang lebih sederhana.
2. *Acidogenesis*. Pada tahap ini terjadi proses penguraian yang menghasilkan ammonia, karbon dioksida, dan hidrogen sulfida
3. *Asetagenesis*. Pada tahap ini dilakukan proses penguraian terhadap produk *acidogenesis*; menghasilkan hidrogen, karbon dioksida, dan asetat.
4. *Methanogenesis*. Merupakan tahapan terakhir dan sekaligus yang paling menentukan, yakni dilakukan proses penguraian dan sintesis produk tahap sebelumnya untuk menghasilkan gas metana (CH₄). Hasil lain dari proses ini berupa karbon dioksida, air, dan sejumlah kecil senyawa lainnya.

2.2.3. Upaya-Upaya Peningkatan Kualitas Biogas

Biogas yang ada saat ini, umumnya memiliki kualitas yang kurang baik. Hal ini disebabkan berbagai macam faktor, salah satunya yaitu kualitas makanan dari ternak yang akan mempengaruhi kualitas kotoran yang dihasilkan serta kandungan dari biogasnya. Untuk meningkatkan kualitas dari biogas yang dihasilkan, kita dapat melakukan proses pemurnian biogas. Proses pemurnian tersebut antara lain (Wellinger *et. al* : 2000) :

1. Pemurnian gas karbon dioksida (CO₂)

Penyerapan gas CO₂, bertujuan untuk meningkatkan kandungan gas metana yang terkandung dalam biogas. Sehingga bila kandungan gas metananya meningkat, energi yang dihasilkan dari biogas tersebut juga akan meningkat. Proses pemurnian gas CO₂ dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu :

- Penyerapan air

- Penyerapan *Polyethylen Glycol*
 - Saringan karbon molecular
 - Membran pemisah
2. Penyerapan gas hidrogen sulfida (H_2S).

Hidrogen sulfida selalu terdapat dalam biogas dan jumlahnya bervariasi, tergantung dari bahan bakunya. Gas ini merugikan karena bersifat korosif. Hidrogen sulfida sangat reaktif terhadap logam dan reaktivitasnya dapat dipengaruhi oleh konsentrasi dan tekanan, air, dan suhu yang tinggi. Karena berpotensi menyebabkan masalah maka gas ini disarankan harus diserap pada awal proses peningkatan kualitas biogas. Metode yang umum digunakan untuk penyerapan gas hidrogen sulfida ada dua macam, yaitu menambahkan udara atau oksigen pada digester biogas dan menambahkan besi klorida pada *slurry* digester.

3. Penyerapan gas hidrokarbon terhalogenasi (*Halogenated Hydrocarbon*).
4. *Siloxane removal*
5. Penyerapan gas oksigen dan nitrogen.

2.3. Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika suatu fluida (gas) terikat dengan suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu lapisan film (biasanya berwarna keputihan) pada permukaan padatan. *Adsorbent* adalah zat pengikat atau penyerap yang berwujud padatan, dan adsorbat adalah zat yang terserap oleh *adsorbent* (Rini & Lingga, 2010: 21).

Menurut Adamson (1990) menyatakan bahwa adsorpsi dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi fisik (*fisisorpsi*) dan adsorpsi kimia (*chemisorpsi*). Adsorpsi fisik disebabkan oleh gaya van der Waals. Gaya Van Der Waals adalah gaya tarik-menarik atau gaya tolak-menolak yang diakibatkan oleh interaksi elektrostatik ion antar molekul. Sedangkan adsorpsi kimia disebabkan karena molekul-molekul yang teradsorpsi pada permukaan *adsorbent* bereaksi secara kimia, sehingga terjadi

pemutusan dan pembentukan ikatan. Ikatan antara *adsorbent* dan adsorbat cukup kuat sehingga spesies aslinya tidak dapat ditemukan kembali (Rini & Lingga, 2010: 21).

2.4. Kalium Hidroksida (KOH)

Kalsium hidroksida adalah senyawa kimia dengan rumus kimia $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Kalsium hidroksida dapat berupa kristal tak berwarna atau bubuk putih. Kalsium hidroksida dihasilkan melalui reaksi kalsium oksida (CaO) dengan air. Senyawa ini juga dapat dihasilkan dalam bentuk endapan melalui pencampuran larutan kalsium klorida (CaCl_2) dengan larutan natrium hidroksida (NaOH).

Dalam bahasa Inggris, kalsium hidroksida juga dinamakan *slaked lime*, atau *hydrated lime* (kapur yang di-airkan). Nama mineral $\text{Ca}(\text{OH})_2$ adalah *portlandite*, karena senyawa ini dihasilkan melalui pencampuran air dengan semen Portland. Larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ disebut air kapur dan merupakan basa dengan kekuatan sedang. Larutan tersebut bereaksi hebat dengan berbagai asam, dan bereaksi dengan banyak logam dengan adanya air. Larutan tersebut menjadi keruh bila dilewatkan karbon dioksida, karena mengendapnya kalsium karbonat.

Kalium hidroksida dapat ditemukan dalam bentuk murni dengan mereaksikan natrium hidroksida dengan kalium murni. Kalium hidroksida biasanya dijual dalam bentuk pelet transparan, yang akan memudar di udara karena sifatnya yang higroskopis. Berikut ini merupakan karakteristik dari senyawa KOH yang dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Karakteristik senyawa KOH

| <i>Properties</i> | Keterangan |
|-------------------------|--|
| Titik lebur | 406 °C |
| Titik didih | 1327 °C |
| Densitas | 2.044 gr/cm ³ |
| Kelarutan dalam air | 1210 g/L (25 °C) 1780 g/L (100 °C) |
| Kelarutan | Larut dalam alcohol, gliserol Tidak larut dalam ammonia cair. |
| Keasaman (<i>pKa</i>) | 13.5 (0.1 M) |
| Index bias | 1.409 |
| Wujud | Padatan putih, <i>deliquescent</i> |

Sumber : Anonymous_g (2011)

2.5. Aquades (H₂O)

Prinsip penyulingan air untuk setiap elemen di tiga bagian yaitu : cairan, solid, dan uap yang tergantung pada suhu. Misalnya untuk air yang didinginkan di bawah 0 derajat Celcius (32 Fahrenheit) akan menjadi es sedangkan jika dipanaskan di atas 100 derajat Celsius (212 Fahrenheit) akan menjadi uap. Dimana perubahan substansi dari cair ke uap disebut titik didih, perbedaan ini dapat digunakan untuk zat terpisah dan dapat digunakan untuk pemurnian air.

- Jenis-Jenis Aquades yaitu :
 1. Air suling dari sumur.
 2. Air suling dari mata air pegunungan.
 3. Air suling dari air tadah hujan.
- Proses pembuatan aquades yaitu :
 1. Air kotor dipanaskan
 2. Untuk titik didih sehingga akan menguap

3. Setelah menjadi uap sedangkan bahan lainnya tetap dalam keadaan padat dalam boiler, kemudian uap ini kemudian diarahkan ke dalam pendingin
4. Kemudian mengalami proses pendinginan dan kembali ke fluida cair
5. Hasil akhirnya adalah sebuah air yang telah dibersihkan dari zat tambahan yang ditemukan sebelum penyulingan.

2.6. Proses Aerasi

Efektifitas proses aerasi sebagai salah satu cara untuk mengurangi atau menghilangkan bahan-bahan pencemar dalam air sampai batas yang disyaratkan, ditentukan oleh sebaran udara dalam tangki aerasi atau kolam aerasi. Jika sebaran udara dapat diketahui maka efektifitas proses akan dapat diperkirakan. Sebaran udara dalam air ini ditentukan oleh mekanisme apungan udara dan pencampuran oleh aliran turbulen air dalam kolom aerator.

Seiring dengan semakin terbatasnya jumlah lahan atau alasan lain, bentuk kolam aerasi ini menjadi bermacam-macam menyesuaikan kondisi yang ada. Hal ini menyulitkan perencana untuk mengetahui efektifitas kolam aerasi. Tindakan yang umum dilakukan dalam suatu perencanaan adalah memberi angka keamanan yang besar pada waktu penahanan (*detention time*) untuk mengimbangi kesalahan penyederhanaan yang dipakai. Hal ini tidak ekonomis dan kurang handal.

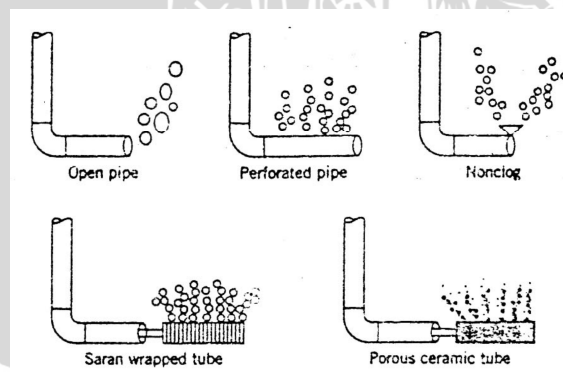
Sebetulnya perencanaan sistem aerasi yang efektif dan efisien dapat dibantu dengan model matematik. Model matematik memungkinkan untuk mensimulasi kandungan udara dan besaran-besaran parameter aliran serta turbulensi yang sangat berguna untuk memperkirakan kuantitas proses aerasi pada berbagai kondisi. Dalam model matematik ini terdapat suatu bentuk persamaan matematika yang digunakan mewakili dinamika yang dimodelkan. Untuk memperoleh suatu persamaan matematik yang tepat, diperlukan penelitian awal untuk mengetahui dinamika gelembung udara yang terjadi, salah satunya adalah gerak vertikal gelembung udara relatif terhadap air. Karena rapat massa udara sangat kecil dibandingkan dengan rapat massa air maka ditinjau saat gelembung dalam keadaan seimbang, yakni pada saat seret (*drag*) sama dengan gaya apung (*bouyancy*).

Oleh karena itu diperlukan penelitian tentang hubungan antara kecepatan naik gelembung udara dengan diameter, dan konsentrasi gelembung udara dalam kolom aerator. Hubungan yang diteliti bersifat lokal (pada suatu lokasi tertentu) bukan bersifat global untuk suatu tangki aerasi misalnya. Penelitian ini bertujuan mendapatkan hubungan kuantitatif kecepatan naik gelembung udara. Hal-hal rinci yang diteliti yaitu:

1. konsentrasi lokal gelembung udara, untuk mengetahui bentuk, ukuran dan distribusi gelembung yang terjadi
2. Mendapatkan hubungan kecepatan naik gelembung udara dan diameter gelembung udara, untuk mengetahui parameter-parameter yang mengetahuinya

2.7. Tipe Aliran Gelembung Udara

kolom aerator (*bubble column*) adalah perangkat yang sederhana dan efektif untuk terjadinya kontak antara udara dan air. Kolom ini biasanya terdiri dari tabung silinder vertikal dengan distributor udara (*diffuser*) pada bagian dasar, baik jenis pelat berpori atau sparger (satu atau beberapa cincin yang berlubang-lubang kecil). Jenis-jenis *diffuser* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Jenis-jenis diffuser

Sumber : Pengaruh debit terhadap dinamika gelembung udara dalam kolom aerator. Pdf.

Tidak ada standar tertentu untuk ketinggian air dan diameter kolom. diameter kolom ditentukan dengan pertimbangan tercapainya kecepatan *superfisial* gas yang cukup (*sufficient*), tidak terlalu tinggi, pada debit udara tertentu. Besarnya debit udara ini dibatasi jangan sampai menimbulkan busa (*foaming*), disarankan untuk menentukan batasan debit dengan cara eksperimen. Ketinggian air ditentukan agar dengan memperhatikan kestabilan sistem. Ketinggian air paling rendah dua kali diameter kolom.

Terdapat 3 tipe aliran gelembung udara, yakni sebagai berikut:

a. Aliran Gelembung homogen

Gelembung kecil dengan diameter seragam tersebar merata pada cairan. Tidak terjadi aliran air yang kuat.

b. Aliran gelembung heterogen (*churn-turbulent*)

Gelembung besar dengan bentuk tidak teratur bergerak cepat keatas. Terjadi pemecahan dan penggabungan yang banyak. Gelembung kecil masih ditemui. Terdapat aliran cairan yang kuat.

c. aliran *slug*

Gelembung terbentuk dengan ukuran sebesar diameter kolom. Gelembung-gelembung kecil mengikuti dibelakangnya.

Terdapat satu perbedaan penting pada aliran gelembung homogen dan gelembung heterogen. Pada aliran gelembung homogen, telah terjadi penggabungan gelembung, yang apabila terjadi maka ukuran gelembung akan bertambah seiring berjalan naik gelembung. Pada aliran turbulen, terjadi pecah dan penggabungan dengan cepat sehingga diameter equilibrium yang tercapai tidak dipengaruhi oleh diameter distributor udara.

Konsentrasi lokal gelembung merupakan perbandingan volume gelembung udara terhadap volume air pada suatu area tertentu. konsentrasi ini diperoleh dari jumlah gelembung yang ada dikalikan diameternya. Jumlah gelembung ditentukan oleh debit udara dan kecepatan naik rerata gelembung (merupakan fungsi diameternya). Sementara itu, diameter ditentukan oleh peristiwa penggabungan, yang akan meningkatkan konsentrasi gelembung. Ini menunjukkan bahwa kedua

parameter, secara tidak langsung, saling berhubungan. Kenaikan konsentrasi pada kenaikan ketinggian dapat disebabkan oleh penggabungan dan pecahnya gelembung dalam kolom. Ukuran gelembung mula-mula (*initial bubble sizes*) yang terbentuk dari distributor udara kemungkinan membesar, lalu semakin lama pecah ketika bergerak naik. Sedangkan gelembung yang lebih kecil, semakin bergerak naik kecepatannya berkurang sehingga meningkatkan konsentrasi udara. J.M. Smith, (1959), volume gas akan berubah disebabkan oleh perubahan tekanan. Persamaan gas ideal adalah :

$$PV = nRT$$

dengan

P = tekanan mutlak (atm)

V = volume jenis (cm^3)

n = mole

R = tetapan untuk gas tertentu

T = temperatur mutlak (K)

2.8. Hipotesa

Semakin tinggi konsentrasi kalium hidroksida (KOH), maka penyerapan CO_2 akan semakin banyak pula. Hal ini dikarenakan KOH sebagai adsorbent, yaitu salah satu larutan basa kuat yang mampu mengendapkan kalsium karbonat apabila dilewatkan CO_2 .

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental reseach*). Jenis penelitian ini digunakan untuk menguji pengaruh dari suatu perlakuan terhadap proses. Dalam hal ini obyek yang akan dilakukan penelitian adalah studi pengaruh konsentarsi KOH terhadap pemurnian biogas dengan metode *bubble purification*.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di dua tempat yaitu Laboratorium Motor Bakar Universitas Brawijaya pada saat menggunakan gas CO₂ dan CH₄ murni, kemudian dilanjutkan menggunakan biogas langsung di Desa Tegalweru Kecamatan Dau – Batu. sedangkan waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada tanggal 11 Oktober – 20 November 2013

3.3 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1.Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah variasi konsentrasi KOH yaitu KOH 0,99%, 1,47%, dan 1,96%. Dan setiap konsentrasi divariasikan lama tinggal *bubble* yaitu 1,2,3,4, dan 5 *second*.

2.Variabel Terkontrol (*Controlled Variable*)

Dalam penelitian ini variabel terkontrol yang digunakan adalah lubang *bubble* 1 mm dan massa alir dari gas konstan.

3. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini adalah Prosentase kandungan metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2).

3.4 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. *Gas Chromatografi*

GC (Gas Chromatography) yang biasa disebut juga Kromatografi gas (KG) merupakan teknik instrumental yang dikenalkan pertama kali pada tahun 1950-an. GC merupakan metode yang dinamis untuk pemisahan dan deteksi senyawa-senyawa organik yang mudah menguap dan senyawa-senyawa gas anorganik dalam suatu campuran. Perkembangan teknologi yang signifikan dalam bidang elektronik, komputer, dan kolom telah menghasilkan batas deteksi yang lebih rendah serta identifikasi senyawa menjadi lebih akurat melalui teknik analisis dengan resolusi yang meningkat. Untuk lebih jelasnya gambar GC bisa dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Gas chromatography*
Sumber : *Research Center ITS*

Spesifikasi alat :

Batasan Temperatur = 5-35°C

Batasan Kelembaban = 25-80%

Power Supply = 220 Volt \pm 10%, 50 Hz

Power Consumption = 2500 Watt

Dimensi = 250 x 250 x 176 cm

Buatan = Shanghai

2. Tabung CO₂

Tabung CO₂ murni digunakan pada saat pra penelitian, Gambar tabung bisa dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Tabung CO₂

3. Tabung CH₄

Sebagai sumber gas CH₄ murni. Gambar tabung bisa dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Tabung CH₄

4. *Compressor*

Berfungsi untuk memompa biogas menuju *box aerator*. Gambar *compressor* bias dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Kompresor udara

5. *Flowmeter*

Berfungsi untuk mengukur massa alir. Berikut ini adalah gambar dari flowmeter yang ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Flowmeter*

6. *Box Aerator*

Sebagai tempat menampung larutan KOH yang akan dilewati oleh gas biogas. Gambar bos aerator ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 *Box Aerator*

7. *Timbangan Digital*

Digunakan untuk mengukur massa dari KOH. Timbangan yang digunakan ditunjukkan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 *Timbangan Digital*

8. Kantong Gas

Berfungsi untuk menampung biogas hasil pemurnian. Gambar dari kantong gas bias dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Kantong Gas

9. Gelas Ukur

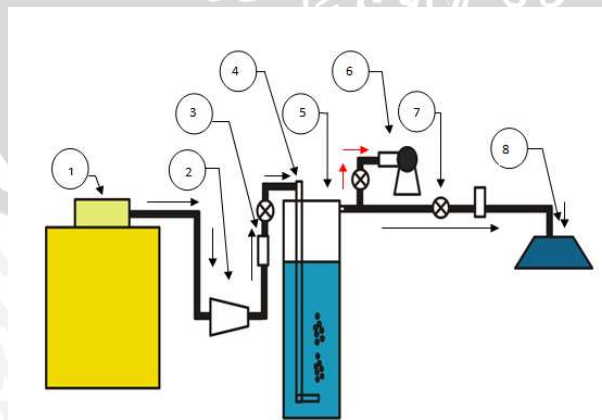
Untuk mengukur debit dari *aquades*. Gambar dari gelas ukur yang digunakan ditunjukkan pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Gelas Ukur

3.5 Skema Penelitian

Untuk skema penelitian dari pengambilan sampel sampai pengujian biogas ditunjukkan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Skema Penelitian

Keterangan:

1. Tabung biogas
2. *Compressor*
3. *Flowmeter*
4. Saluran pipa ($\varnothing = 6$ mm)
5. *Box Aerator*
6. *Vacum pump*
7. Katup
8. *Gas Cromatografi*

3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang akan dilakukan meliputi:

1. Pelaksanaan pra penelitian (mengetahui pengaruh gas CO_2 dan CH_4 melalui tabung gas murni)
 - a. Mengukur perbandingan massa KOH dengan *aquades* yaitu :
Variasi 1 = Konsentrasi KOH 0,99%
Variasi 2 = Konsentrasi KOH 1,47%
Variasi 3 = Konsentrasi KOH 1,96%
 - b. Menentukan variasi lama tinggal *bubble* pada *box aerator* yaitu
Variasi 1 = 1 *second*
Variasi 2 = 2 *second*
Variasi 3 = 3 *second*
Variasi 4 = 4 *second*
Variasi 5 = 5 *second*
 - c. Menyiapkan dan memeriksa instalasi yang akan digunakan antara lain
 - Memeriksa regulator tabung gas CO_2 dan CH_4 , dan memastikan berfungsi dengan baik .
 - Memeriksa Manometer 1 dan Manometer 2, memastikan berfungsi dengan baik tanpa kebocoran pada saluran.
 - Menyiapkan lubang *bubble* dengan ukuran diameter 1 mm.

- Melakukan pemasangan sesuai dengan rencana instalasi yang sebelumnya telah direncanakan dan memastikan bebas dari kebocoran pada saluran.
- d. Melakukan pengujian kandungan CO₂ dengan variasi 1 (KOH 0,99%)
- Memasukkan campuran KOH dan *aquades* dengan variasi lama tinggal *bubble 5 second*.
 - Memastikan tidak ada udara yang masuk pada *box aerator*.
 - Membuka regulator dengan tekanan konstan sampai gas CO₂ mampu menghasilkan *bubble*.
 - Mencatat hasil dari manometer 1 dan manometer 2.
 - Menghitung data dengan rumus.
- e. Melakukan pengujian kandungan CO₂ dengan variasi 1(KOH 0,99%)
- Memasukkan campuran KOH dan *aquades* dengan variasi lama tinggal *bubble 4 second*.
 - Memastikan tidak ada udara yang masuk pada *box aerator*.
 - Membuka regulator dengan tekanan konstan sampai gas CO₂ mampu menghasilkan *bubble*.
 - Mencatat hasil dari manometer 1 dan manometer 2.
 - Menghitung data dengan rumus.
- f. Melakukan pengujian kandungan CO₂ dengan variasi 1(KOH 0,99%)
- Memasukkan campuran KOH dan *aquades* dengan variasi lama tinggal *bubble 3 second*.
 - Memastikan tidak ada udara yang masuk pada *box aerator*.
 - Membuka regulator dengan tekanan konstan sampai gas CO₂ mampu menghasilkan *bubble*.
 - Mencatat hasil dari manometer 1 dan manometer 2.
 - Menghitung data dengan rumus.
- g. Melakukan pengujian kandungan CO₂ dengan variasi 1(KOH 0,99%)
- Memasukkan campuran KOH dan *aquades* dengan variasi lama tinggal *bubble 2 second*.
 - Memastikan tidak ada udara yang masuk pada *box aerator*.

- Membuka regulator dengan tekanan konstan sampai gas CO_2 mampu menghasilkan *bubble*.
 - Mencatat hasil dari manometer 1 dan manometer 2.
 - Menghitung data dengan rumus.
- h. Melakukan hal yang sama yaitu mengukur kandungan CO_2 dengan variasi 2 (KOH 1,47%) dan 3 (KOH 1,96%), dan setiap variasi mencari pengaruh lama tinggal *bubble* yang telah ditentukan seperti di atas.
- i. Melakukan pengujian kandungan CH_4 dengan variasi 1 (KOH 0,99%)
- Memasukkan campuran KOH dan *aquades* dengan variasi lama tinggal *bubble* 5 second.
 - Memastikan tidak ada udara yang masuk pada *box aerator*.
 - Membuka regulator dengan tekanan konstan sampai gas CH_4 mampu menghasilkan *bubble*.
 - Mencatat hasil dari manometer 1 dan manometer 2.
 - Menghitung data dengan rumus.
- j. Melakukan pengujian kandungan CH_4 dengan variasi 1 (KOH 0,99%)
- Memasukkan campuran KOH dan *aquades* dengan variasi lama tinggal *bubble* 4 second.
 - Memastikan tidak ada udara yang masuk pada *box aerator*.
 - Membuka regulator dengan tekanan konstan sampai gas CH_4 mampu menghasilkan *bubble*.
 - Mencatat hasil dari manometer 1 dan manometer 2.
 - Menghitung data dengan rumus.
- k. Melakukan pengujian kandungan CH_4 dengan variasi 1 (KOH 0,99%) :
- Memasukkan campuran KOH dan *aquades* dengan variasi lama tinggal *bubble* 3 second.
 - Memastikan tidak ada udara yang masuk pada *box aerator*.
 - Membuka regulator dengan tekanan konstan sampai gas CH_4 mampu menghasilkan *bubble*.
 - Mencatat hasil dari manometer 1 dan manometer 2.
 - Menghitung data dengan rumus.

1. Melakukan pengujian kandungan CH_4 dengan variasi 1 (KOH 0,99%) :
 - Memasukkan campuran KOH dan *aquades* dengan variasi lama tinggal *bubble 2 second*.
 - Memastikan tidak ada udara yang masuk pada *box aerator*.
 - Membuka regulator dengan tekanan konstan sampai gas CH_4 mampu menghasilkan *bubble*.
 - Mencatat hasil dari manometer 1 dan manometer 2
 - Menghitung data dengan rumus
- m. Menghubungkan semua data dengan rumus dan membuat grafik
2. Prosedur penelitian (mengetahui kandungan CO_2 dan CH_4 pada biogas murni)
 - a. Mengukur perbandingan massa KOH dengan *aquades* yaitu :
 - Variasi 1 = KOH 0,99%
 - Variasi 2 = KOH 1,47%
 - Variasi 3 = KOH 0,99%
 - b. Menentukan variasi lama tinggal *bubble* pada *box aerator* yaitu
 - Variasi 1 = 5 *second*
 - Variasi 2 = 4 *second*
 - Variasi 3 = 3 *second*
 - Variasi 4 = 2 *second*
 - Variasi 5 = 1 *second*
 - c. Menyiapkan dan memeriksa instalasi yang akan digunakan antara lain
 - Menyiapkan saluran dari biogas ke instalasi dan memastikan tidak ada kebocoran.
 - Memeriksa *flowmeter* 1 dan *flowmeter* 2, memastikan berfungsi dengan baik tanpa kebocoran pada saluran.
 - Menyiapkan lubang *bubble* dengan ukuran diameter 1 mm
 - Melakukan pemasangan sesuai dengan rencana instalasi yang sebelumnya telah direncanakan dan memastikan bebas dari kebocoran pada saluran.

- d. Melakukan pengukuran kandungan biogas sebelum dimurnikan terutama kandungan CO₂ dan CH₄ dengan menggunakan alat *gas chromatografi*.
- e. Melakukan pengujian kandungan biogas dengan variasi 1(KOH 0,99%) :
- Memasukkan campuran KOH dan *aquades* dengan variasi lama tinggal *bubble 5 second*.
 - Memastikan tidak ada udara yang masuk pada *box aerator*.
 - Membuka regulator dari biogas dengan tekanan konstan sampai gas biogas mampu menghasilkan *bubble*.
 - Mencatat hasil dari *flowmeter 1* dan *flowmeter 2*.
 - Melakukan pengukuran kandungan biogas setelah dimurnikan dengan alat *gas chromatografi*.
- f. Melakukan pengujian kandungan biogas dengan variasi 1(KOH 0,99%) :
- Memasukkan campuran KOH dan *aquades* dengan variasi lama tinggal *bubble 4 second*.
 - Memastikan tidak ada udara yang masuk pada *box aerator*.
 - Membuka regulator dari biogas dengan tekanan konstan sampai gas biogas mampu menghasilkan *bubble*.
 - Mencatat hasil dari *flowmeter 1* dan *flowmeter 2*
 - Melakukan pengukuran kandungan biogas setelah dimurnikan dengan alat *gas Chromatografi*.
- g. Melakukan pengujian kandungan biogas dengan variasi 1(KOH 0,99%) :
- Memasukkan campuran KOH dan *aquades* dengan variasi lama tinggal *bubble 3 second*.
 - Memastikan tidak ada udara yang masuk pada *box aerator*
 - Membuka regulator dari biogas dengan tekanan konstan sampai gas biogas mampu menghasilkan *bubble*.
 - Mencatat hasil dari *flowmeter 1* dan *flowmeter 2*.

- Melakukan pengukuran kandungan biogas setelah dimurnikan dengan alat *gas Chromatografi*.
- h. Melakukan pengujian kandungan biogas dengan variasi 1 (KOH 0,99%) :
- Memasukkan campuran KOH dan *aquades* dengan variasi lama tinggal *bubble 2 second*.
 - Memastikan tidak ada udara yang masuk pada *box aerator*.
 - Membuka regulator dari biogas dengan tekanan konstan sampai gas biogas mampu menghasilkan *bubble*.
 - Mencatat hasil dari *flowmeter 1* dan *flowmeter 2*.
 - Melakukan pengukuran kandungan biogas setelah dimurnikan dengan alat *gas Chromatografi*.
- i. Melakukan hal yang sama yaitu mengukur kandungan biogas dengan variasi 2 (KOH 1,47 %) dan 3 (KOH 0,96%). Dan setiap variasi mencari pengaruh lama tinggal *bubble* yang telah ditentukan sebelumnya seperti diatas.
- j. Menghubungkan semua data dengan rumus dan membuat grafik.

3.7 Rancangan Penelitian

3.7.1 Pengolahan Data

Perhitungan data yang didapat dari manometer grid untuk mencari debit.

Rumus-rumus yang digunakan adalah :

$$\Delta h = h_1 - h_2 \quad (3.1)$$

keterangan :

Δh = Perbedaan ketinggian dari hasil manometer grid

h_1 = Ketinggian awal (m)

h_2 = Ketinggian akhir (m)

Setelah didapat dari (Δh), maka kemudian dapat dicari dari perbedaan tekanan dengan rumus :

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h \quad (3.2)$$

keterangan :

Δp = Perbedaan tekanan (N/m²)

ρ = Massa jenis gas yang dipakai (gr/m³)

g = Percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

kemudian dapat mencari dari kecepatan alir dengan rumus :

$$v = \sqrt{2 \cdot \Delta p \cdot \rho} \quad (3.3)$$

keterangan :

v = kecepatan alir (m/s)

kemudian hitung dengan rumus

$$Q = v \cdot a \quad (3.4)$$

keterangan :

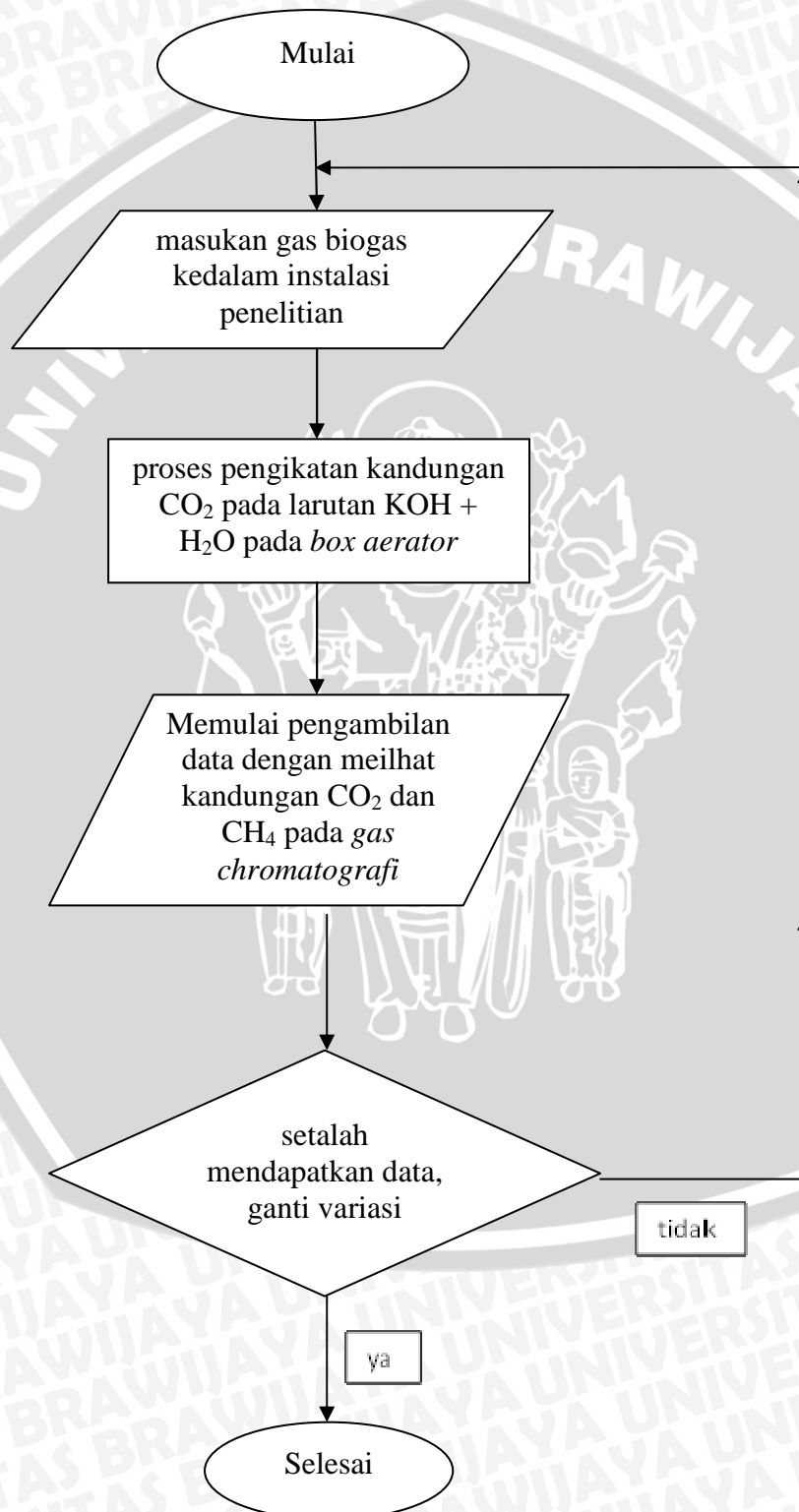
Q = debit (lt/s)

a = luas penampang (m)

Setelah ditemukan Q (debit dari masing - masing manometer yang dipakai kemudian kita kurangkan untuk mengetahui perbandingan dari data yang satu dengan data yang lain.

3.8 Diagram Alir Penelitian

Untuk mempermudah dalam menjalankan penelitian sangat penting disini membuat diagram alir penelitian untuk sebagai petunjuk dalam menjalankan penelitian.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Penelitian

4.1.1. Penelitian dengan menggunakan gas CO₂ murni dan gas CH₄ murni

Sebelum melakukan pengujian dengan menggunakan gas biogas, dilakukan penelitian awal dengan menggunakan gas murni CO₂ dan gas murni CH₄ yang bertujuan untuk mendapatkan data pendukung tentang pengaruh penyerapan larutan KOH terhadap kandungan gas CO₂ dan kandungan gas CH₄. Data penelitian awal yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, dan 4.12.

Tabel 4.1 Data hasil pengujian konsentrasi KOH 0,99% terhadap gas CO₂ murni

| Ketinggian (meter) | Lama tinggal <i>bubble</i> (<i>second</i>) | Debit masuk [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit keluar [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit terikat [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Prosentase debit terikat(%) |
|--------------------|--|---|--|---|-----------------------------|
| 1,2 | 5 | 11,22 | 8,19 | 3,03 | 27% |
| 1 | 4 | 11,22 | 8,69 | 2,53 | 23% |
| 0,8 | 3 | 11,22 | 9,61 | 1,61 | 14% |
| 0,6 | 2 | 11,22 | 10,84 | 0,38 | 3% |

Tabel 4.2 Data hasil pengujian konsentrasi KOH 1,47% terhadap gas CO₂ murni

| Ketinggian (meter) | Lama tinggal <i>bubble</i> (<i>second</i>) | Debit masuk [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit keluar [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit terikat [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Prosentase debit terikat(%) |
|--------------------|--|---|--|---|-----------------------------|
| 1,2 | 5 | 11,22 | 7,93 | 3,29 | 29% |
| 1 | 4 | 11,22 | 8,19 | 3,03 | 27% |
| 0,8 | 3 | 11,22 | 9,16 | 2,06 | 18% |
| 0,6 | 2 | 11,22 | 10,03 | 1,18 | 11% |

Tabel 4.3 Data hasil pengujian konsentrasi KOH 1,96% terhadap gas CO₂ murni

| Ketinggian (meter) | Lama tinggal <i>bubble</i> (second) | Debit masuk [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit keluar [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit terikat [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Prosentase debit terikat(%) |
|--------------------|---------------------------------------|---|--|---|-----------------------------|
| 1,2 | 5 | 11,22 | 7,66 | 3,55 | 32% |
| 1 | 4 | 11,22 | 7,93 | 3,29 | 29% |
| 0,8 | 3 | 11,22 | 8,19 | 3,03 | 27% |
| 0,6 | 2 | 11,22 | 8,69 | 2,53 | 23% |

Tabel 4.4 Data hasil pengujian konsentrasi KOH 0,99% terhadap gas CH₄ murni

| Ketinggian (meter) | Lama tinggal <i>bubble</i> (second) | Debit masuk [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit keluar [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit terikat [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Prosentase debit terikat(%) |
|--------------------|---------------------------------------|---|--|---|-----------------------------|
| 1,2 | 5 | 11,22 | 11,22 | 0 | 0% |
| 1 | 4 | 11,22 | 11,22 | 0 | 0% |
| 0,8 | 3 | 11,22 | 11,22 | 0 | 0% |
| 0,6 | 2 | 11,22 | 11,22 | 0 | 0% |

Tabel 4.5 Data hasil pengujian konsentrasi KOH 1,47% terhadap gas CH₄ murni

| Ketinggian (meter) | Lama tinggal <i>bubble</i> (second) | Debit masuk [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit keluar [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit terikat [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Prosentase debit terikat(%) |
|--------------------|---------------------------------------|---|--|---|-----------------------------|
| 1,2 | 5 | 11,22 | 11,22 | 0 | 0% |
| 1 | 4 | 11,22 | 11,22 | 0 | 0% |
| 0,8 | 3 | 11,22 | 11,22 | 0 | 0% |
| 0,6 | 2 | 11,22 | 11,22 | 0 | 0% |

Tabel 4.6 Data hasil pengujian konsentrasi KOH 1,96% terhadap gas CH₄ murni

| Ketinggian (meter) | Lama tinggal <i>bubble</i> (second) | Debit masuk [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit keluar [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit terikat [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Prosentase debit terikat(%) |
|--------------------|---------------------------------------|---|--|---|-----------------------------|
| 1,2 | 5 | 11,22 | 11,22 | 0 | 0% |
| 1 | 4 | 11,22 | 11,22 | 0 | 0% |
| 0,8 | 3 | 11,22 | 11,22 | 0 | 0% |
| 0,6 | 2 | 11,22 | 11,22 | 0 | 0% |

Tabel 4.7 Data hasil pengujian variasi debit masuk CO₂ konsentrasi KOH 0,99%

| Ketinggian (meter) | Lama tinggal <i>bubble</i> (second) | Debit masuk [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit keluar [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit terikat [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Prosentase debit terikat(%) |
|--------------------|---------------------------------------|---|--|---|-----------------------------|
| 1,2 | 5 | 6,5 | 4,10 | 2,38 | 37% |
| 1,2 | 5 | 9,2 | 7,93 | 1,23 | 13% |
| 1,2 | 5 | 11,2 | 10,44 | 0,77 | 7% |
| 1,2 | 5 | 13,0 | 12,62 | 0,33 | 3% |
| 1,2 | 5 | 14,5 | 14,33 | 0,15 | 1% |

Tabel 4.8 Data hasil pengujian variasi debit masuk CO₂ konsentrasi KOH 1,47%

| Ketinggian (meter) | Lama tinggal <i>bubble</i> (second) | Debit masuk [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit keluar [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit terikat [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Prosentase debit terikat(%) |
|--------------------|---------------------------------------|---|--|---|-----------------------------|
| 1,2 | 5 | 6,5 | 3,55 | 2,93 | 45% |
| 1,2 | 5 | 9,2 | 7,09 | 2,06 | 23% |
| 1,2 | 5 | 11,2 | 10,24 | 0,98 | 9% |
| 1,2 | 5 | 13,0 | 12,29 | 0,66 | 5% |
| 1,2 | 5 | 14,5 | 14,19 | 0,29 | 2% |

Tabel 4.9 Data hasil pengujian variasi debit masuk CO₂ konsentrasi KOH 1,96%

| Ketinggian (meter) | Lama tinggal <i>bubble</i> (second) | Debit masuk [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit keluar [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit terikat [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Prosentase debit terikat(%) |
|--------------------|---------------------------------------|---|--|---|-----------------------------|
| 1,2 | 5 | 6,5 | 2,90 | 3,6 | 55% |
| 1,2 | 5 | 9,2 | 6,48 | 2,7 | 29% |
| 1,2 | 5 | 11,2 | 9,61 | 1,6 | 14% |
| 1,2 | 5 | 13,0 | 11,58 | 1,4 | 11% |
| 1,2 | 5 | 14,5 | 13,89 | 0,6 | 4% |

Tabel 4.10 Data hasil pengujian variasi debit masuk CH₄ konsentrasi KOH 0,99%

| Ketinggian (meter) | Lama tinggal <i>bubble</i> (second) | Debit masuk [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit keluar [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit terikat [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Prosentase debit terikat(%) |
|--------------------|---------------------------------------|---|--|---|-----------------------------|
| 1,2 | 5 | 6,5 | 6,5 | 0 | 0% |
| 1,2 | 5 | 9,2 | 9,2 | 0 | 0% |
| 1,2 | 5 | 11,2 | 11,2 | 0 | 0% |
| 1,2 | 5 | 13,0 | 13,0 | 0 | 0% |
| 1,2 | 5 | 14,5 | 14,5 | 0 | 0% |

Tabel 4.11 Data hasil pengujian variasi debit masuk CH₄ konsentrasi KOH 1,47%

| Ketinggian (meter) | Lama tinggal <i>bubble</i> (second) | Debit masuk [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit keluar [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit terikat [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Prosentase debit terikat(%) |
|--------------------|---------------------------------------|---|--|---|-----------------------------|
| 1,2 | 5 | 6,5 | 6,5 | 0 | 0% |
| 1,2 | 5 | 9,2 | 9,2 | 0 | 0% |
| 1,2 | 5 | 11,2 | 11,2 | 0 | 0% |
| 1,2 | 5 | 13,0 | 13,0 | 0 | 0% |
| 1,2 | 5 | 14,5 | 14,5 | 0 | 0% |

Tabel 4.12 Data hasil pengujian variasi debit masuk CH₄ konsentrasi KOH 1,96%

| Ketinggian (meter) | Lama tinggal <i>bubble</i> (second) | Debit masuk [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit keluar [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Debit terikat [m ³ /h].10 ⁻¹⁰ | Prosentase debit terikat(%) |
|--------------------|---------------------------------------|---|--|---|-----------------------------|
| 1,2 | 5 | 6,5 | 6,5 | 0 | 0% |
| 1,2 | 5 | 9,2 | 9,2 | 0 | 0% |
| 1,2 | 5 | 11,2 | 11,2 | 0 | 0% |
| 1,2 | 5 | 13,0 | 13,0 | 0 | 0% |
| 1,2 | 5 | 14,5 | 14,5 | 0 | 0% |

4.1.2. Penelitian dengan menggunakan gas biogas murni

Setelah melakukan penelitian awal dan mendapatkan hasil data menggunakan gas CO₂ murni dan gas CH₄ murni, maka dilakukanlah penelitian dengan menggunakan gas biogas yang berasal dari Desa Tegalwaru Malang dan didapatkan data yang dapat dilihat pada tabel 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, dan 4.18.

Tabel 4.13 Data hasil pemurnian biogas dengan konsentrasi KOH 0,99%

| Tinggi larutan (meter) | % CO2 masuk | % CH4 masuk | Debit masuk [m ³ /h] | Debit keluar [m ³ /h] | % CO2 keluar | % CH4 keluar |
|--------------------------|-------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|
| 0.4 | 35.5 | 48.5 | 0.3 | 0.3 | 20 | 48.5 |
| 0.6 | 35.5 | 48.5 | 0.3 | 0.275 | 17 | 56 |
| 0.8 | 35.5 | 48.5 | 0.3 | 0.2 | 15.5 | 57 |
| 1 | 35.5 | 48.5 | 0.3 | 0.2 | 13 | 61 |
| 1.2 | 35.5 | 48.5 | 0.3 | 0.1 | 10 | 64 |

Tabel 4.14 Data hasil pemurnian biogas dengan konsentrasi KOH 1,47%

| Tinggi larutan (meter) | % CO2 masuk | % CH4 masuk | Debit masuk [m ³ /h] | Debit keluar [m ³ /h] | % CO2 keluar | % CH4 keluar |
|--------------------------|-------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|
| 0.4 | 35.5 | 48.5 | 0.3 | 0.3 | 15.5 | 57.5 |
| 0.6 | 35,5 | 48.5 | 0.3 | 0.275 | 13.5 | 60.5 |
| 0.8 | 35,5 | 48.5 | 0.3 | 0.2 | 12 | 61.5 |
| 1 | 35,5 | 48.5 | 0.3 | 0.2 | 11 | 62.5 |
| 1.2 | 35,5 | 48.5 | 0.3 | 0.1 | 8 | 67.5 |

Tabel 4.15 Data hasil pemurnian biogas dengan konsentrasi KOH 1,96%

| Tinggi larutan (meter) | % CO2 masuk | % CH4 masuk | Debit masuk [m ³ /h] | Debit keluar [m ³ /h] | % CO2 keluar | % CH4 keluar |
|--------------------------|-------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|
| 0.4 | 35.5 | 48.5 | 0.3 | 0.3 | 11 | 62.5 |
| 0.6 | 35,5 | 48.5 | 0.3 | 0.275 | 9.5 | 65.5 |
| 0.8 | 35,5 | 48.5 | 0.3 | 0.2 | 7.5 | 67.5 |
| 1 | 35,5 | 48.5 | 0.3 | 0.2 | 6 | 69.5 |
| 1.2 | 35,5 | 48.5 | 0.3 | 0.1 | 5.5 | 70 |

Tabel 4.16 Data hasil pemurnian biogas dengan variasi debit masuk KOH 0,99%

| Debit masuk [m ³ /h] | Debit keluar [m ³ /h] | Tinggi larutan (meter) | % CO ₂ masuk | % CH ₄ masuk | % CO ₂ keluar | % CH ₄ keluar |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0.3 | 0.2 | 0,8 | 35.5 | 48.5 | 15.5 | 57.5 |
| 0.4 | 0.25 | 0,8 | 35,5 | 48.5 | 18 | 54 |
| 0.5 | 0.3 | 0,8 | 35,5 | 48.5 | 20.5 | 52 |
| 0.6 | 0.4 | 0,8 | 35,5 | 48.5 | 24.5 | 51 |
| 0.8 | 0.6 | 0,8 | 35,5 | 48.5 | 25.5 | 49 |

Tabel 4.17 Data hasil pemurnian biogas dengan variasi debit masuk KOH 1,47

| Debit masuk [m ³ /h] | Debit keluar [m ³ /h] | Tinggi larutan (meter) | % CO ₂ masuk | % CH ₄ masuk | % CO ₂ keluar | % CH ₄ keluar |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0.3 | 0.15 | 0,8 | 35.5 | 48.5 | 13.5 | 60 |
| 0.4 | 0.2 | 0,8 | 35,5 | 48.5 | 16 | 57 |
| 0.5 | 0.25 | 0,8 | 35,5 | 48.5 | 18 | 55 |
| 0.6 | 0.4 | 0,8 | 35,5 | 48.5 | 21.5 | 51.5 |
| 0.8 | 0.6 | 0,8 | 35,5 | 48.5 | 23 | 51 |

Tabel 4.18 Data hasil pemurnian biogas dengan variasi debit masuk KOH 1,96%

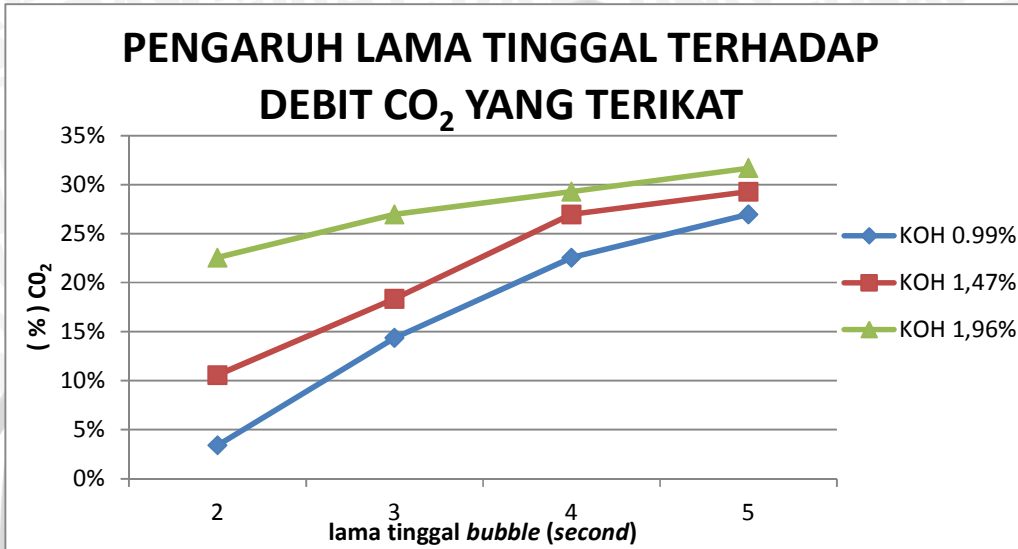
| Debit masuk [m ³ /h] | Debit keluar [m ³ /h] | Tinggi larutan (meter) | % CO ₂ masuk | % CH ₄ masuk | % CO ₂ keluar | % CH ₄ keluar |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0.3 | 0.1 | 0,8 | 35.5 | 48.5 | 8.5 | 66 |
| 0.4 | 0.15 | 0,8 | 35,5 | 48.5 | 10 | 63.5 |
| 0.5 | 0.2 | 0,8 | 35,5 | 48.5 | 11 | 63 |
| 0.6 | 0.5 | 0,8 | 35,5 | 48.5 | 12.5 | 62 |
| 0.8 | 0.6 | 0,8 | 35,5 | 48.5 | 13 | 62.5 |

4.2. Analisa Grafik dan Pembahasan

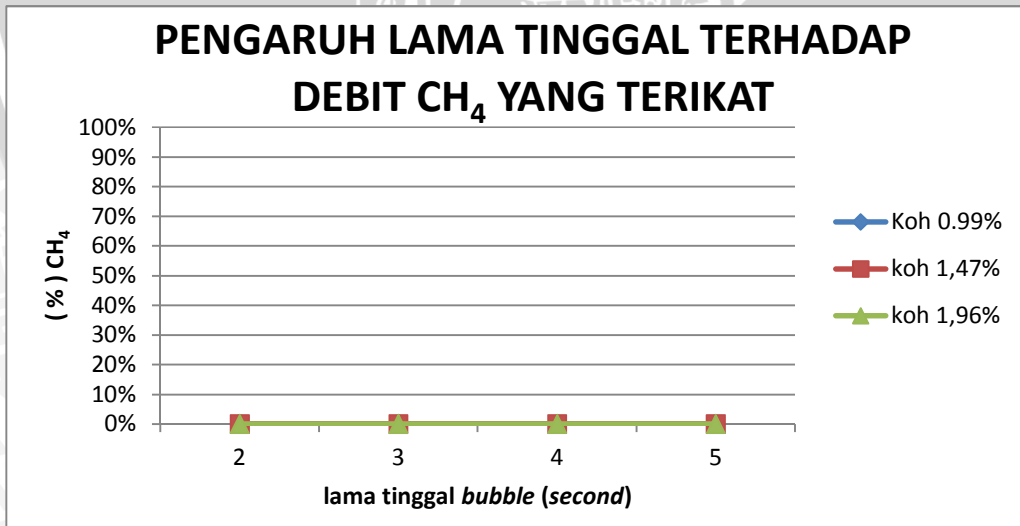
4.2.1. Analisa grafik dan pembahasan penelitian dengan menggunakan gas CO₂ murni dan gas CH₄ murni

Di dalam penelitian awal, data yang didapatkan dari hasil penelitian akan ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga penelitian tentang peningkatan kualitas

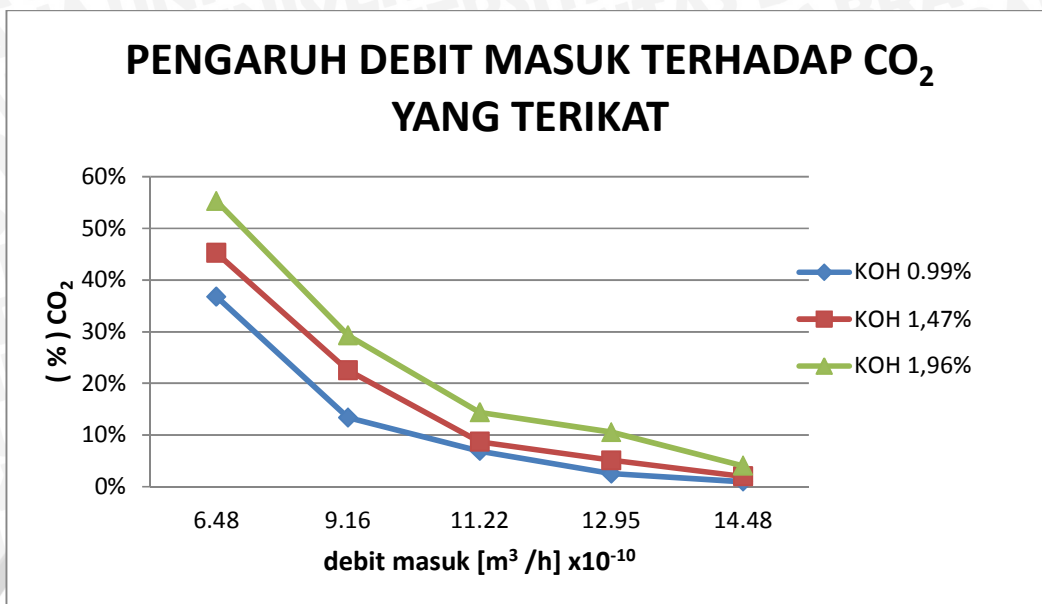
biogas melalui proses pemurnian menggunakan metode *bubble purification* dengan variasi konsentrasi KOH dapat dianalisa dan dibahas pada gambar 4.1, 4.2, 4.3, dan 4.4.



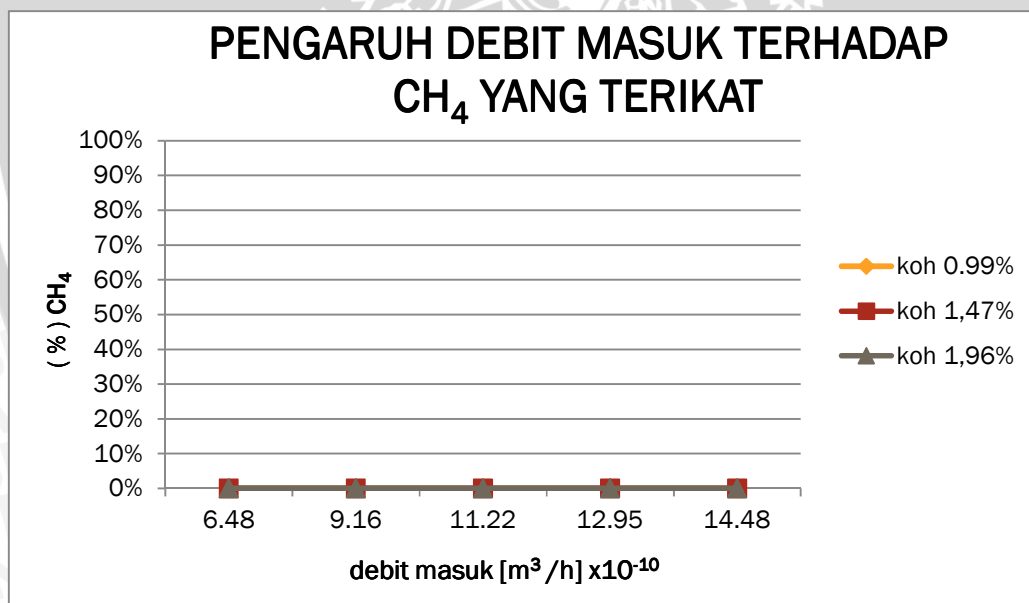
Gambar 4.1 : Hubungan Antara Lama Tinggal *Bubble (second)* terhadap Prosentase CO₂ yang Terikat dengan Variasi Konsentrasi KOH



Gambar 4.2 : Hubungan Antara Lama Tinggal *Bubble (second)* Terhadap Prosentase CH₄ yang Terikat dengan Variasi Konsentrasi KOH



Gambar 4.3 : Hubungan Antara Debit Masuk Terhadap Prosentase CO₂ yang Terikat dengan Variasi Konsentrasi KOH



Gambar 4.4 : Hubungan Antara Debit Masuk Terhadap Prosentase CH₄ yang Terikat dengan Variasi Konsentrasi KOH

gambar 4.1 menunjukkan hubungan antara lama tinggal *bubble* terhadap prosentase CO₂ yang terikat dengan variasi konsentrasi KOH, terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi KOH yang diberikan, maka proses penyerapan terhadap CO₂ akan semakin tinggi, Hal tersebut dibuktikan pada grafik, yaitu pada variasi 3 dengan konsentrasi KOH 1,96% yang memperlihatkan bahwa penyerapan CO₂ pada variasi 3 lebih tinggi dari pada penyerapan CO₂ oleh variasi 1 dengan konsentrasi KOH 0,99%, dan variasi 2 dengan konsentrasi KOH 1,47%. Pada grafik tersebut memperlihatkan juga pengaruh lama tinggal *bubble* terhadap proses penyerapan CO₂, yang menjelaskan bahwa lama tinggal *bubble* lebih lama mampu membuat proses penyerapan CO₂ semakin tinggi, hal tersebut dikarenakan apabila *bubble* tinggal lebih lama di dalam larutan KOH maka proses penyerapan oleh KOH juga akan semakin tinggi.

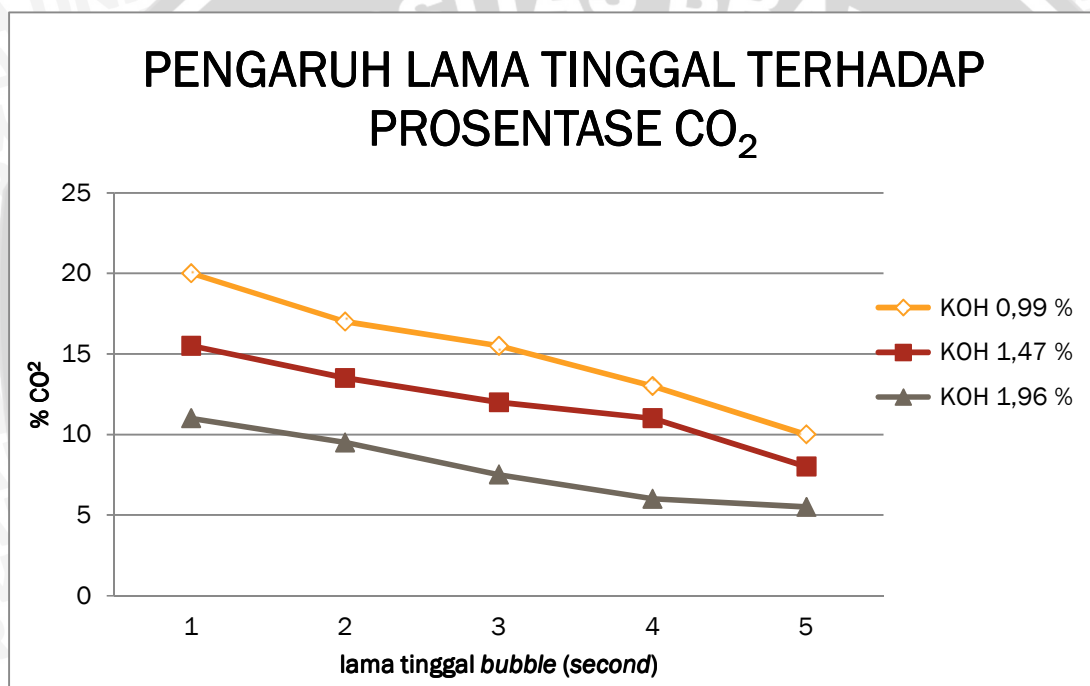
Lain halnya Pada gambar 4.2 yang menunjukkan hubungan antara lama tinggal *bubble* terhadap prosentase CH₄ yang terikat dengan variasi konsentrasi KOH, terlihat bahwa tidak ada kandungan CH₄ yang terserap oleh larutan KOH, sehingga keseluruhan variasi konsentrasi yang diberikan tidak mempengaruhi atau tidak mengikat CH₄.

Pada gambar 4.3 menunjukkan hubungan antara debit masuk terhadap prosentase CO₂ yang terikat dengan konsentrasi variasi KOH, terlihat bahwa penyerapan CO₂ pada variasi debit paling kecil membuat proses penyerapan terhadap CO₂ semakin tinggi, hal ini dikarenakan debit paling kecil mampu membuat *bubble* tinggal lebih lama dalam larutan KOH dari pada *bubble* yang berasal dari debit lebih tinggi, hal inilah yang membuat KOH lebih lama untuk melakukan proses penyerapan.

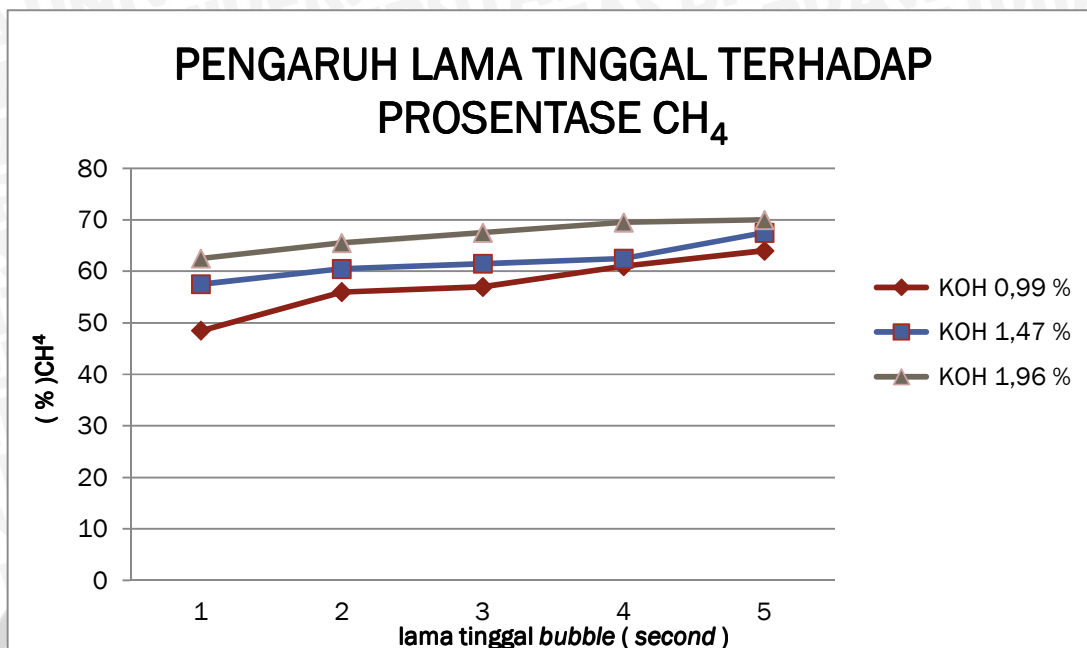
Untuk gambar 4.4 menunjukkan hubungan antara debit masuk terhadap prosentase CH₄ yang terikat dengan variasi konsentrasi KOH, terlihat bahwa tidak ada kandungan CH₄ yang terserap oleh larutan KOH, sehingga keseluruhan variasi debit yang diberikan tidak mempengaruhi atau tidak mengikat CH₄.

4.2.2. Analisa grafik dan pembahasan penelitian dengan menggunakan gas biogas murni

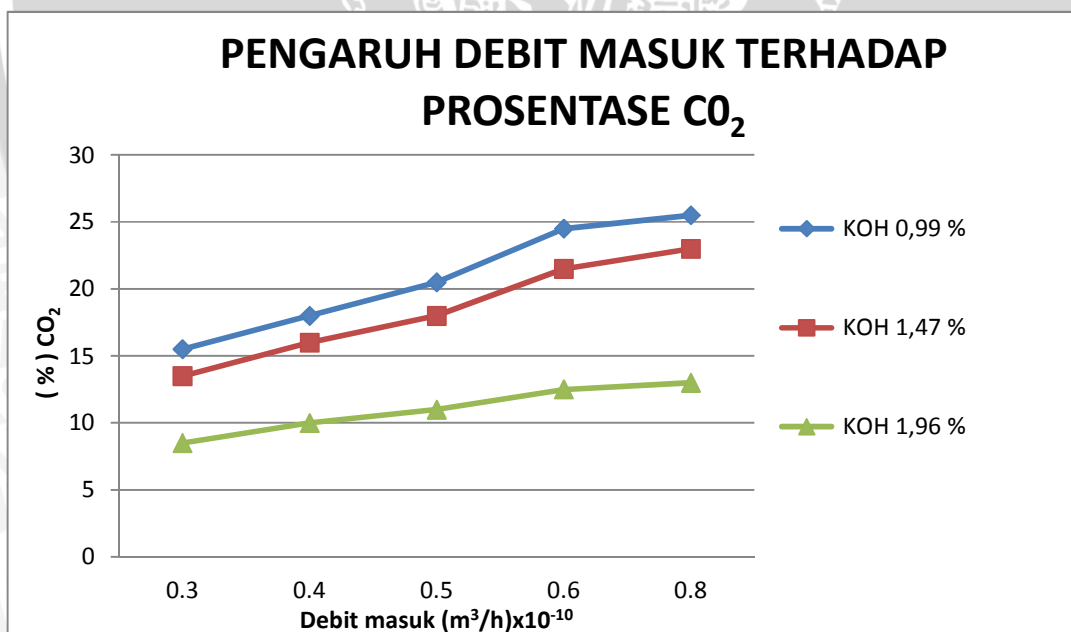
Di dalam penelitian ini data yang didapatkan dari hasil penelitian akan ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga penelitian tentang peningkatan kualitas biogas melalui proses pemurnian menggunakan metode *bubble purification* dengan variasi konsentrasi KOH dapat dianalisa dan dibahas.



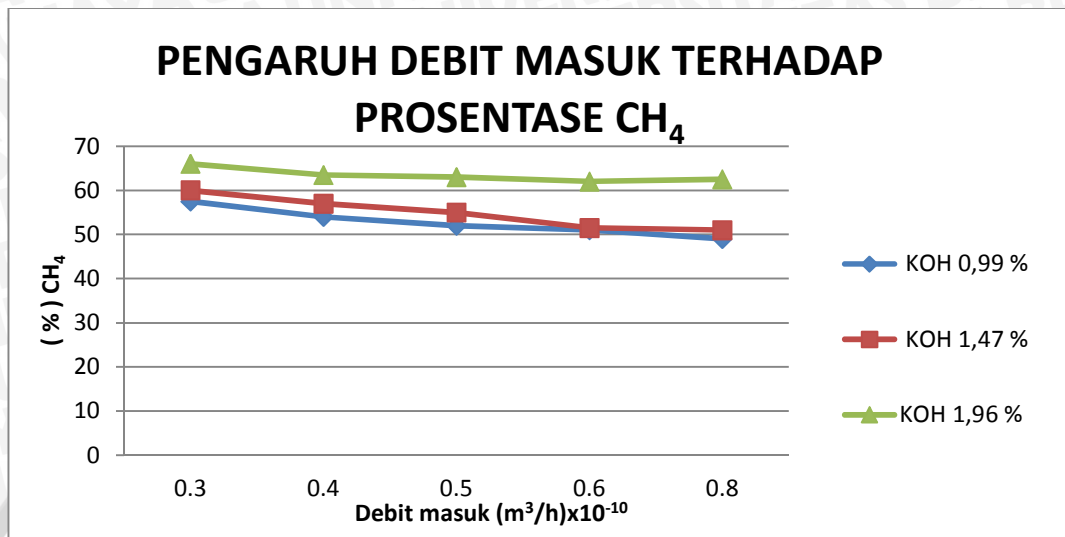
Gambar 4.5 : Hubungan Antara Lama Tinggal *Bubble* (*second*) Terhadap Prosentase CO₂ (%) Sesudah Pemrosesan dengan Variasi Konsentrasi KOH



Gambar 4.6 : Hubungan Antara Lama Tinggal *Bubble* (*second*) Terhadap Prosentase CH₄ (%) Sesudah Pemrosesan dengan Variasi Konsentrasi KOH



Gambar 4.7 : Hubungan Antara Debit (m³/h) Terhadap Prosentase CO₂ (%) Sesudah Pemrosesan dengan Variasi Konsentrasi KOH



Gambar 4.8: Hubungan Antara Debit (m³/h) Terhadap Prosentase CH₄ (%) Sesudah Pemrosesan dengan Variasi Konsentrasi KOH

gambar 4.5 menunjukkan grafik hubungan antara lama tinggal bubble terhadap prosentase CO₂ (%) sesudah pemrosesan dengan variasi Konsentrasi KOH, terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi KOH yang diberikan, maka proses penyerapan terhadap CO₂ akan semakin tinggi, Hal tersebut dibuktikan pada grafik, yaitu pada variasi 3 dengan konsentrasi KOH 1,96% yang memperlihatkan bahwa penyerapan CO₂ pada variasi 3 lebih tinggi dari pada penyerapan CO₂ oleh variasi 1 dengan konsentrasi KOH 0,99% dan variasi 2 dengan konsentrasi KOH 1,47%. Pada grafik tersebut memperlihatkan juga pengaruh lama tinggal *bubble* terhadap proses penyerapan CO₂, yang menjelaskan bahwa lama tinggal *bubble* lebih lama mampu membuat proses penyerapan CO₂ semakin tinggi.

Untuk gambar 4.6 menunjukkan grafik hubungan antara lama tinggal *bubble* terhadap prosentase CH₄ (%) sesudah pemrosesan dengan variasi Konsentrasi KOH, terlihat bahwa semakin tinggi nilai konsentrasi KOH yang diberikan, nilai kandungan CH₄ akan semakin tinggi, hal ini dikarenakan efek penyerapan KOH terhadap kandungan CO₂ semakin tinggi. Semakin tinggi Konsentrasi KOH yang

diberikan, maka nilai kandungan CO_2 akan semakin rendah, hal itulah yang membuat nilai dari kandungan CH_4 naik.

Pada gambar 4.7 menunjukkan grafik hubungan antara debit (m^3/h) terhadap prosentase CO_2 (%) sesudah pemrosesan dengan variasi konsentrasi KOH, terlihat bahwa penyerapan CO_2 pada variasi debit paling kecil membuat proses penyerapan terhadap CO_2 semakin tinggi, hal ini dikarenakan debit paling kecil mampu membuat *bubble* tinggal lebih lama dalam larutan KOH dari pada *bubble* yang berasal dari debit lebih tinggi, hal inilah yang membuat KOH lebih lama untuk melakukan proses penyerapan.

Lain halnya Pada gambar 4.8 grafik hubungan antara debit (m^3/h) terhadap Prosentase CH_4 (%) sesudah pemrosesan dengan konsentrasi variasi KOH, terlihat bahwa semakin kecil debit yang diberikan maka kandungan nilai dari CH_4 akan semakin tinggi hal ini dikarenakan semakin kecil debit yang diberikan, maka akan mengasilkan *bubble* yang cenderung lebih lama tinggal dalam larutan KOH sampai naik ke permukaan. Ini mengakibatkan proses penyerapan CO_2 tinggi dan akhirnya kandungan dari CH_4 meningkat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini pengaruh variasi konsentrasi KOH terhadap proses pemurnian biogas dengan metode *bubble purification* dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai konsentrasi kalium hidroksida (KOH), maka penyerapan CO₂ akan semakin banyak pula. Dan hasil dari penelitian didapatkan nilai kandungan CO₂ setelah pemurnian yaitu yang semula kandungan CO₂ awal 35,5% menjadi 5,5% pada konsentrasi KOH 1,96% .

Semakin tinggi nilai konsentrasi KOH yang diberikan, nilai kandungan CH₄ akan semakin tinggi, hal ini dikarenakan efek penyerapan KOH terhadap kandungan CO₂, semakin tinggi konsentrasi KOH yang diberikan, maka nilai kandungan CO₂ akan semakin rendah, hal itulah yang membuat nilai dari kandungan CH₄ naik. Dan hasil dari penelitian didapatkan nilai kandungan CH₄ setelah pemurnian yaitu yang semula kandungan CH₄ awal 48,5% menjadi 70% pada konsentrasi KOH 1,96% .

Semakin lama *bubble* biogas berada dalam larutan KOH, maka proses penyerapan KOH terhadap CO₂ akan semakin tinggi. Hal tersebut terlihat pada variasi lama tinggal *bubble* terlama yaitu 5 *second*.

5.2 Saran

- Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian dengan menggunakan larutan basa yang lain.
- Penelitian ini juga dapat dikembangkan dengan penambahan zeolit untuk meningkatkan kualitas biogas itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmadi KGS., Hastuti Pudji. & Tranggono; 1997: *Aktivasi Zeolit Alam Dan Penggunaannya Untuk Pemurnian Tokoferol Dari Distilat Asam Lemak Minyak Sawit*; Jurnal Teknologi Hasil Perkebunan; 10 (2B):247-258.

Anonymous_a; 2011: <http://id.wikipedia.org/wiki/Adsorpsi>; diakses tanggal 22 September 2013.

Anonymous_b; 2008: <http://www.lontar.ui.ac.id/file?file=digital/123693-R220833Literatur.pdf>; diakses tanggal 22 September 2013.

Anonymous_c; 2011: <http://q-dalzpurechemistry.blogspot.com/2011/04/pembagian-adsorben.html>; diakses tanggal 13 September 2013.

Anonymous_d; 2010: <http://www.scribd.com/doc/57082624/struktur-ZEOLIT>; diakses tanggal 22 September 2013.

Anonymous_e; 2008: www.lontar.ui.ac.id/file?file=digital/...Modifikasi%20Zeolit-Literatur.pdf; diakses tanggal 12 September 2013.

Anonymous_f; 2009: <http://www.scribd.com/doc/52972320/4/Gambar-2-3-Struktur-Penyusun-Zeolit>; diakses tanggal 23 September 2013.

Anonymous_g; 2011: http://en.wikipedia.org/wiki/Potassium_hydroxide; diakses tanggal 03 Oktober 2013.

Asro; 2008: *Gas Chromatography*; <http://asro.wordpress.com/2008/10/03/gas-chromatography-1-prinsip-kerja/>; diakses tanggal 2 Oktober 2013

Kementerian ESDM; 2010: *Panduan Konstruksi Model Instalasi Biogas Indonesia Tahun 2010*; Kementrian ESDM, Jakarta

Rini & Lingga; 2010: *Optimasi Aktivasi Zeolit Alam Untuk Dehumidifikasi*; Universitas Diponegoro, Semarang.

Sriharti; 1989: *Pengaruh Penambahan Karbon Aktif dan Pemakaian Scrubber CO₂ Terhadap Kualitas Dan Kuantitas Biogas*; Agritech; Vol. 9. No 2:1-14.

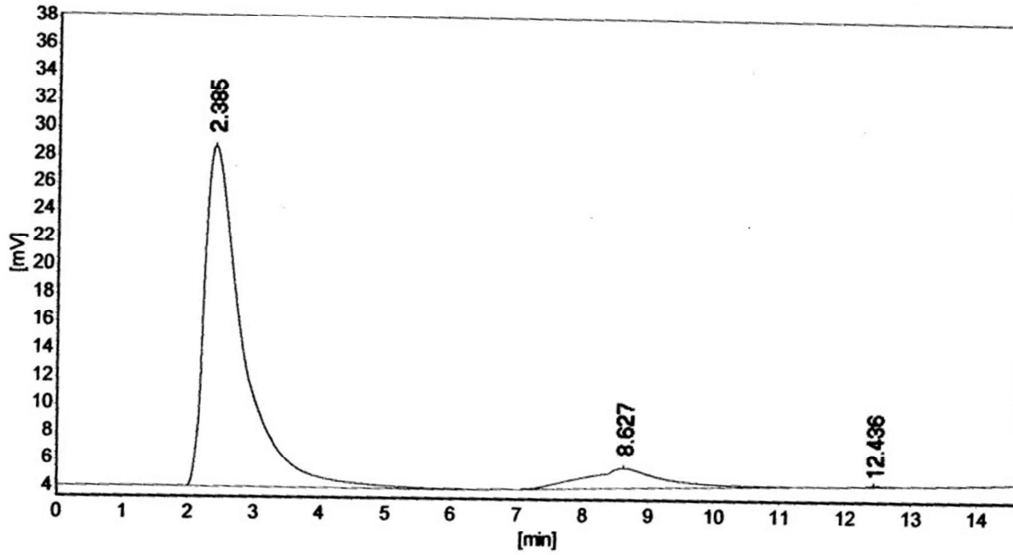
Subowo, H; 2010: *Biogas Energi Murah Yang Ramah Lingkungan*; SMKN 3 Boyolangu, Tulungagung; <http://www.smkn3boy.sch.id>; diakses 22 September 2013.

Wahono, S. K., Maryana, R., Kismurtono, M., Khoirunnisa., Poeloengasih, C. D; 2010: *Modifikasi Zeolit Lokal Gunungkidul Sebagai Upaya Peningkatan Performa Biogas Untuk Pembangkit Listrik*; Makalah dalam Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010; Universitas Diponegoro, Semarang.

Wardana, ING; 2008: *Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran*; PT. Danar Wijaya Brawijaya University Press, Malang.

LAMPIRAN 1

Contoh salah satu data dari gas chromatografi



General Results

| Nos. | Compound | R.Time | Height[uV] | Area[uV*S] | Area% | Conc. (%) | Type |
|---------------|----------|--------|------------|------------|----------|-----------|------|
| 1 | Methana | 2.385 | 24642 | 988619 | 89.18102 | 89.18102 | BB |
| 2 | H2S | 8.627 | 1405 | 118688 | 10.70654 | 10.70654 | BB |
| 3 | | 12.436 | 67 | 1246 | 0.11243 | 0.11243 | BB |
| Total: | | | 26114 | 1108553 | 99.99999 | 99.99999 | |

LAMPIRAN 2

