

PERBANDINGAN KINERJA PURIFIKASI BIOGAS MENGGUNAKAN ABSORBEN NaOH DAN Ca(OH)₂

Benidiktus Lovian Wicahyo, Denny Widhiyanuriawan, Khairul Anam

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: benidiktus14@gmail.com

Abstrak

Biogas adalah biomassa yang dapat terus dikembangkan karena secara ekonomis tidak memerlukan biaya produksi besar untuk mendapatkan bahan baku. Kandungan utama biogas adalah gas metana dan gas karbondioksida dimana kandungan gas karbon dioksida merupakan inhibitor pada proses pembakaran. Sehingga kandungan senyawa karbondioksida tersebut harus dihilangkan dengan cara purifikasi. Oleh karena itu pada penelitian ini dikaji pemurnian biogas dengan menggunakan Larutan NaOH pada fraksi volume 40% ; 45% : 50% ; 55% dan 60 % dan juga Ca(OH)₂ pada fraksi volume 0% ; 0,07% ; 0,15% ; 0,30% dan 0,45%. Yang berada disekitar titik jenuh larutan sekaligus membandingkan larutan manakah yang lebih efektif digunakan purifikasi. Diteliti juga hasil purifikasi tiap 4 menit ; 8 menit ; 12 menit ; 16 menit dan 20 menit. Hasil penelitian menunjukkan Larutan NaOH dan larutan Ca(OH)₂ dapat menyerap kandungan karbondioksida (CO₂) didalam biogas. Kemampuan menyerap karbondioksido (CO₂) selama waktu 20 menit yaitu pada menit ke-4, ke-8, ke-12, ke-16 dan ke-20 adalah tidak terdapat perbedaan hasil purifikasi. Baik menggunakan larutan NaOH ataupun Larutan Ca(OH)₂. Perbandingan Efisiensi penyerapan CO₂ menggunakan larutan NaOH dan Ca(OH)₂ adalah larutan NaOH memiliki efisiensi penyerapan tertinggi pada fraksi Volume 50% yaitu sebesar 91,288%. Sedangkan larutan Ca(OH)₂ memiliki efisiensi penyerapan tertinggi pada fraksi volume 0,07% yaitu sebesar 68,108%. Dari kedua larutan tersebut dapat diketahui bahwa titik optimal penyerapan karbondioksida (CO₂) terdapat pada titik jenuh larutan. Yaitu kemampuan zat terlarut untuk larut dalam zat pelarut. Pada Larutan NaOH dimana larutan jenuh berada di Fraksi Volume 50% sedangkan Ca(OH)₂ berada pada fraksi volume 0,07%. Dan nilai kalor pembakaran biogas mengalami peningkatan setelah melewati larutan purifikasi.

Kata Kunci : Biogas, Larutan, NaOH, Ca(OH)₂, dan Jenuh.

PENDAHULUAN

Sejalan dengan meningkatnya laju pembangunan dan meningkatnya pola hidup masyarakat, konsumsi energi di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Peningkatan ini terjadi hampir pada semua sektor yang mencakup sektor industri, transportasi, komersial, rumah tangga, pembangkit listrik dan sektor lainnya. Peningkatan konsumsi energi final per sektor telah terjadi peningkatan pada tiap tahunnya pada periode 2000-2014. Rata-rata pertumbuhan tiap tahun selama periode 2000-2014 adalah 3,99% per tahun dari 555,88 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 961,39 juta SBM pada tahun 2014 [1]. Tetapi Pemanfaatan energi baru dan terbarukan (EBT) secara nasional di Indonesia masih belum mampu untuk mengimbangi peningkatan kebutuhan energi untuk keperluan

masyarakat di Indonesia. Menurut BPPT pada tahun 2015 bauran EBT hanya sebesar 7,5 % terhadap total penyediaan energi dimana bauran EBT tersebut didominasi oleh biomassa disusul oleh tenaga air dan panas bumi [1].

Biogas adalah salah satu energi biomassa yang dapat terus dikembangkan karena secara ekonomis tidak memerlukan biaya produksi besar untuk mendapatkan bahan baku. Dimana melalui prosesnya, kotoran sapi dicampur dengan air dengan presentasi tertentu dan dimasukkan kedalam digester [2]. Dari hasil fermentasi bahan didalam digester tersebut sehingga menghasilkan biogas yang mampu dimanfaatkan sebagai bahan bakar gas. Kandungan biogas sendiri mengandung gas metana (CH₄) sebesar 55-75%, karbondioksida (CO₂) sebesar 25-45%,

nitrogen (N_2) sebesar 0-0,3%, hydrogen (H_2) sebesar 1-5%, hidrogen sulfide (H_2S) sebesar 0-3% dan oksigen (O_2) sebesar 0,1-0,5% [3].

Kemurniaan kandungan biogas dapat dilihat dari seberapa besar kadar gas metana (CH_4). Semakin besar kadar CH_4 maka semakin baik kualitas biogas. Hal ini dikarenakan kandungan gas CO_2 merupakan inhibitor pada proses pembakaran yaitu dapat menurunkan laju rambat api yang disebabkan karena molekul dari CO_2 menghambat reaksi tumbukan antara molekul hidrokarbon dan molekul udara [4]. Untuk itu maka di perlukan cara untuk dapat menghilangkan kandungan CO_2 yaitu dengan Purifikasi biogas.

Proses purifikasi sendiri dibagi menjadi dua bagian yaitu adsorber dan adsorben. Adsorber merupakan penyerapan menggunakan zat cair (larutan) sebagai contoh adalah larutan NaOH dan $Ca(OH)_2$ sedangkan adsorben menggunakan zat padat sebagai contoh adalah zeolite ataupun arang aktif. Purifikasi menggunakan metode adsorber lebih efektif di banding dengan proses adsorben hal ini karena luas kontak gas dengan larutan lebih besar di banding dengan zat padat [5]. Penelitian Purifikasi dengan metode adsorber yaitu tentang pengaruh konsentrasi NaOH terhadap kandungan CH_4 dan CO_2 pada proses purifikasi sistem kontinyu. Didapatkan kesimpulan bahwa dengan menambah konsentrasi NaOH maka semakin banyak kadar CO_2 yang dapat diserap dengan Variasi konsentrasi NaOH yang digunakan adalah 10%, 20% dan 30%[6]. Dan Penelitian purifikasi dengan larutan yang digunakan adalah natrium karbonat dengan variasi konsentrasi 15%, 20% dan 25%. Setelah proses purifikasi sistem absorpsi, didapatkan data bahwa penambahan konsentrasi natrium karbonat maka semakin besar juga kadar CO_2 yang terserap [7].

Pada penelitian sebelumnya memiliki satu kesamaan yaitu dimana penambahan konsentrasi pada larutan adsorben maka dapat meningkatkan penyerapan kadar CO_2 . Tetapi, masih belum diteliti sampai batas mana peningkatan konsentrasi dapat juga meningkatkan penyerapan kadar CO_2 . Maka peneliti meneliti tentang berapa Fraksi Volume NaOH optimal untuk dapat menyerap kadar CO_2 secara maksimal. Dan juga

membandingkannya dengan adsorben lain yaitu larutan $Ca(OH)_2$.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian tentang biogas ini menggunakan metode penelitian eksperimental (experimental research). Objek yang diamati dalam penelitian ini adalah perbandingan kinerja purifikasi biogas menggunakan NaOH dan $Ca(OH)_2$ disekitar titik jenuh larutan. Parameter yang diamati adalah sisa kandungan karbondioksida dalam biogas setelah melewati larutan purifikasi.

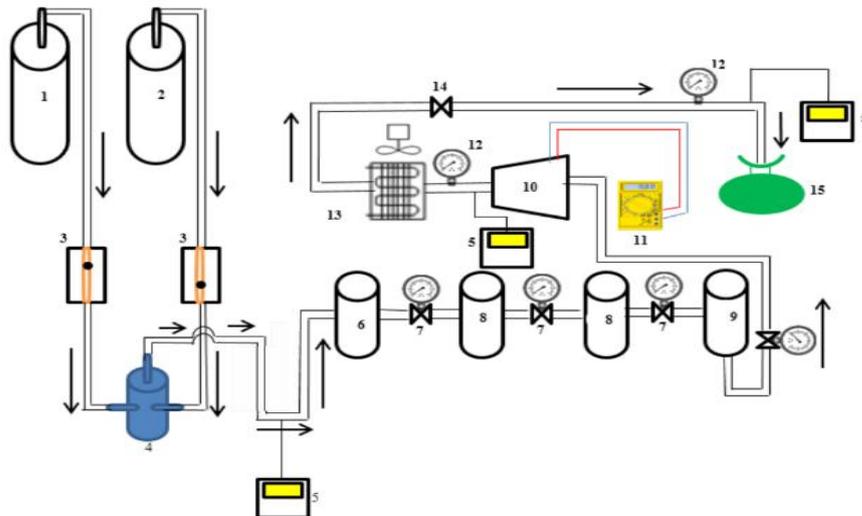
Kandungan utama biogas adalah gas metana(CH_4) dan gas karbon dioksida(CO_2) maka dari itu penelitian ini menggunakan 50% gas karbondioksida dan 50% gas metana dicampur pada gas mixer dan akan di alirkan ke larutan purifikasi dengan debit 12,5 L/ Menit sehingga didapatkan sisa presentasi kadar karbondioksida (CO_2) yang akan dicek dengan menggunakan gaz analyzer.

Dalam penelitian ini digunakan variasi Fraksi Volume NaOH 40%, 45%, 50%, 55%, 55%, dan 60 % sedangkan Fraksi Volume $Ca(OH)_2$ 0 %, 0.07%, 0.15%, 0.303% dan 0.45% pada parameter waktu Waktu pengamatan kandungan CO_2 0 menit ; 4 menit ; 8 menit ; 12 menit ; 16 menit dan 20 menit.

Perbedaan antara fraksi volume NaOH dan $Ca(OH)_2$ ini disebabkan salah satu sifat dari zat terlarut yaitu sifat kelarutan dalam air. NaOH memiliki sifat kelarutan dalam air sebesar 109 gr / 100 ml sedangkan $Ca(OH)_2$ memiliki sifat kelarutan dalam air sebesar 0.173 gr / 100 ml.

Metode pengambilan data adalah mempersiapkan alat dan bahan sesuai dengan instalasi untuk penelitian , memasukkan variasi pertama yaitu larutan NaOH dengan fraksi volume dengan fraksi volume 40%, menghubungkan selang untuk tabung CH_4 dan CO_2 ke dalam flow meter sebagai pengatur debit yang digunakan, mengambil sample melalui pressure gauge pada menit ke- 4,8,12,16 dan 20 kemudian dilanjutkan dengan mengganti fraksi volume larutan NaOH dengan variasi yang belum diambil sample datanya. Begitu juga dengan larutan $Ca(OH)_2$.

Berikut ini merupakan skema instalasi alat yang digunakan, bagian yang diteliti adalah penggunaan larutan adsorben pada tabung no 6 seperti pada gambar 1.



Keterangan :

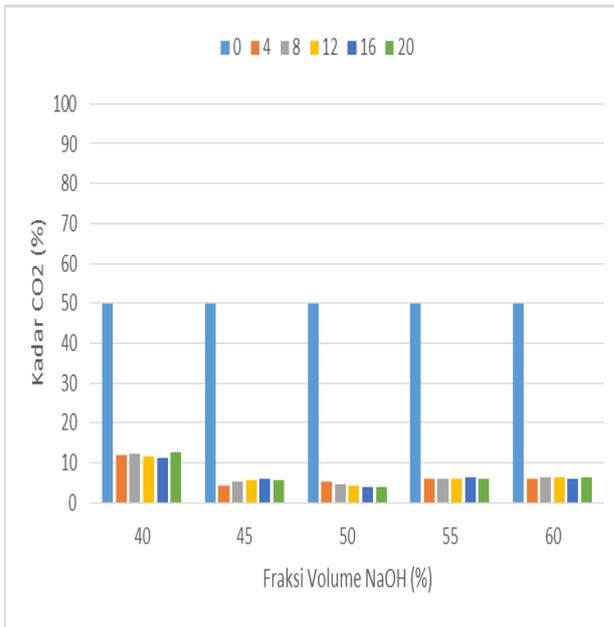
1. Tabung CH₄
2. Tabung CO₂
3. Flowmeter
4. Gas Mixer
5. Thermocouple
6. Tabung NaOH / Ca(OH)₂
7. Katup Sampling
8. Tabung Kosong
9. Tabung Kosong
10. Kompresor
11. Multimeter Digital
12. Pressure Gauge
13. Kondensator
14. Selenoid
15. Storage

Gambar 1. Instalasi Alat

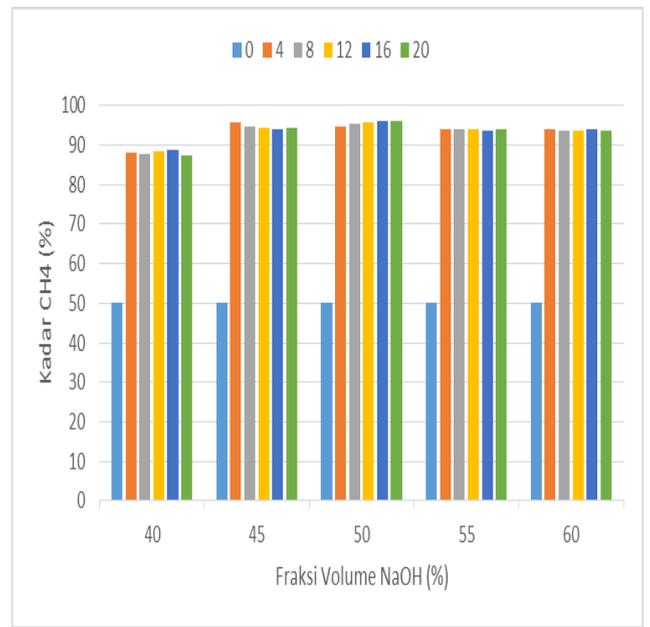
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Tabel Kandungan karbondioksida Setelah melewati Lurutan NaOH

Fraksi Volume NaOH (%)	Kadar CO ₂ Pada Menit Ke-					
	0	4	8	12	16	20
40	50	11.87	12.26	11.56	11.33	12.47
45	50	4.22	5.19	5.54	5.87	5.68
50	50	5.38	4.45	4.09	3.84	4.02
55	50	6.11	6.1	5.96	6.37	5.91
60	50	5.91	6.3	6.3	5.91	6.23



(a.)

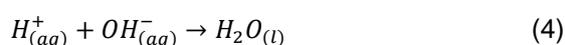
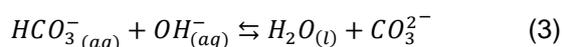
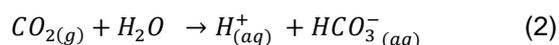
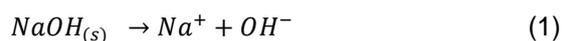


(b.)

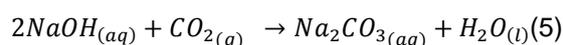
Gambar 2. Purifikasi menggunakan larutan NaOH dalam presentase volume (a.) Penyerapan CO₂ (b.) Presentase CH₄ di Biogas

Pada gambar 2 (a) menunjukkan hubungan antara kadar karbondioksida yang tidak terserap dalam biogas terhadap waktu dengan variasi fraksi volume NaOH didapatkan data bahwa besarnya fraksi volume larutan NaOH mempengaruhi kadar CO₂ yang terserap dan juga waktu purifikasi dari waktu ke-4 sampai waktu ke-20 tidak berpengaruh terhadap hasil purifikasi. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2 (a.) yaitu pada fraksi volume 40% dimana didapatkan data sisa kandungan CO₂ yang tidak terserap adalah 11,33% ; 12,26% ; 11,56% ; 11,33% dan 12,47% dengan rata rata 11,898 %. Pada fraksi Volume 45% sisa kandungan CO₂ yang tidak terserap adalah 4,22% ; 5,19% ; 5,54% ; 5,58% ; 5,68% dengan rata-rata 5,3%. Pada fraksi Volume 50% sisa kandungan CO₂ yang tidak terserap adalah 5,38% ; 4,45% ; 4,09% ; 3,38% dan 4.02 % dengan rata-rata 4,356% . Pada fraksi Volume 55% sisa kandungan CO₂ yang tidak terserap adalah 6,11% ; 6,1% ; 5,96% ; 6,37% dan 5,91% dengan rata-rata 6,09% dan pada fraksi volume 60% sisa kandungan CO₂ adalah 5,91% ; 6,3% ; 6,3% ; 5,91% dan 6,23% dengan rata-rata 6,1 %. Sehingga semakin banyak presentase karbon dioksida (CO₂) terserap dalam Larutan NaOH maka semakin besar pula presentase dari kadungan CH₄

dalam biogas. Hal ini dapat diketahui dari gambar 2 (b). Kemampuan NaOH dapat menyerap CO₂ karena NaOH bila bercampur dengan air maka akan membentuk ion Na⁺ dan OH⁻ (teori asam basa Arrhenius) seperti pada persamaan (1). Sedangkan CO₂ bila bereaksi dengan air akan menghasilkan ion H⁺ seperti persamaan (2). Sehingga ion ion yang larut dalam H₂O ini akan bereaksi seperti pada persamaan (3) dan (4)

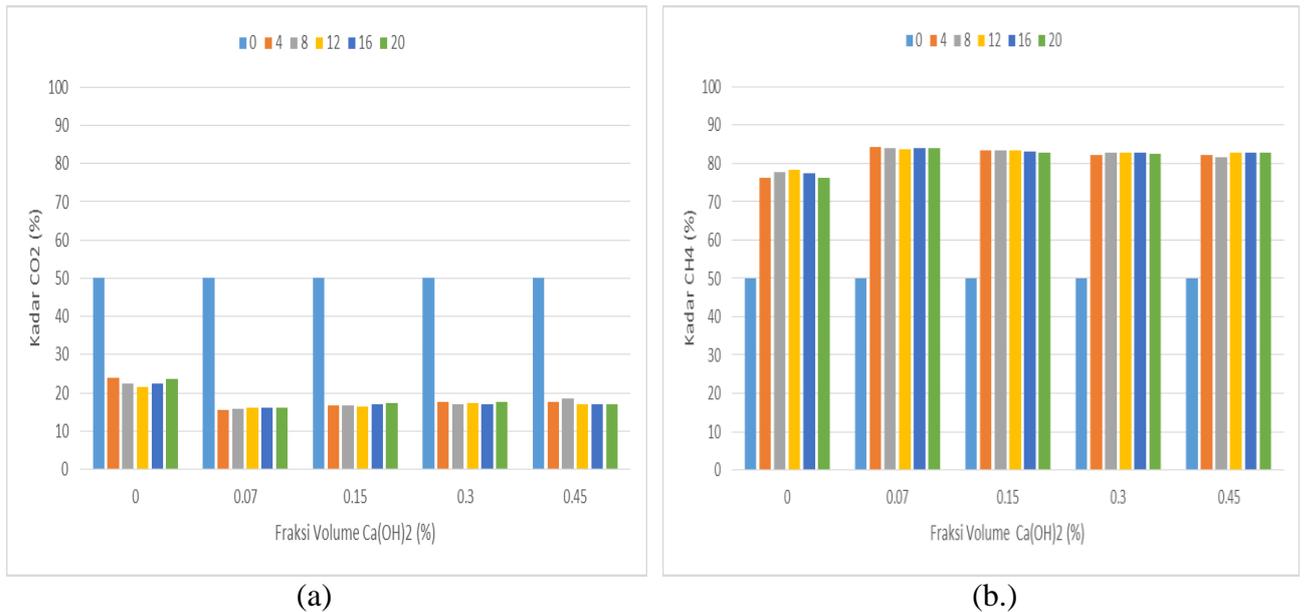


Dimana selama CO₂ terus dialirkan kedalam larutan NaOH selama reaksi , maka CO₂ akan terus diserap yang mengarah pada penurunan OH⁻. Sehingga hasil dari pada reaksi keseluruhan adalah seperti persamaan (5) [8].



Tabel 2 Tabel Kandungan karbondioksida Setelah melewati Larutan Ca(OH)₂

Fraksi Volume Ca(OH) ₂ (%)	Kadar CO ₂ Pada Menit Ke-					
	0	4	8	12	16	20
0	50	23.82	22.35	21.58	22.44	23.62
0.07	50	15.58	15.92	16.15	15.99	16.09
0.15	50	16.59	16.71	16.5	16.96	17.32
0.3	50	17.64	17.14	17.17	17.06	17.61
0.45	50	17.72	18.43	17.16	17.15	17.15

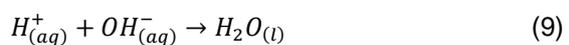
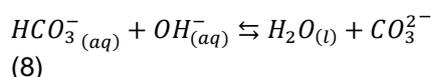
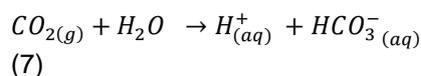
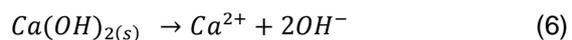


Gambar 3. Purifikasi menggunakan larutan Ca(OH)₂ dalam presentase volume
(a.) Penyerapan CO₂ (b.) Presentase CH₄ di Biogas

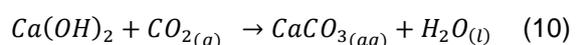
Pada gambar 3 (a) menunjukkan hubungan antara kadar karbondioksida yang tidak terserap dalam biogas terhadap waktu dengan variasi fraksi volume Ca(OH)₂ didapatkan data bahwa besarnya fraksi volume larutan Ca(OH)₂ mempengaruhi kadar CO₂ yang terserap dan juga waktu purifikasi dari waktu ke-4 sampai waktu ke-20 tidak berpengaruh terhadap hasil purifikasi. Dengan menggunakan Larutan Ca(OH)₂ dengan fraksi volume 0% didapatkan data sisa kandungan CO₂ yang tidak terserap adalah sebesar 23.82 ; 22.35 ; 21.58 ; 22.44 ; 263.63 secara berurutan dengan rata-rata sebesar 22.76%. Pada Fraksi Volume 0.07 % didapatkan data sisa kandungan CO₂ yang tidak terserap adalah sebesar 15,58 ; 15.92 ; 16.15 ; 15.99 ; 16.09 secara berurutan dengan rata-rata sebesar 15,946%. Pada Fraksi volume 0,15% sisa kandungan CO₂ yang tidak terserap 16,59% ; 16,71% ; 16,5% ; 16,96 dan 17,32% secara berurutan dengan rata-rata 16,816%. Pada Fraksi volume 0,30% sisa kandungan CO₂ yang tidak terserap 17, 64% ; 17,14% ; 17,17% ; 17,06% ; 17,61% dengan rata-rata 17,324% dan pada fraksi volume 0,45% sisa kandungan CO₂ yang tidak terserap adalah 17,72% ; 18,43 ; 17,16% ; 17,15% ; 17,15% dengan rata-rata sebesar 17,522%. Sehingga semakin banyak presentase karbon dioksida (CO₂) terserap dalam Larutan NaOH maka semakin besar pula presentase dari kadungan CH₄ dalam

biogas. Hal ini dapat diketahui dari gambar 3 (b).

Kemampuan larutan Ca(OH)₂ dapat menyerap CO₂ karena Ca(OH)₂ bila tercampur dengan air maka akan membentuk ion Ca⁺ dan 2OH⁻ seperti persamaan (6). Sedangkan CO₂ bila bereaksi dengan air akan menghasilkan ion H⁺ seperti persamaan (7). Sehingga ion ion yang larut dalam H₂O ini akan bereaksi seperti pada persamaan (8) dan (9)



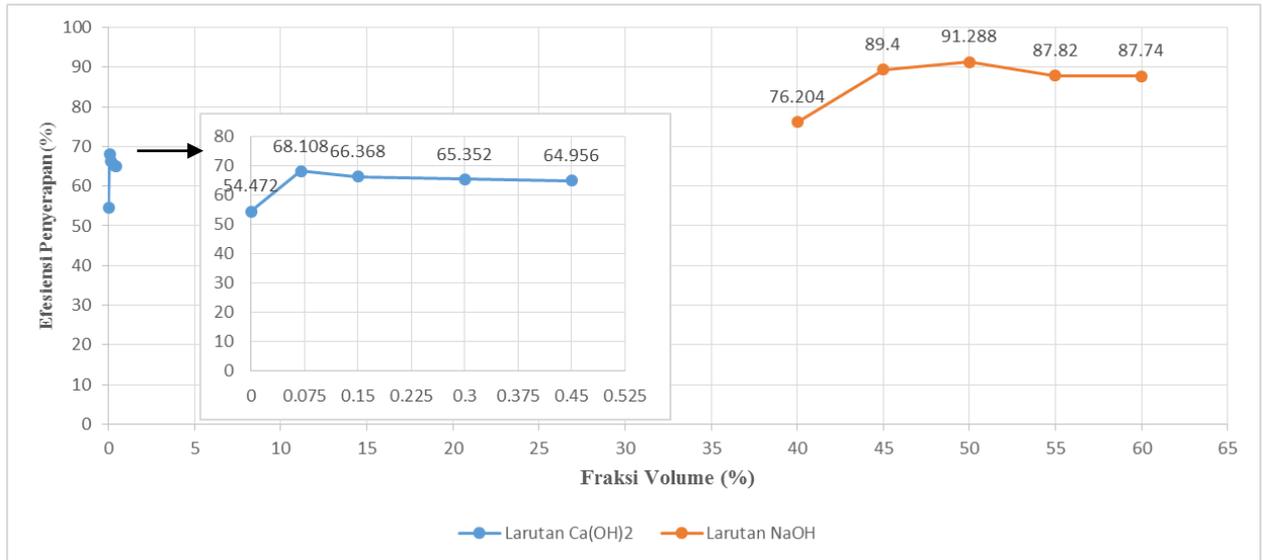
Dimana selama CO₂ terus dialirkan kedalam larutan Ca(OH)₂ selama reaksi, maka CO₂ akan terus diserap yang mengarah pada penurunan OH⁻. Sehingga hasil dari pada reaksi keseluruhan adalah seperti persamaan (10)[9].



Dari penjelasan diatas dapat diketahui bahwa waktu purifikasi selama 20 menit yaitu

pada menit ke-empat, ke-delapan, ke-12, ke-16 dan ke-20 adalah belum berpengaruh terhadap hasil purifikasi. Purifikasi dengan menggunakan larutan NaOH dapat diketahui bahwa grafik hasil purifikasi cenderung konstan dan tidak begitu banyak mengalami perubahan dan hal ini terjadi di semua fraksi volume NaOH. Begitu juga menggunakan

larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Pada menit yang sama grafik hasil purifikasi juga cenderung konstan dan tidak banyak mengalami perubahan dan hal ini terjadi di semua fraksi volume $\text{Ca}(\text{OH})_2$.



Gambar 4 Diagram Efisiensi Penyerapan Karbondioksida (CO_2)

Pada Grafik efisiensi rata-rata penyerapan karbondioksida (CO_2) pada tiap konsentrasi didapatkan data berdasarkan rumus [10].

$$\eta = \left(1 - \frac{CO_{2,out}}{CO_{2,in}}\right) \times 100\%$$

Dimana :

η = efisiensi penyerapan CO_2

$\text{CO}_{2,out}$ = kadar CO_2 yang tidak terserap (%)

$\text{CO}_{2,in}$ = Kadar CO_2 masuk (%)

Maksud dari efisiensi penyerapan ini adalah untuk mengetahui seberapa besar kadar karbondioksida (CO_2) yang terserap didalam larutan absorben dibanding dengan presentasi kandungan karbondioksida (CO_2) yang masuk. Sehingga diketahui efektifitas dari larutan absorben yang digunakan.

Efisiensi penyerapan Menggunakan Larutan NaOH dapat terlihat dari gambar 4 dimana pada fraksi Volume 40% didapatkan efisiensi penyerapan sebesar 76.204 %, fraksi volume 45% didapatkan efisiensi penyerapan sebesar 89,4 %, pada fraksi volume 50% didapatkan efisiensi penyerapan sebesar 91,288%, pada fraksi volume 55%

didapatkan efisiensi penyerapan sebesar 87, 82% dan pada fraksi volume 60% didapatkan efisiensi penyerapan sebesar 87,74 %. Pada fraksi volume 40%, 45% dan 50% didapatkan data bahwa semakin besar fraksi volume larutan NaOH maka semakin besar juga kandungan karbondioksida (CO_2) yang terserap hal ini karena semakin besar banyak ion OH^- yang dihasilkan dari larutan NaOH sehingga dapat bereaksi dengan CO_2 . Akan tetapi setelah fraksi volume 50% yaitu pada fraksi volume 55% dan 60%, efisiensi penyerapan kadar karbondioksida (CO_2) sedikit mengalami penurunan hal ini dikarenakan pada fraksi volume 55% dan 60% telah melewati titik jenuh larutan yaitu kemampuan zat terlarut untuk larut ke dalam zat pelarut sehingga zat terlarut yang tidak dapat larut dan akan menjadi endapan di larutan yang akan mengganggu jalannya purifikasi. Hal ini dapat dibuktikan dari salah satu sifat propertis dari NaOH yaitu sifat kelarutan dalam air yaitu sebesar 109 gr / 100 ml sehingga sama dengan 1090 gr / Liter. Selain itu sifat propertis yang dapat digunakan adalah massa jenis NaOH yaitu sebesar 2,13 gr/cm³. Dan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

a. Massa Jenis

Pada perhitungan massa jenis ini digunakan hanya untuk mengetahui berapa besar volume NaOH pada massa 1090 gram yang akan digunakan untuk menghitung konsentrasi

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$2,13 = \frac{1090}{v}$$

$$v = 511,7 \text{ ml}$$

b. Fraksi Volume

Setelah didapatkan nilai dari pada volume NaOH maka dapat digunakan untuk menghitung fraksi volume pada kondisi Jenuh. Dimana Volume Larutan didapat dari Volume H₂O yang digunakan karena Volume NaOH sudah terionisasi secara sempurna tanpa terjadi penambahan volume.

$$\text{Fraksi Volume}(\%) = \frac{\text{volume zat terlarut}}{\text{volume larutan}}$$

$$\text{Fraksi Volume}(\%) = \frac{511,7 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$\text{Fraksi Volume}(\%) = 51\%$$

Dari penjelasan rumus diatas dapat diketahui bahwa fraksi volume larutan NaOH 55% dan 60% sudah melewati titik jenuh larutan. yang mana larutan jenuh NaOH berada pada fraksi volume 51%.

Efisiensi penyerapan Menggunakan Larutan Ca(OH)₂ juga dapat terlihat dari gambar 4. dimana pada fraksi Volume 0% 0.07 % efisiensi sebesar 68,108 %, fraksi volume 0.15% didapatkan efisiensi penyerapan sebesar 66,368 %, pada fraksi volume 0.30% didapatkan efisiensi penyerapan sebesar 65,352%, dan pada fraksi volume 0.45% didapatkan efisiensi penyerapan sebesar 64.956%. dari diagram diatas didapatkan bahwa semakin besar konsentrasi larutan Ca(OH)₂ maka efisiensi purifikasi cenderung mengalami penurunan. Dapat dilihat bahwa efisiensi terbesar terdapat pada fraksi volume 0.07% dan pada fraksi volume 0.15% ; 0.30% ; 0.45% mengalami penurunan. Hal ini di sebabkan karena setelah melewati titik jenuh larutan yaitu kemampuan zat terlarut untuk larut dalam zat pelarut . sehingga menimbulkan endapan Ca(OH)₂ yang tidak terurai didalam fluida pelarut. Maka dari itu endapan dapat menurunkan efisiensi penyerapan CO₂. Hal ini dapat dibuktikan dari salah satu sifat

propertis dari Ca(OH)₂ yaitu sifat kelarutan dalam air yaitu sebesar 0,173gr gr / 100 ml sehingga sama dengan 1,730 gr / Liter. Selain itu sifat propertis yang dapat digunakan adalah massa jenis Ca(OH)₂ yaitu sebesar 2,24 gr/cm³. Dan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

a. Massa Jenis

Pada perhitungan massa jenis ini digunakan hanya untuk mengetahui berapa besar volume Ca(OH)₂ pada massa 0.173 gram yang akan digunakan untuk menghitung konsentrasi

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$2,24 = \frac{1,730}{v}$$

$$v = 0,77 \text{ ml}$$

b. Fraksi Volume

Setelah didapatkan nilai dari pada volume Ca(OH)₂ maka dapat digunakan untuk menghitung fraksi volume pada kondisi Jenuh. Dimana Volume Larutan didapat dari Volume H₂O yang digunakan karena Volume Ca(OH)₂ sudah terionisasi secara sempurna tanpa terjadi penambahan volume.

$$\text{Fraksi Volume}(\%) = \frac{\text{volume zat terlarut}}{\text{volume larutan}}$$

$$\text{Fraksi Volume}(\%) = \frac{0,77 \text{ ml}}{1000 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$\text{Fraksi Volume}(\%) = 0,077\%$$

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa larutan jenuh Ca(OH)₂ berada di fraksi volume 0,77 %. Dan hal ini membuktikan bahwa pada fraksi volume 0,15% ; 0,30% ; 0,45% mengalami penurunan karena sudah berada diatas titik jenuh karutan dan menyebabkan terjadinya endapan.

Sehingga dari Perbandingan Efisiensi penyerapan CO₂ menggunakan Larutan NaOH dan Ca(OH)₂ adalah larutan NaOH memiliki efisiensi penyerapan tertinggi pada fraksi Volume 50% yaitu sebesar 91,288%. Sedangkan larutan Ca(OH)₂ memiliki efisiensi penyerapan tertinggi pada fraksi volume 0.07% yaitu sebesar 68,108%. Dari kedua larutan tersebut dapat diketahui bahwa titik optimal penyerapan karbon dioksida (CO₂) terdapat pada titik jenuh larutan. Yaiu kemampuan zat terlarut untuk larut dalam zat pelarut. Pada Larutan NaOH

dimana larutan jenuh berada di Fraksi Volume volume 0,07%.
50% sedangkan Ca(OH)₂ berada pada fraksi

Tabel 3. Nilai kalor pembakaran biogas setelah melewati larutan NaOH

Fraksi Volume NaOH (%)	Nilai Kalor Pembakaran Pada Menit Ke-					
	0	4	8	12	16	20
40	16797.2	29606.8	29475.8	29710.9	29788.2	29405.2
45	16797.2	32176.8	31850.9	31733.3	31622.5	31686.3
50	16797.2	31787.1	32099.5	32220.5	32304.4	32244
55	16797.2	31541.8	31545.2	31592.2	31454.5	31609
60	16797.2	31609	31478	31478	31609	31501.5

Tabel 4. Nilai kalor pembakaran biogas setelah melewati larutan Ca(OH)₂

Fraksi Volume Ca(OH) ₂ (%)	Nilai Kalor Pembakaran Pada Menit Ke-					
	0	4	8	12	16	20
0	16798.2	25593.8	26087.7	26346.4	26057.4	25657.6
0.07	16798.2	28362.1	28247.9	28170.6	28224.4	28190.8
0.15	16798.2	28022.8	27982.5	28053.1	27898.5	27777.6
0.3	16798.2	27670.1	27838	27828	27864.9	27680.1
0.45	16798.2	27643.2	27404.6	27831.3	27834.7	27834.7

Nilai kalor pembakaran biogas aktual biogas dapat dihitung menggunakan presentasi CH₄. Dapat dihitung menggunakan rumus : [11]

$$HV_{biogas} = \frac{V_{CH_4}}{volume\ total} \times HV_{CH_4} \times \rho_{CH_4}$$

Dimana

- HV_{Biogas} = Nilai kalor biogas (kJ/ m³)
 HV_{CH₄} = Nilai Kalor CH₄ (kJ/ kg)
 V_{CH₄} = Volume CH₄ (m³)
 V_{Total} = Volume biogas (m³)
 ρ_{CH₄} = Massa Jenis CH₄ (kg/ m³)

Didapatkan hasil bahwa semakin besar efisiensi penyerapan CO₂ maka semakin besar nilai kalor dari pada biogas. Dengan menggunakan larutan NaOH, nilai kalor tertinggi setelah biogas melewati larutan NaOH pada fraksi volume 50%. Sedangkan dengan menggunakan larutan Ca(OH)₂ nilai kalor tertinggi adalah setelah biogas melewati larutan Ca(OH)₂ pada fraksi volume 0.07%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal mengenai perbandingan purifikasi karbon dioksida (CO₂) menggunakan Larutan NaOH dan Larutan Ca(OH)₂.

1. Larutan NaOH dan larutan Ca(OH)₂ dapat menyerap kandungan karbondioksida (CO₂) didalam biogas. Kemampuan Menyerap karbondioksido (CO₂) selama waktu 20 menit yaitu pada menit ke-4, ke-8, ke-12, ke-16 dan ke-20 adalah tidak terdapat perbedaan hasil purifikasi. Baik menggunakan larutan NaOH ataupun Larutan Ca(OH)₂.
2. Perbandingan Efisiensi penyerapan CO₂ menggunakan larutan NaOH dan Ca(OH)₂ adalah larutan NaOH memiliki efisiensi penyerapan tertinggi pada fraksi Volume 50% yaitu sebesar 91,288%. Sedangkan larutan Ca(OH)₂ memiliki efisiensi penyerapan tertinggi pada fraksi volume 0.07% yaitu sebesar 68,108%. Dari kedua larutan tersebut dapat

diketahui bahwa titik optimal penyerapan karbondioksida (CO₂) terdapat pada titik jenuh larutan. Yaitu kemampuan zat terlarut untuk larut dalam zat pelarut. Pada Larutan NaOH dimana larutan jenuh berada di Fraksi Volume 50% sedangkan Ca(OH)₂ berada pada fraksi volume 0,07%.

3. Nilai kalor pembakaran biogas mengalami peningkatan setelah melewati larutan purifikasi.

The Efficiency Of Carbon Dioxide Capture From Gases In NaOH Solutions. *Journal Of Ecological Engineering* Volume 14, No.2, April 2013, pp. 54-62.

- [11] Mitzlaff, K.V. (1988). *Engines Of Biogas*. Deutsche Gesellschaft Fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Germany.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. (2016). *Outlook Energi Indonesia 2016*. Jakarta : (BPPT). ISBN 978-602-74702-0-0
- [2] Tajalli, A. (2015). *Panduan Penilaian Potensi Biomassa Sebagai Sumber Energi Alternatif Di Indonesia*. Jakarta. Penabulu Alliance.
- [3] Al Seadi, T. (2008). *Biogas HandBook*. Esbjerg, Denmark : ISBN 978-87-992962-0-0
- [4] Uwar, A.N., Wardana, ING. & Widhiyanuriyawan, D. (2012). Karakteristik Pembakaran CH₄ Dengan Penambahan CO₂ Pada Model Shaw Cell Pada Penyalaan Bawah. *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol.3, No. 1 Tahun 2012 : 249-257.
- [5] Widhiyanuriyawan, D. & Sugiarto. (2014). *Biogas Purification Using Natural Zeolite and NaOH*. *Applied Mechanics and Materials* Vol. 664 (2014) pp 415-418.
- [6] Hotma, L. (2015). Pengaruh Jumlah Lubang Bubble Generator dan Kosentrasi NaOH Terhadap Kandungan CH₄ dan CO₂ Pada Purifikasi Beringkat Sistem Kontinyu. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- [7] Cundari, L., Selpiana., Wijaya, C.K. & Sucia, A. (2014). Pengaruh penggunaan solven natrium karbonat (Na₂CO₃) terhadap absorpsi CO₂ pada biogas kotoran sapi dalam spray column. *Jurnal Teknik Kimia* No. 4, Vol. 20, Desember 2014
- [8] Yoo, M., Han, S.A. & Wee, J.H. (2012). *Carbon dioxide Capture Capacity of Sodium Hydroxide aqueous Solution*. *Journal Of Environmental Management* 114 (3013) 512-519
- [9] Han, S.J., Yoo, M. Kim, D.W. & Wee, J.H. *Carbon Dioxide Capture Using Calcium Hydroxide Aqueous Solution As The Absorbent*. *Energy Fuels* 2011, 25, 3825-3834.
- [10] Kordylewski, W., Sawicka, D. & Falkowski, T. (2013). Laboratory Tests On