
ANALISA RANCANGAN PIPA PENYARING H₂O PADA BIOGAS

Oleh

Achmad Risa Harfit¹, Elbi Wiseno²**^{1,2}Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Gunadarma****E-mail: ¹arharfit@staff.gunadarma.ac.id, ²elbi_wiseno@staff.gunadarma.ac.id****Abstrak**

Penggunaan biogas, sebagai alternatif dari penggunaan energi fosil. Namun biogas yang dihasilkan dari proses anaerob memiliki kandungan zat pengotor didalamnya, sehingga memerlukan cara untuk memurnikan salah satunya dengan memisahkan kandungan H₂O. Rangkaian filter H₂O, sangat berperan dalam proses pemurnian tersebut, maka dilakukan simulasi aliran fluida gas yang akan terjadi pada pipa filter untuk mendapatkan tekanan dan temperatur demi mencapai kondisi kondensasi, serta menganalisis pengaruh bentuk perpipaan pada filter sehingga H₂O yang terkandung didalamnya dapat terpisah dari biogas. Metode pengujian dilakukan menggunakan SolidWorks dengan *Internal Flow*, dengan 5 kali pengujian pada bentuk dan luas penampang yang berbeda pada pipa uji. Dari hasil simulasi pada pengujian 2 didapat kondisi yang mampu terjadinya peristiwa kondensasi terjadi pada T_2 pada pipa. Padatitik tersebut memiliki kemungkinan tertinggi dibandingkan dengan 4 pengujian lainnya. Tekanan dan temperatur yang didapat sebesar 10,9179 psi dan 31,82 °F. Hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bentuk dari perpipaan mampu mempengaruhi tekanan dan temperatur yang dihasilkan. Perubahan yang signifikan terjadi dengan menggunakan pipa berbentuk konvergen-divergen dan mampu menghasilkan kondisi yang memungkinkan terjadinya kondensasi.

Keywords : Biogas, Filter H₂O, *Internal Flow*, Persamaan Gas Ideal**PENDAHULUAN**

Eksplorasi sumber energi dilakukan diberbagai tempat untuk memenuhi kebutuhan manusia. Eksplorasi berlebihan akan mempengaruhi keseimbangan alam yang dampaknya dapat membawa bencana jika kita tidak bijak dalam menggunakannya dan mengolahnya. Energi air dan energi mikrohidro menjadi tonggak pasokan energi alternatif terbesar. Energi panas bumi, energi surya dan bioenergi mengikuti dibawahnya. Namun, bioenergi tidak dapat dipandang sebelah mata. Dari penggunaan bioenergi yang terdapat di lingkungan sekitar, salah satunya dapat memanfaatkan bioenergi berasal dari limbah ataupun bahan organik untuk menggantikan energi fosil. Bioenergi dapat menyumbang energi sebesar 1857.5 MW (sumber: ESDM 2018). Bila kita dapat mengolahnya dengan benar dan menerapkannya pada mesin yang membutuhkan bahan bakar, maka dapat berguna

sebagai energi alternatif. Dari permasalahan tersebut maka penulis melakukan perancangan yang berguna dalam pengembangan alat purifikasi yang akan memurnikan biogas yang dihasilkan dari Biodigester sehingga menghasilkan keluaran yang memiliki kadar H₂O lebih rendah daripada tanpa menggunakan filter tersebut. Selain itu, penulis akan memperhitungkan head loss yang terjadi pada pengaliran gas pada sistem purifikasi sehingga tekanan tidak berkurang secara signifikan

Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan ini meliputi:

1. Merancang rangkaian filter H₂O
2. melakukan simulasi aliran fluida gas yang akan terjadi pada pipa filter untuk mendapatkan tekanan dan temperatur demi mencapai kondisi kondensasi
3. Menganalisa pengaruh bentuk perpipaan pada filter sehingga H₂O yang terkandung didalamnya dapat terpisah dari biogas

METODE PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

Untuk penyusunan laporan dan perancangan pipa filter H₂O yang direncanakan ini penulis membutuhkan data - data sebagai acuan untuk memperoleh hasil yang maksimal pada penulisan ini, untuk itu penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data

1. Studi Pustaka

Yaitu studi atau mencari informasi atau mengambil materi dari buku literature yang berhubungan dengan perencanaan alat baik dari perpustakaan, internet, maupun buku.

2. Metode Observasi

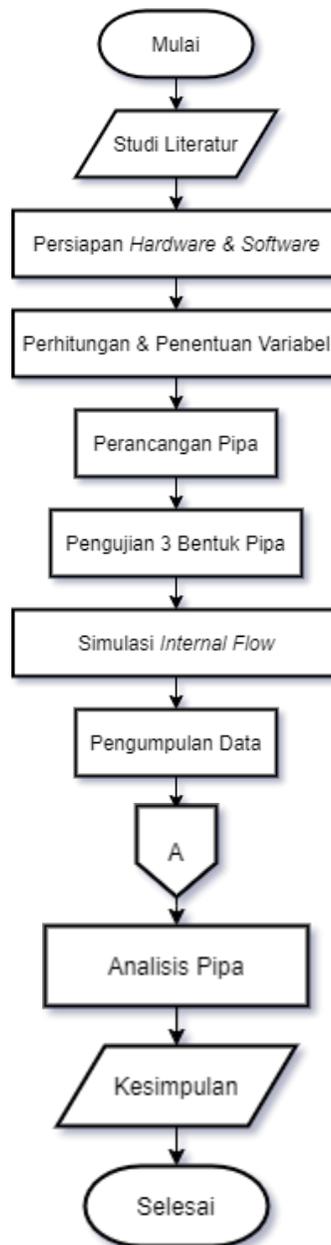
Yaitu mengumpulkan data dengan pengamatan langsung ke lapangan yang berhubungan dengan perencanaan serta perancangan pada filter H₂O.

3. Metode Konsultasi

Yaitu penulis mendapat bimbingan dari pembimbing berdasarkan penerapan teori yang diperoleh, juga masukan dari teman-teman sehingga penulis akan lebih sempurna dan terarah untuk menyelesaikan laporan ini

Diagram Alir

Diagram alir dari perancangan pipa H₂O



LANDASAN TEORI

Energi Alternatif

Dalam menjawab permintaan energi yang meningkat, dikembangkannya energi alternatif yang dapat menjadi pilihan lain dalam menggantikan energi fosil. Beberapa energi alternatif yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut.

1. Energi Geothermal

Energi ini berasal dari panas bumi yang berasal dari lapisan perut bumi yang dipergunakan salah satunya sebagai bahan bakar untuk menjalankan *boiler*. *Boiler* digunakan untuk mengubah air menjadi uap bertekanan yang akan menggerakkan turbin, lalu turbin tersambung dengan generator sehingga mampu memproduksi listrik.

2. Energi Mikrohidro

Bentuk dari energi mikrohidro ini adalah air. Air memiliki energi potensial dan energi kinetik. Kedua hal tersebut dapat dipergunakan dan dikonversi menjadi energi mekanik yang mampu memutar turbin. Turbin yang berputar tersambung dengan generator yang akan menghasilkan listrik. Potensi energi mikrohidro yang dimiliki Indonesia tidaklah kecil. Dengan banyaknya mata air, sungai, danau, dan sumber air lainnya dapat dioptimalkan sebaik mungkin dan mampu menghasilkan energi listrik yang sangat besar.

3. Energi Gelombang Laut

Pada dewasa ini banyak penelitian yang meneliti potensi energi yang dimiliki oleh lautan. Salah satu bentuk potensinya yaitu gelombang laut. Gelombang laut memiliki energi potensial yang dapat dikonversikan menjadi energi mekanik seperti halnya energi mikrohidro. Dengan letak dan kondisi geografis yang dimiliki Indonesia begitu banyaknya sumber daya gelombang laut yang dapat dipergunakan di masa mendatang.

4. Energi Surya

Energi surya atau matahari merupakan sumber energi terbesar yang dimiliki oleh tata surya bumi. Dalam penggunaan energi matahari sebagai energi alternatif dapat diwujudkan dengan mengkonversi energi elektromagnetik dari sinar matahari menjadi energi listrik^[1]. Salah satunya dengan penggunaan sel fotovoltaik. Sel fotovoltaik bekerja dengan cara menerima sinar matahari dan mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik melalui proses fotoelektrik. Dimana gelombang sinar matahari memiliki panjang yang berbeda beda mengenai

lapisan sel fotovoltaik yang berada pada panel surya. Sel fotovoltaik terhubung secara seri untuk mendapat tegangan total yang lebih tinggi. Panjang gelombang sinar yang berbeda beda merambat melalui lapisan lapisan pada panel surya akan menyebabkan elektron dan proton berinteraksi. Pada saat elektron dan proton yang berinteraksi akan menghasilkan energi listrik yang dimana akan disimpan, lalu dapat dipergunakan setelahnya.

5. Energi Angin

Angin adalah pergerakan dari udara yang terjadi karena udara hangat naik dan udara dingin mengalir menggantikan udara panas^[2]. Angin memiliki energi kinetik yang dapat dikonversi menjadi energi listrik menggunakan generator. Pada saat angin mengenai bilah pada kincir angin akan membuat bilah berputar dikarenakan gaya angkat (*lift*) sehingga menciptakan putaran yang membuat generator dapat menghasilkan energi.

6. Energi Bio (*biofuel*, *biomass*, biogas)

Terdapat 3 bioenergi yang dapat dipergunakan sebagai energi alternatif. *Biofuel* merupakan energi terbarukan yang dimana dipergunakan sebagai bahan bakar. *Biofuel* berasal dari bahan alami yang tidak berasal dari energi fosil. Seperti biodiesel masih memiliki kandungan energi fosil yang terkandung tidak sepenuhnya berasal dari bahan alami. Lalu *biomass* juga merupakan bahan bakar yang berasal dan diproses dari bahan alami. *Biomass* ini memiliki bentuk solid atau berwujud padat. Dan pada penulisan kali ini akan lebih merinci padabio gas. Biogas memiliki bentuk gas yang berasal dari bahan alami. Pemrosesan dilakukan secara alami namun kondisi lingkungan dijaga dan diatur sehingga biogas yang dihasilkan semaksimal dan seoptimal mungkin baik dari segi kuantitas dan kualitasnya

Kementerian Energi Sumber Daya dan Mineral tahun 2018. Potensi terbesar dimiliki oleh energi surya. Dengan pemanfaatan dan pengoptimalisasian pada energi terbarukan maka secara tidak langsung akan menggantikan posisi energi fosil yang selama ini digunakan dan bahkan potensi yang dimiliki energi terbarukan

dapat melampaui potensi yang dimiliki energi fosil. Hal tersebut dapat terwujud bila peoptimalisasian dilakukan dan potensi yang dimiliki dipergunakan semaksimal mungkin

Tabel .1 Potensi Energi Terbarukan^[16]

Jenis Energi	Potensi
Tenaga Air	94,3 GW
Panas Bumi	28,5 GW
Bioenergi	PLT Bio : 32,6 GW dan BBN : 200 Ribu Bph
Surya	207,8 GWp
Angin	60,6 GW
Energi Laut	17,9 GW

Biogas

Biogas merupakan salah satu energi alternatif yang dapat digunakan sebagai energi yang dapat menggantikan energi fosil. Biogas diartikan sebagai gas yang dilepaskan bila bahan organik (Seperti kotoran ternak, kotoran manusia, jerami, sekam dan segala hasil sortiran sayuran) melalui proses fermentasi atau mengalami proses metanisasi^[3].

Biogas berasal dari proses anaerobik yang dimana mikro organisme terutama bakteri, mendegradasi bahan organik menjadi gas metana^[4]. Dalam proses anaerobik mikro organisme tidak memerlukan oksigen dalam mendegradasi bahan organiknya. Pada **Tabel 2** berikut menggambarkan komposisi yang terkandung dalam biogas.

Penggunaan Biogas

Penggunaan biogas sebagai energi alternatif adalah pilihan yang baik dikarenakan potensi produksi biogas di Indonesia sangat besar. Pada **Tabel 2.3** terlihat bahwa kondisi ternak yang ada di Indonesia meningkat disetiap tahunnya. Dari hasil estimasi, satu ekor sapi mampu menghasilkan kotoran sebanyak 10-30 kg dalam sehari. Dan menurut riset yang sudah ada, dalam setiap 10 kg kotoran sapi mampu menghasilkan sebanyak 360 liter biogas atau sebanyak 0.36 m³. Maka bila 1 m³ metana setara dengan 10 kWh maka dalam sehari 1 ekor sapi mampu menghasilkan energi sekitar 3.6 kWh.

No	Jenis/Species	Tahun/Year				
		2014	2015	2016	2017	2018 ¹⁾
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
I TERNAK BESAR/LARGE LIVESTOCK						
1	Sapi Potong/Beef Cattle	14.727	15.420	15.997	16.429	17.050
2	Sapi Perah/Dairy Cattle	503	519	534	540	550
3	Kerbau/ Buffalo	1.335	1.347	1.355	1.322	1.356
4	Kuda/Horse	428	430	424	409	421
II TERNAK KECIL/SMALL LIVESTOCK						
1	Kambing/Goat	18.640	19.013	17.862	18.208	18.721
2	Domba/Sheep	16.092	17.025	15.717	17.142	17.398
3	Babi/Pig	7.694	7.808	7.904	8.261	8.542
III TERNAK LINGGAS/POULTRIES						
1	Ayam Buras/Native Chicken	275.116	285.304	294.333	299.701	310.960
2	Ayam Ras Petelur/Layer	146.660	155.007	161.364	176.937	181.752
3	Ayam Ras Pedaging/Broiler	1.443.349	1.528.329	1.632.801	1.848.731	1.891.435
4	Itik/Duck	45.268	45.322	47.423	49.056	51.239
5	Itik Manila/Muscovy Duck	7.414	7.975	8.170	8.502	8.772
IV ANEKA TERNAK/VARIOUS LIVESTOCK						
1	Kelinci/Rabbit	1.104	1.103	1.202	1.244	1.251
2	Puyuh/Quail	12.692	13.782	14.088	14.570	14.877
3	Merpati/Pigeon	2.433	2.154	2.476	2.503	2.526

Penelitian yang telah dilakukan diantaranya melihat pengaruh produksi terhadap tekanan dan suhu yang dapat membantu dalam pembentukan biogas. Pada penelitian yang dilakukan oleh Carmen Mateescu terhadap tekanan, penelitian dilakukan dengan menggunakan 4 variabel 0, 2, 4, dan 6. Dan hasil yang didapat bahwa tekanan mendekati 0 bar memiliki produksi biogas tertinggi dibandingkan dengan 3 tekanan yang lainnya. Sedangkan Netty Kamal melakukan penelitian untuk temperatur yang dapat digunakan pada rentang 25-35 °C dengan kondisi optimal di 35°C. Hasil yang optimal dapat terjadi bila temperatur yang digunakan juga dijaga agar tetap stabil, karena bila temperature fluktuatif maka mikroorganisme tidak dapat bekerja dengan baik.

Pemurnian biogas yang dapat dilakukan

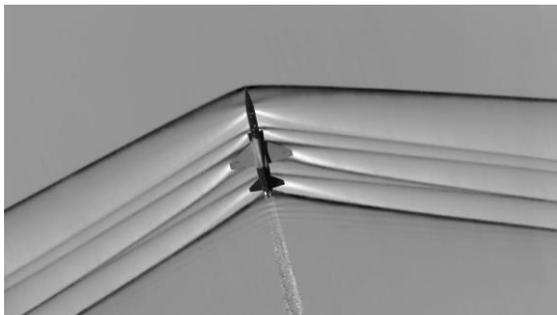
Komponen	Konsentrasi
CH4 (Metana)	50-75% Vol.
CO2 (Karbon Dioksida)	25-45% Vol.
H2O (Air)	2-7% Vol. (20-40 °C)
H2S (Hidrogen Sulfida)	20-20.000 ppm
N2 (Nitrogen)	<2% Vol.
O2 (Oksigen)	<2% Vol.
Hidrogen	<1% Vol.

ada beberapa macam diantaranya, filter H2O, filter H2S, dan juga CO2. Beberapa cara dilakukan untuk meningkatkan potensi dengan memurnikan biogas sehingga memiliki kandungan metana atau CH4 mendekati murni.

Bila kandungan metana sedikit zat pengotor, kalor yang dapat dihasilkan akan meningkat.

Filter H₂O

Salah satu pemurnian yang akan dilakukan oleh penulis pada penulisan ini yaitu dengan memisahkan kandungan H₂O dari biogas. Dalam skala industri pembangkit tenaga terbarukan, pemisahan kandungan air dalam biogas dilakukan menggunakan alat *Dehumidifier*. *Dehumidifier* bekerja dengan prinsip mendinginkan temperatur biogas. Sehingga saat gas melewati kondisi temperatur yang memungkinkan untuk terjadinya kondensasi, kandungan air yang terdapat pada biogas akan menjadi fase *liquid* dan terpisah dari biogas. Hasil dari proses *Dehumidifier* dinamakan dengan istilah kondensat. Dalam memisahkan kandungan air dalam biogas diperlukannya kondisi tertentu agar kandungan air dalam biogas dapat berubah fase dari gas menjadi *liquid* atau cairan. **Gambar 2.4** menunjukkan bahwa adanya daerah yang dimana *Hydrat* mampu terbentuk dan akan meninggalkan gas metana tetap mengalir dalam fase gas sehingga kadar air yang terkandung berkurang.^[14]



Aliran Mampu Mampat

Aliran mampu mampat atau disebut juga dengan *compressible flow*, merupakan aliran fluida yang memiliki karakteristik memiliki *mach number* diatas 0.3. Selain itu suatu aliran dikategorikan sebagai aliran mampu mampat dikarenakan terjadinya 2 fenomena yang tidak muncul pada aliran tak mampu mampat. Fenomena tersebut antara lain terjadinya lompatan diskontinuitas yang terjadi sangat cepat pada property aliran lalu yang kedua ialah peristiwa aliran tersedak^[10].

Terdapat 2 variabel yang mempengaruhi aliran tak mampu mampat yaitu ρ dan T . ρ merupakan variabel kerapatan gas dan T adalah suhu dari gas. Kerapatan gas dipengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperature maka kerapatan akan semakin rendah.

Fenomena Pada Aliran Mampu Mampat

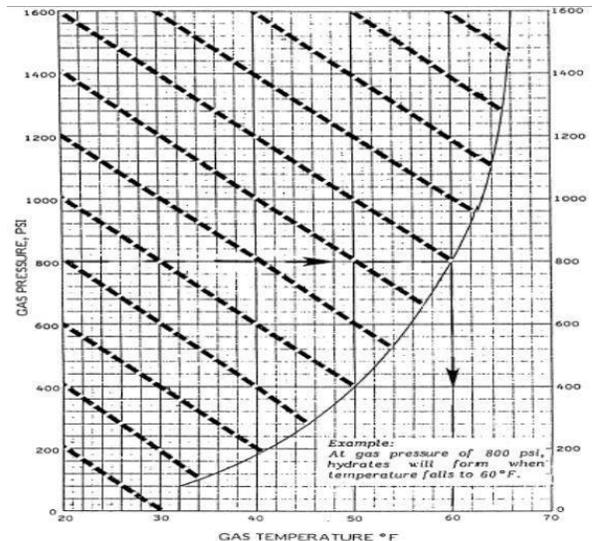
Terjadinya aliran mampu mampat pada suatu aliran akan memberikan dampak kepada aliran sebagai berikut.

1. Pressure Wave / Sound Wave

Gelombang tekanan atau disebut juga dengan gelombang suara, dimana terjadinya kenaikan dan penurunan pada bagain akustik atau gelombang suara yang besar perubahannya terbilang kecil.

2. Shock Wave

Disebut juga dengan gelombang kejut. Dimana hampir terjadinya diskontinuitas properti dari aliran yang berubah pada aliran supersonik. Contoh terjadinya peristiwa gelombang kejut pada saat adanya ledakan, ledakan tembakan pada senjata api, dan ledakan nuklir. **Gambar 2.5** Peristiwa *Shock wave* di udara^[15]



3. Choke Flow

Choke Flow ditunjukkan dengan situasi dimana aliran hilir atau disebut juga dengan *downstream*, yang dimana melewati batas nilai kritis dan tidak mempengaruhi alirannya.

Aliran tersedak merupakan peristiwa dimana aliran bersifat subsonik. Aliran subsonik memiliki *mach number* sebesar 1 Pada kondisi ini laju aliran massa berada pada titik maksimumnya.

Persamaan Gas Ideal

Dalam simulasi ini kondisi dari gas yang disimulasikan merupakan gas ideal. Gas ideal memiliki kondisi dimana terjadinya lendutan sempurna antar molekul gas yang mengisi sebuah wadah. Selain itu volume gas yang mengisi wadah juga diabaikandari keseluruhan volume wadah itu sendiri. Dalam gas ideal terdiri dari partikel yang dimana volumenya dapat diabaikan. Gaya tolak dan tarik antar partikel tidak beubah pada jarak antar partikel [11].

Tekanan

Untuk menjalankan simulasi aliran, diperlukan variabel tekanan dari reservoir atau tekanan inlet pipa. Peristiwa yang terjadi pada reservoir dianggap isokhorik yang dimana volume tidak berubah. Volume dianggap tidak berubah karena dalam penulisan ini mengambil volume gas rata rata dari keseluruhan proses dalam pembuatan biogas. persamaan 2.1 merupakan rumus yang dipergunakan dalam menghitung tekanan reservoir. Tekanan reservoir akan dipergunakan sebagai variabel parameter tekanan inlet dari sistem pipa.

$$P_R = \rho R T_R \dots\dots\dots 2.1$$

2.1

Kecepatan Gas

Kecepatan gas yang terjadi pada reservoir juga diperlukan sebagai variabel lain dalam menjalankan simulasi. Kecepatan gas merupakan kecepatan rata rata dari tiap molekul metana yang bergerak dalam wadah. Persamaan berasal dari penurunan rumus kinetik energi yang disubtitusikan kedalam persamaan gas ideal. maka kecepatan gas didapat dari persamaan 2.2.

$$V_{av} = \sqrt{\frac{3R_u T}{M_w}} \dots\dots\dots 2.2$$

Flow Mass

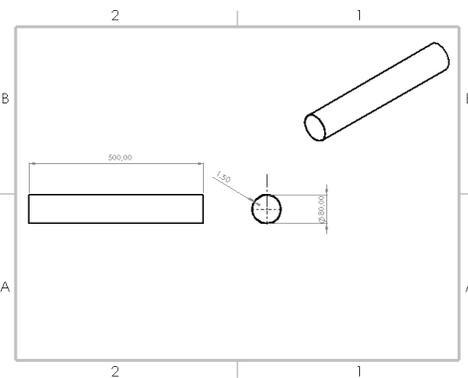
Flow Mass atau disebut juga dengan laju aliran massa. Variabel laju aliran massa akan dipergunakan sebagai parameter inlet disamping temperatur, tekanan, dan kecepatan gas inlet. Laju aliran masa merupakan banyak massa yang mengalir dalam suatu penampang dalam satu detik. Variabel laju aliran masa dipengaruhi oleh massa jenis fluida yang mengalir, kecepatan aliran, dan juga luas penampang aliran yang dilewati. Dalam menentukan luas permukaan maka dapat mempergunakan persamaan 2.3.

$$A = \pi r^2 \dots\dots\dots 2.3$$

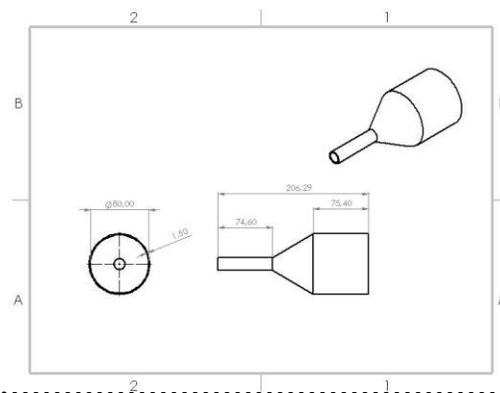
HASIL DAN PEMBAHASAN

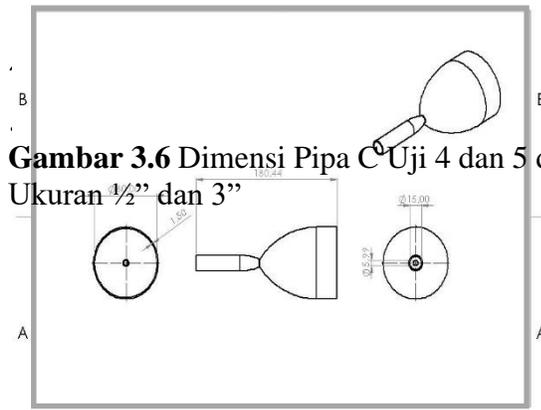
Perancangan Pipa

Pada perancangan filter H2O akan dibuat 3 macam bentuk pipa yang ukurannya bervariasi antara ukuran 1/2” serta 3” yang dimana variabel arah aliran akan diubah sehingga terlihat perbedaan yang mampu menghasilkan data berbeda tiap pengujiannya. Berikut dimensi pipa uji 1 yang akan diuji. **Gambar 3.1** Dimensi Pipa A Uji 1 dengan Ukuran 3



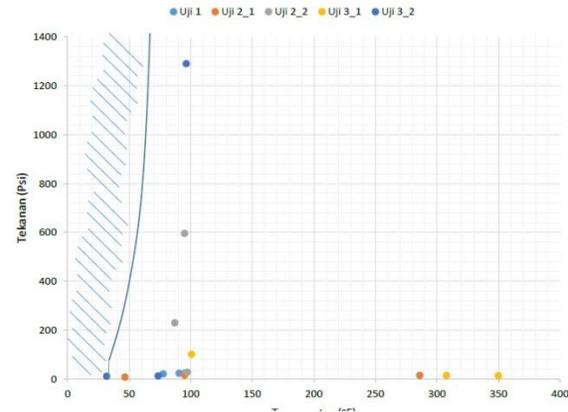
Gambar 3.4 Dimensi Pipa B Uji 2 dan 3 dengan Ukuran 1/2” dan 3”





Gambar 3.6 Dimensi Pipa C Uji 4 dan 5 dengan Ukuran 1/2" dan 3"

yang diperlukan tidak tepat pada outlet dari sistem perpipaan sehingga peristiwa kondensasi belum tercapai secara optimal. Pada grafik gambar 4.11 dapat memperjelas kondisi tiap pengujian yang dilakukan beserta hubungannya dengan grafik pembentukan *Hydrat* yang terdapat pada gambar 2.4.



Tabel 4.1 berikut berisi data luas permukaan pipa ukuran 1/2" dan 3" besertalaju aliran massa pada masing masing ukuran pipa

Ukuran Pipa	Luas Permukaan $A \text{ (m}^2\text{)}$	Laju Aliran Massa $\dot{m} \text{ (Kg/s)}$
1/2 "	$1,81 \cdot 10^{-4}$	0,0814
3 "	$4,53 \cdot 10^{-3}$	2,037

Analisis Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka pengujian yang paling memungkinkan untuk terjadinya kondensasi yaitu pada pengujian C uji 2. Dan lebih tepatnya pada kondisi pada T_2 dan P_2 . Pada T_2 dan P_2 memungkinkan terjadinya pembentukan *Hydrat* karena berada dalam irisan grafik gambar 2.4. Kondisi yang terpenuhi karena disaat temperatur berada pada posisi sekitar 31.85 °F dengan tekanan sebesar 10.91 psi. Namun pada bagian outlet temperatur kembali meningkat walau diiringi dengan kenaikan tekanan peristiwa kondensasi tidak terjadi sempurna karena tidak mengiris dengan grafik dari gambar 2.4.

Tabel 4.2 Data Hasil Simulasi Aliran pada 5 kali Pengujian

Peng ujian	T1	P1	T2	P2	T3	P3
Uji A	95,1 8	23,8 311	90,6 08	22,9 071	77,7 74	20,5 845
Uji B_1	95,0 72	15,3 287	46,6 34	7,53 959	286, 016	14,5 838
Uji B_2	95,0 18	596, 012	97,2 5	27,5 753	87,1 16	229, 798
Uji C_1	100, 778	100, 854	349, 916	13,1 654	307, 706	14,5 138
Uji C_2	96,4 76	1290 ,65	31,8 2	10,9 179	73,6 52	12,2 118

Dari simulasi yang telah dilakukan maka didapat bahwa pada T_2 dan P_2 memiliki kondisi yang memungkinkan terjadinya pembentukan *Hydrat* hasil dari proses kondensasi. Namun proses yang terjadi berlangsung singkat dan letak kondisi.

Sehingga dari pengujian yang telah dilakukan menggunakan aplikasi mampu menjawab bahwa memungkinkan terjadinya kondensasi pada rancangan pipa yang telah dibuat. Selain itu adanya pengaruh bentuk pipa terhadap perubahan tekanan dan temperatur yang terjadi pada aliran. Namun dari penelitian ini sangat diperlukannya pengembangan lebih mendalam sehingga penelitian di masa mendatang diperlukannya penyesuaian ukuran outlet baik dalam luas penampang maupun panjang pipa

agar hasil outlet dapat memungkinkan terjadinya kondensasi yang lebih optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil perancangan dan simulasi yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Untuk memisahkan kandungan air yang terdapat pada biogas salah satunya dengan mengubah air yang berwujud gas menjadi *liquid*. Cara yang dapat dilakukan yaitu dengan menurunkan temperatur serta menaikkan tekanan biogas sehingga air dapat terpisah karena dengan kondisi pada grafik 2.4 gas metana masih dalam wujud gas. Di saat yang bersamaan air dapat dikeluarkan sistem dan menyisakan kandungan gas metana yang lebih murni dan mampu menghasilkan kalor yang lebih besar. Pada perancangan ini dibuat pipa yang mampu membuat kondisi temperatur dan tekanan yang tepat sehingga peristiwa kondensasi dapat terjadi. Perancangan dengan mengubah luas permukaan pipa, mengubah arah aliran, serta mengubah bentuk dari profil pipa sehingga dapat terlihat peristiwa perubahan temperature dan tekanan yang terjadi pada aliran yang terdapat di dalam pipa.
2. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan maka terdapatnya variasi temperatur dan tekanan yang terjadi pada aliran. Didapatnya kesimpulan bahwa perubahan luas permukaan, mengubah arah aliran, dan profil bentuk pipa mampu memberikan hasil yang berbeda pada tiap pengujiannya. Dengan adanya penurunan luas permukaan atau aliran melewati bagian pipa konvergen mampu menaikkan tekanan serta temperatur dari fluida yang dialirkan. Pada pengujian 2 pipa C bentuk divergen mampu menurunkan temperatur sehingga mencapai kondisi yang diperlukan dalam membentuk *Hydrat*.
3. Hasil simulasi yang telah dilakukan maka didapat tekanan dan temperatur yang mampu memungkinkan terjadinya kondensasi. Pada pipa C uji 2 variabel T_2 terlihat tekanan dan

temperatur terdapat pada irisan kondisi yang diperlukan dalam pembentukan *Hydrat*. Tekanan dan temperatur sebesar 10,9179 psi dan 31,82 °F. Dari data yang didapat kandungan air dalam alirandapat terpisah dari biogas untuk mendapatkan kandungan biogas yang lebih bersih dan menghasilkan kalor yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ing. Bagus Ramadhani, M.Sc. 2018. *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts*. Jakarta. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)
- [2] Dr. Hamdi, M.Si. 2016. *Energi Terbarukan*. Jakarta. Kencana
- [3] Erliza Hambali dkk. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta. AgroMedia Pustaka.
- [4] NN. 2018. *Pedoman Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan dalam Pengoperasian Instalasi Biogas Berbasis Limbah Cair Kelapa Sawit*. Jakarta. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)
- [5] NN. 2013. *The Biogas Handbook: Science, Production, and Application*. Ed Arthur Wellinger, dkk. Elsevier
- [6] Teodorita Al Seadi. 2008. *Biogas Handbook*. Esbjerg. University of Southern Denmark Esbjerg, Niels Bohrs.
- [7] NN. 2018. *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan*. Jakarta. Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- [8] Carmen Mateescu. 2015. *Influence of the hydrostatic pressure on biogas production in anaerobic digesters*. Bucharest. Univerity of Bucharest, Romania.
- [9] Netty Kamal. 2019. *Jurnal Teknologi Volume 1, Edisi 33, Kajian Pengaruh Media Penambat Pada Reaktor Biogas Fluidized Bed*. Bandung. Institut Teknologi Nasional.
- [10] Genick Bar-Meir. 2007. *Fundamentals of Compressible Fluid Mechanics*. Boston. GNU Free Documentation License.

-
- [11] NN. 1999. *Handbook of Compressed Gases: Fourth Edition*. Arlington. Springer Science+Business Media, LCC.
- [12] Peraturan Presiden Tahun 2017
- [13] Lilis Harmiyanto. 2013. *Forum Teknologi Vol.03 No.1: OptimalisasiPemisahan Uap Air dalam Natural Gas (Gas Alam)*. Jakarta. Swara Patra
- [14] Monroe Conner. 2019. *NASA Capture Supersonic Shock Interaction*. Washington. NASA Photo.
- [15] Suharyati dkk. 2019. *Indonesia Energy Outlook 2019*. Jakarta. SekretariatJenderal Dewan Energi Nasional.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN