

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Biogas

Biogas adalah gas-gas yang dihasilkan dari proses penguraian anaerob (tanpa udara) atau fermentasi dari material organik seperti kotoran hewan, lumpur kotoran, sampah padat, atau sampah terurai secara bio. Gas utama dari proses biogas terdiri dari methane dan CO₂ (Khasristya Amaru, 2004).

Biogas konvensional umumnya menggunakan proses cair dimana kotoran/sampah dicampur dengan air untuk membantu proses penguraian. Biogas sistem padat juga dimungkinkan, misalnya yang terjadi pada tempat pembuangan sampah padat (landfil). Karena CH₄ mempunyai sifat sulit dikompres (berbeda dengan LPG), maka CH₄ dari pembangkit biogas umumnya dipakai secara langsung. Beberapa pendapat lebih menyarankan gas dari biogas digunakan langsung untuk memasak, pemanas, penerangan, menggerakkan pompa atau kompresor, atau bahkan untuk sistem pendingin absorpsi dibandingkan dikonversi menjadi listrik.

Biogas dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti halnya gas alam. Tujuan utama pembuatan biogas adalah untuk mengisi kekurangan atau mensubstitusi sumber energi di daerah pedesaan sebagai bahan bakar keperluan rumah tangga, terutama untuk memasak dan lampu penerangan. Selain itu dapat digunakan untuk menjalankan generator untuk menghasilkan listrik dan menggerakkan motor bakar.

Gas bio mengandung berbagai macam zat, baik yang terbakar maupun yang dapat dibakar. Zat yang tidak dapat dibakar merupakan kendala yang dapat mengurangi mutu pembakaran gas tersebut. Seperti terlihat pada Tabel 1 walaupun kandungan kalornya

relatif rendah dibanding dengan gas alam, butana dan propana, tetapi masih lebih tinggi dari gas batubara. Selain itu biogas ramah lingkungan, karena sumber bahannya memiliki rantai karbon yang lebih pendek bila dibandingkan dengan minyak tanah, sehingga gas CO yang dihasilkan relatif lebih sedikit. Menurut (Maynel, 1976) terdapat perbandingan nilai kalor gas bio dapat di liat pada Tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2.1 Perbandingan Nilai Kalor Gas Bio

No	Jenis Gas	Nilai Kalor (joules/cm3)
1	Gas batubara	16.7-18.5
2	Gas bio	20-26
3	Gas metana	33.2-39.6
4	Gas alam	38.9-81.4
5	Gas propana	81.4-96.2
6	Gas butana	107.3-125.8

Nilai kalori biogas tergantung pada komposisi metana dan karbondioksida, dan kandungan air di dalam gas. Gas mengandung banyak kandungan air akibat dari temperatur pada saat proses, kandungan air pada bahan dapat menguap dan bercampur dengan metana. Pada biogas dengan kisaran normal yaitu 60-70% metana dan 30-40% karbondioksida, nilai kalori antara 20 - 26 J/cm³. Dalam perhitungan nilai kalori bersih berlaku rumus seperti pada persamaan 2.1.

$$Q = k.m \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

Q = Nilai kalor bersih (joule/cm³)

k = Konstanta (0,33)

m = Persentase metana (%)

2.2 Komposisi Biogas

Proses degradasi limbah pertanian, kotoran hewan, dan manusia atau campurannya yang dicampur dengan air dan ditempatkan dalam tempat yang tertutup sehingga dalam kondisi anaerob akan membentuk biogas (Ariono, 1982). Keadaan anaerob ini dapat terjadi secara alami. Untuk mendapatkan kondisi anaerob yang lebih baik dengan hasil biogas yang lebih banyak, perlu dilakukan secara buatan yaitu dalam suatu digester atau unit pencernaan biogas.

Biogas merupakan campuran dari berbagai jenis gas yang mempunyai kandungan metana dengan proporsi terbesar. Nilai kalor gas metana murni (100%) adalah 8.900 kkal/m³. Penelitian yang dilakukan oleh (Harahap, 1984) dengan bahan baku kotoran sapi yang menghasilkan biogas dengan komposisi sebagai berikut : 54% - 70% metana, 27% - 45% karbondioksida, 0,5% - 3,0% nitrogen, 0,1% karbonmonoksida, 0,1% oksigen dan sedikit sekali hydrogen sulfide. Nilai kalor yang di peroleh antara 4.800 – 6.700 kkal/m³ menurut (Karsini, 1981) biogas yang dihasilkan dari kotoran hewan mempunyai komposisi 60% - 70% metana, 30%-40% karbondioksida, sejumlah kecil hidrogen sulfida (0,1%), dan gas-gas lain yang terdapat dalam jumlah terbatas seperti hidrogen, amoniak, dan nitrogen oksida.

Menurut (Muhammad Rizki Syabani, 2014), Biodigester sering disebut dengan bangunan biogas yang memiliki sebuah tangki tertutup tempat bahan organik difermentasi, sehingga menghasilkan gas bio sebagai energi disertai dengan bahan penyubur dari limbah organik. Proses pembuatan biogas dengan menggunakan biodigester pada prinsipnya adalah

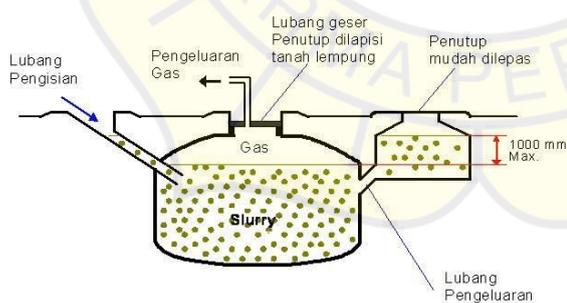
menciptakan suatu sistem kedap udara dengan bagian-bagian pokok yang terdiri dari tangki pencerna (digester tank), saluran input bahan baku, saluran output lumpur sisa hasil pencernaan (slurry) dan lubang penyaluran biogas yang terbentuk.

2.3 Jenis Reaktor Biogas Yang Sering Digunakan

Terdapat beberapa jenis *reactor* biogas diantaranya sebagai berikut :

1. Reaktor Kubah Tetap (*Fixed Dome*)

Reaktor ini disebut juga reaktor China. Dinamakan demikian karena reaktor ini dibuat pertama kali di China sekitar tahun 1930 an, kemudian sejak saat itu reaktor ini berkembang dengan berbagai model. Pada reaktor ini memiliki dua bagian yaitu digester sebagai tempat pencerna material biogas dan sebagai rumah bagi bakteri, baik bakteri pembentuk asam ataupun bakteri pembentuk gas metana. Bagian ini dapat dibuat dengan kedalaman tertentu menggunakan batu, batu bata atau beton. Strukturnya harus kuat karna menahan gas agar tidak terjadi kebocoran. Bagian yang kedua adalah kubah tetap (*fixed- dome*).Dinamakan kubah tetap karena bentuknya menyerupai kubah dan bagian ini merupakan pengumpul gas yang tidak bergerak (*fixed*). Gas yang dihasilkan dari bahan organik pada digester akan mengalir dan disimpan di bagian kubah dapat di lihat pada Gambar 2.1

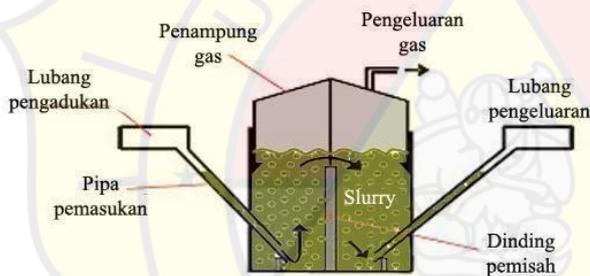


Gambar 2.1 Reaktor Kubah Tetap (*Fixed Dome*)

Sumber: (Waskito, 2011)

2. Reaktor Terapung (*Floating Drum Reactor*)

Reaktor jenis terapung pertama kali dikembangkan di India pada tahun 1937 sehingga dinamakan dengan reaktor India. Memiliki bagian digester yang sama dengan reaktor kubah, perbedaannya terletak pada bagian penampung gas menggunakan peralatan bergerak menggunakan drum. Drum ini dapat bergerak naik turun yang berfungsi untuk menyimpan gas hasil fermentasi dalam digester. Pergerakan drum mengapung pada cairan dan tergantung dari jumlah gas yang dihasilkan dan dapat dilihat pada Gambar 2.2.

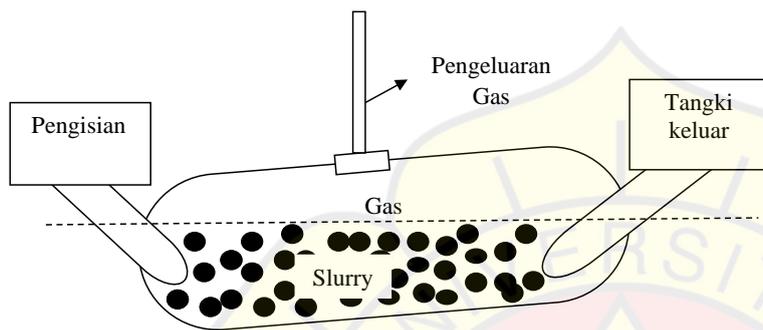


Gambar 2.2 Reaktor Terapung (*Floating Drum Reactor*)

Sumber : (Wasito, 2011)

3. Reaktor Balon (*Ballon Reactor*)

Reaktor balon merupakan jenis reaktor yang banyak digunakan pada skala rumah tangga yang menggunakan bahan plastik sehingga lebih efisien dalam penanganan dan perubahan tempat biogas. Reaktor ini terdiri dari bagian yang berfungsi sebagai digester dan bagian penyimpan gas yang berhubungan tanpa sekat. Material organik terletak dibagian bawah karena memiliki berat yang lebih besar dibandingkan gas yang akan mengisi pada rongga atas dan dapat di lihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Reaktor Ballon

Sumber : (Waskito, 2011)

2.4 Kelebihan Dan Kekurangan Dari Reaktor

Adapun kelebihan dan kekurangan dari reaktor dapat di lihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Kelebihan Dan Kekurangan Dari Reaktor

Jenis Reaktor	Kelebihan	Kekurangan
Kubah Tetap (Fixed Dome)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem kedap udara yang baik. 2. Biaya konstruksi lebih murah. 3. Pemakaian jangka panjang. 4. Perawatannya lebih mudah. 5. Tipe batch kontinyu. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sering terjadi kehilangan gas. 2. Kontruksi tetap tidak bisa dipindahkan.
Terapung (Floating Drum)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat menunjukkan volume gas yang 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya konstruksi lebih mahal. 2. Mudah korosi.

	tersimpan dalam drum. 2. Tekanan gasnya konstan. 3. Temperatur suhu stabil.	3. Pemakaian jangka pendek
Ballon	1. Biaya konstruksi relative rendah. 2. Tipe batch kontinyu. 3. Dapat dibuat dari bahan lain. 4. Mudah dipindahkan	1. Tekanan gas rendah. 2. Sistem tertutup. 3. Plastik polyethylene mudah rusak

2.5 Proses Pembentukan Biogas

Menurut (C. John Fry, 1973) proses degradasi bahan organik baik secara aerobik maupun anaerobik, diperoleh hasil dalam fase gas dan suspensi padat-cair. Proses degradasi secara aerobik dengan cukup oksigen, dapat berlangsung secara alamiah atau secara tiruan, misalnya dalam proses pembuatan kompos untuk pupuk. Sedangkan proses degradasi secara anaerobik dengan oksigen terbatas, juga dapat berlangsung secara alamiah atau tiruan. Misalnya proses yang berlangsung secara alamiah terjadi dalam perut binatang atau manusia, dan secara tiruan proses degradasi terjadi dalam bak pencerna dengan bahan baku sampah organik.

Menurut (Noegroho Hadi, 1980) mengemukakan bahwa pembentukan biogas merupakan proses biologis. Penggunaan bahan baku yang berupa bahan organik, berfungsi sebagai sumber karbon dan nitrogen merupakan sumber kegiatan dan pertumbuhan mikroorganismenya. Tahapan untuk terbentuknya biogas dari proses fermentasi anaerob dapat dipisahkan menjadi tiga. Tahap pertama adalah tahap hidrolisis. Tahap kedua adalah tahap pengasaman. Tahap ketiga adalah tahap pembentukan gas CH₄ (Khasristya Amaru, 2004).

Pada umumnya di dalam kotoran hewan seperti kotoran sapi, kuda, kerbau, babi, ayam, dan sebagainya sudah banyak mengandung mikroorganismenya yang dapat mengubah

limbah organik sampai menjadi biogas. Oleh karena itu proses pembuatan biogas dari kotoran hewan tidak perlu menambahkan mikroorganisme secara khusus,. Misalnya dengan biakan murni, namun cukup dengan mengatur kondisi operasinya agar pertumbuhan dan proses fermentasinya berlangsung dengan optimal. Bahan Organik dalam penghasil gas bio (digester) akan dirombak oleh bakteri dan kemudian menghasilkan gas metan (CH₄) dan karbondioksida (CO₂) dan sedikit gas lainnya. Campuran gas-gas inilah yang disebut gas bio. Keluaran dari penghasil gas bio (yang selain gas), berbentuk cair maupun yang kering, dapat dipakai sebagai pupuk untuk tanaman darat atau tanaman air. Supernatan adalah cairan dalam isian yang telah mengalami proses pencernaan, berguna untuk pupuk yang sama baiknya jika berbentuk padat. Skum adalah campuran serat-serat kasar, yang tersisa dalam cairan dan gas yang semula terkandung dalam kotoran segar. Dalam jumlah kecil skum ini dapat berguna sebagai isolator, dan berfungsi juga untuk pupuk.

2.6 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Pembentukan Biogas

Menurut Simamora, S. et al (2006), menyatakan bahwa banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan produksi biogas. Faktor pendukung untuk mempercepat proses fermentasi adalah kondisi lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan bakteri perombak. Ada beberapa faktor yang berpengaruh terhadap produksi biogas yakni sebagai berikut :

2.6.1 Kondisi Anaerob/Kedap Udara

Biogas dihasilkan dari proses fermentasi bahan organik oleh mikroorganisme anaerob. Instalasi pengolahan biogas harus kedap udara.

2.6.2 Bahan Baku Isian

Bahan baku isian berupa bahan organik seperti kotoran ternak, limbah pertanian, sisa dapaur, dan sampah organik yang terhindar dari bahan anorganik. Bahan isian harus mengandung 7 -9 % bahan kering dengan pengenceran 1 : 1 (bahan baku : air).

2.6.3 Imbangan C/N

Imbangan C/N yang terkandung dalam bahan organik sangat menentukan kehidupan dan aktivitas mikroorganisme dengan imbangan C/N optimum 25 – 30 untuk mikroorganisme perombak.

2.6.4 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman sangat berpengaruh terhadap kehidupan mikroorganisme. Derajat keasaman yang optimum bagi kehidupan mikroorganisme adalah 6,8 – 7,8.

2.6.5 Temperatur

Produksi biogas akan menurun secara cepat akibat perubahan temperature yang mendadak di dalam instalasi pengolahan biogas. Untuk menstabilkan temperatur kita dapat membuat instalasi biogas di dalam tanah. Temperatur ini akan berhubungan dengan kemampuan bakteri yang ada dalam reaktor. Bakteri psychrophilic 0 – 7°C, bakteri mesophilic pada temperatur 13 – 40°C sedangkan thermophilic pada temperatur 55–60°C. Temperatur yang optimal untuk digester adalah temperature 30 – 35°C, kisaran temperatur ini mengkombinasikan kondisi terbaik untuk pertumbuhan bakteri dan produksi methana di dalam digester dengan lama proses yang pendek. Massa bahan yang sama akan dicerna dua kali lebih cepat pada 35°C dibanding pada 15°C dan menghasilkan hampir 15 kali lebih banyak gas pada waktu proses yang sama. Selain temperatur, masih terdapat beberapa parameter penting yang perlu diperhatikan dan akan diuraikan pada bagian selanjutnya. Temperatur operasi optimal untuk proses digester adalah 30-35°C dimana pertumbuhan bakteri dan produksi CH₄ umumnya optimum. Namun begitu, dengan rancangan tanpa memperhitungkan tahanan termal bahan dinding, akan diperoleh temperatur digester sebesar 19-20°C. Dengan kondisi ini, kemampuan bakteri untuk mencerna bahan bio akan berkurang dua kali lipat.

2.6.6 Starter

Diperlukan untuk mempercepat proses perombakan bahan organik hingga menjadi biogas. Starter merupakan mikroorganismen perombak yang telah dijual komersil dapat juga digunakan lumpur aktif organik atau cairan rumen. Anonim (1977) mengemukakan bahwa selain faktor-faktor terdahulu seperti yang dikatakan Simamora, ada beberapa faktor lain yang mempengaruhi produksi biogas yaitu:

1. Bahan Baku Isian

Unsur karbon untuk pembentukan gas metana digunakan sampah, limbah pertanian, dan kotoran hewan. Sedangkan unsur nitrogen diperlukan oleh bakteri untuk pembentukan sel. Perbandingan unsur karbon dan nitrogen (C/N) paling baik untuk pembentukan biogas adalah 30:1. Menurut Hadi dkk. (1982) rasio C/N untuk sampah mendekati nilai 12:1. Rasio C/N kotoran kuda dan babi adalah 25:1 lebih besar daripada sapi dan kerbau (18:1).

2. Pengenceran Bahan Baku Isian

Isian yang paling baik untuk penghasil biogas mengandung 7-9% bahan kering. Nilai rata-rata bahan kering dari beberapa kotoran hewan berkisar dari 11-25%. Oleh karena itu untuk setiap jenis kotoran hewan, pengenceran isian berbeda-beda agar diperoleh isian dengan kandungan bahan kering yang optimum. Ternyata setiap jenis kotoran ternak mempunyai kandungan bahan kering yang berbeda-beda. Kandungan bahan kering beberapa kotoran dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3 Kandungan Bahan Kering Beberapa Kotoran

NO	Jenis Kotoran	Kotoran Kering (%)
1	Manusia	11
2	Kambing	11

Commented [R3]: Posisi ini ditengah, bukan di kiri

3	Sapi	18
4	Ayam/Burung	25

Sumber : (Filino Harahap,dkk, 1980)

Sebagai contoh, kotoran sapi segar mengandung bahan kering sebanyak 18%. Agar diperoleh kandungan bahan isian sebesar 7-9% bahan kering, maka perlu diencerkan dengan menambahkan air dengan perbandingan 1 bagian bahan baku dicampur 1 bagian air (Harahap, dkk, 1980:20). Kotoran yang akan dipergunakan sebaiknya kotoran yang masih baru, karena dengan menggunakan kotoran yang baru akan dihasilkan kandungan biogas yang lebih tinggi daipada menggunakan kotoran sudah lama. Jadi, dalam hal ini ada baiknya hubungan langsung suatu kandang ternak dengan suatu bak pencerna, supaya kotoran dapat segera diproses.

3. Jenis Bakteri

Bakteri yang berpengaruh pada pembuatan biogas ada dua macam yaitu bakteri-bakteri pembentuk asam dan bakteri-bakteri pembentuk gas metana. Bakteri pembentuk asam antara lain: Pseudomonas, Escherichia, Flavobacterium, dan Alcaligenes yang mendegradasi bahan organik menjadi asam-asam lemak. Selanjutnya asam-asam lemak didegradasi menjadi biogas yang sebagian besar adalah gas metana oleh bakteri metana antara lain: Methanobacterium, Methanosarcina, dan Methanococcus.

2.7 Pemanfaatan Biogas Dan Hasil Sampingnya

Seperti yang telah diketahui, bahwa biogas sangat bermanfaat bagi kebutuhan manusia. Dalam hal ini, pemanfaatan biogas dikelompokan menjadi dua bagian, yaitu pemanfaatan terhadap biogas dan pemanfaatan terhadap slurry. Hal ini akan dijelaskan sebagai berikut :

2.7.1 Pemanfaatan Biogas

Biogas dipakai sebagai energi, karena mudah terbakar, sebagaimana halnya gas lain, misalnya LPG. Setiap gas mempunyai bahan-bahan sendiri yang harus diperhatikan, agar tercapai pembakaran yang efisien. Faktor-faktor utama yang mempengaruhi pembakaran meliputi :

- Aliran campuran udara dan gas.
- Kecepatan nyala.
- Temperature pembakaran.
- Tekanan gas, mengikuti volume aliran gas per satuan waktu.

Kecepatan nyala biogas relatif lambat, lebih rendah dibandingkan dengan LPG. Karena itu, kecepatan aliran harus dikurangi, untuk menghindari agar api pada kompor tidak mati. Kecepatan aliran, ditentukan oleh total volume gas (biogas dan udara) dan ukuran pembuka gas (kran) yang dilewatinya. Biogas yang telah diperoleh dapat dimanfaatkan langsung oleh manusia untuk sumber energi, seperti :

- Penerangan rumah tangga dan
- Memasak makanan rumah tangga, dll.

Penggunaan gas untuk kedua keperluan diatas, dapat menciptakan kenyamanan serta menghemat biaya pengeluaran pemakainya. Penggunaan gas untuk memasak dapat menjaga kebersihan perkakas dapur. Sedangkan penggunaan gas untuk lampu penerangan dapat mempercepat penyediaan lampu serta mempermudah perawatan.

Selain bermanfaat bagi manusia, biogas juga bermanfaat bagi hewan ternak, diantaranya :

- Penerangan kandang hewan ternak dan
- Penetas telur ayam.

Keuntungan lain dari pemakaian biogas, yaitu:

- Panas yang dihasilkan lebih tinggi daripada gas buatan lainnya, seperti gas batubara dan gas cair.
- Tidak beracun, tidak berbau (sebagai bahan bakar), dan nyala api biru
- Bahan dasar merupakan bahan buangan (limbah) dan
- Mudah diproduksi atau diproses, sehingga dapat membantu mencegah pencemaran lingkungan.

2.7.2 Pemanfaatan *Slurry*

Dalam prakteknya istilah *slurry* digunakan untuk isian digester (reactor biogas) atau bahan yang diolah dan mengalir keluar dari digester. Dalam digester terdapat beberapa partikel (zat) yang berbeda-beda, antara lain :

- Bahan ringan atau bagian lapisan atas agak padat. Biasanya berupa jerami atau bahan serat-seratan yang mengambang di bagian atas permukaan. Bahan ini merupakan sampah.
- Lapisan berair yang berada dihampan tengah-tengah digester. Bahan ini sangat cair
- Lapisan kental pada bagian bawah, yaitu *slurry* yang sebenarnya atau lumpur
- Padatan berat, sebagian besar terdiri dari pasir dan partikel-partikel tanah yang terdapat di bagian dasar.

Apabila komposisi material bahan sama, dan kadar total solid (TS) tinggi, maka proses pemisahan *slurry* akan berlangsung dengan lambat. Pencampuran yang intensif dengan perbandingan yang sesuai antara kotoran dan air sebelum dimasukkan ke dalam digester, akan menghasilkan *slurry* yang homogen. *Slurry* atau limbah pada unit biogas yang keluar dari tangki pencerna terdiri dari dua komponen, yaitu :

- Komponen cair (pupuk cair) dan

- Komponen padat (pupuk padat).

Pemisahan komponen padat dan cair dapat dilakukan setelah slurry keluar dari lubang keluaran. Pemisahan ini memerlukan kolam penyaring dan bahan penyaring.

2.8 Unit Biogas

Pada umumnya unit biogas terdiri atas tangki pencerna sebagai fermentor, tangki penampung gas dan tangki penampung slurry (Junus 1995 : 15-18) berdasarkan tata letak dalam penempatan tangki pencerna, unit biogas dibagi menjadi tiga macam, hal ini diuraikan seperti berikut:

- Seluruh Tangki Pencerna

Berada di Permukaan Tanah Model kebanyakan terbuat dari tangki-tangki bekas miyak tanah atau aspal walaupun terdapat model lain yang terbuat dari karet ban dalam. Kesemua modal ini hanya mampu menampung dengan volume yang relatif kecil, kecuali yang terbuat dari karet bisa diatur sesuai pesanan. Volume tangki pencerna tersebut akan menghasilkan biogas sedikit, sehingga tidak mampu mencukupi kebutuhan keluarga.

- Sebagian Tangki Percerna Berada di Permukaan Tanah.

Unit biogas pada sistem ini, bentuk dan tata letaknya sudah mengalami modifikasi. Tangki pencerna terbuat dari semen, pasir, kerikil dan kapur yang dibentuk seperti sumuran dan diberi penutup yang terbuat dari plat baja. Volume tangki pencerna dapat diperbesar ataupun di perkecil sesuai dengan kebutuhan produksi lebih stabil bila dibandingkan dengan pencerna yang seluruhnya berada di permukaan tanah. Hanya masalahnya sistem tersebut banyak menghabiskan biaya untuk pengadaan tutup tangki yang terbuat dari plat baja, disamping itu banyak menghabiskan tempat. Sistem ini kurang cocok untuk daerah dengan temperatur dingin yang diterima oleh penutup tangki pencerna yang terbuat dari plat baja akan merambat ke dalam bahan isian (subtrat), sehingga mikroba pembentuk gas metana

tidak aktif. Model lain dari sistem ini, adalah tangki pencerna yang berbentuk setengah bola yang berada didalam tanah. Gas yang terbentuk ditampung didalam kubah.

Sehingga tekanan gas yang telah terbentuk kurang mempengaruhi mikroba pembentuk gas metana, oleh karena itu biogas dapat terbentuk optimal. Kedua model diatas, hasil sampingnya berupa lumpur dapat ditampung dalam bak penampung atau pemisah padatan dan cairan. Selanjutnya aliran limbahnya dapat diproses sesuai dengan rencana yang dikehendaki.

- **Seluruh Tangki Pencerna Berada di Bawah Permukaan Tanah**

Model ini merupakan model yang paling sering digunakan oleh masyarakat. Tangki pencerna model ini bentuknya seperti belahan bola yang ditelungkupkan dan didasari dengan fondasi yang berbentuk irisan bola. Belahan dan irisan bola yang saling menutup dapat membentuk tangki pencerna di dalam tanah. Tanah yang dipakai untuk menutup akan menekan permukaan dinding tangki pencerna bagian luar, sedangkan bahan isian akan menekan permukaan dinding tangki pencerna bagian dalam. Dengan cara ini dinding tangki pencerna seolah-olah tidak menanggung beban atau beban yang ada relatif kecil, sehingga bisa mencapai umur panjang, kecuali jika terjadi gempa bumi yang kuat. Selain itu, temperature dibawah permukaan tanah relatif tetap dan lebih tinggi. Akibatnya mikroba yang hidup dan mencerna substrat berkembang dengan cepat, sehingga produksi biogas menjadi lebih banyak dan kontinyu. Ketinggian suatu daerah tidak mempengaruhi terbentuknya biogas apabila menggunakan unit ini, karena tangki pencerna berada di bawah permukaan tanah, sehingga mikroba dapat menghasilkan gas metana secara optimal.

2.9 Prosedur Perancangan Biodigester

Urutan perancangan fasilitas biodigester dimulai dengan perhitungan volume biodigester, penentuan model biodigester, perancangan tangki penyimpan dan diakhiri dengan penentuan lokasi (Junus, M., 1987).

2.10 Perhitungan Volume Biodigester

Perhitungan ini menggunakan data-data:

1. Jumlah kotoran sapi per hari yang tersedia. Untuk mendapatkan jumlah kotoran sapi perhari, digunakan persamaan: Jumlah kotoran sapi = $n \times 28$ kg/hari (2.1) dimana n adalah jumlah sapi (ekor), 28 kg/hari adalah jumlah kotoran yang dihasilkan oleh 1 (satu) ekor sapi dalam sehari.
2. Komposisi kotoran padat dari kotoran sapi. Komposisi kotoran sapi terdiri dari 80% kandungan cair dan 20% kandungan padat. Dengan demikian, untuk menentukan berat kering kotoran sapi adalah : Bahan kering = $0,2 \times$ Jumlah kotoran sapi.
3. Perbandingan komposisi kotoran padat dan air. Bahan kering yang telah diperoleh tadi harus ditambahkan air sebelum masuk biodigester agar bakteri dapat tumbuh dan berkembang dengan optimum. Perbandingan komposisi antara bahan kering dengan air adalah 1:4. Dengan demikian, jumlah air yang ditambahkan adalah: Air yang harus ditambahkan = $4 \times$ Bahan kering. Hasil perhitungan di atas menunjukkan massa total larutan kotoran padat (mt).
4. Waktu penyimpanan (HRT) kotoran sapi dalam biodigester. Waktu penyimpanan tergantung pada temperatur lingkungan dan temperature biodigester. Dengan kondisi tropis seperti Indonesia, asumsi waktu penyimpanan adalah 30 hari.

Dari data-data perhitungan di atas, maka diperoleh volume larutan kotoran yang dihasilkan adalah sebesar dengan menggunakan rumus seperti pada persamaan 2.2.

$$V_f = \frac{mt}{\rho_m} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

ρ_m = massa jenis air (1000 kg/m³).

Setelah volume larutan kotoran diketahui, maka volume biodigester dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.3

$$V_d = \frac{v_f}{t_r} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

t_r = Waktu penyimpanan (30hari)

