BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Biogas

1. Teknologi Biogas

Gas metan terbentuk karena proses fermentasi secara anaerobik (relatif kurang oksigen) oleh bakteri metan atau disebut juga bakteri anaerobik dan bakteri biogas yang mengurangi sampah-sampah yang banyak mengandung bahan organik (biomassa) sehingga terbentuk gas metan (CH_4) yang apabila dibakar dapat menghasilkan energi panas. Sebetulnya di tempat-tempat tertentu proses ini terjadi secara alamiah sebagaimana peristiwa ledakan gas yang terbentuk di bawah tumpukan sampah di Tempat Pembuangan Sampah Akhir (TPA) Leuwigajah, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, (Kompas, 17 Maret 2005). Gas metan sama dengan gas elpiji (*liquidified petroleum gas*/LPG), perbedaannya adalah gas metan mempunyai satu atom C, sedangkan elpiji lebih banyak.

Kebudayaan Mesir, China, dan Roma kuno telah memanfaatkan gas alam ini yang dibakar untuk menghasilkan panas. Namun, orang pertama yang mengaitkan gas bakar ini dengan proses pembusukan bahan sayuran adalah Alessandro Volta (1776), sedangkan Willam Henry pada tahun 1806 mengidentifikasikan gas yang dapat terbakar tersebut sebagai metan. Becham (1868), murid Louis Pasteur dan Tappeiner (1882), memperlihatkan asal mikrobiologis dari pembentukan metan.

Pada akhir abad ke-19 ada beberapa riset dalam bidang ini dilakukan. Jerman dan Perancis melakukan riset pada masa antara dua Perang Dunia dan beberapa unit pembangkit biogas dengan memanfaatkan limbah pertanian. Selama Perang Dunia II banyak petani di Inggris dan benua Eropa yang membuat digester kecil untuk menghasilkan biogas yang digunakan untuk menggerakkan traktor. Karena harga BBM semakin murah dan mudah memperolehnya pada tahun 1950 pemakaian biogas di Eropa ditinggalkan. Namun, di negara-negara berkembang

kebutuhan akan sumber energi yang murah dan selalu tersedia selalu ada. Kegiatan produksi biogas di India telah dilakukan semenjak abad ke-19. Alat pencerna anaerobik pertama dibangun pada tahun 1900. (FAO, 1981).

Negara berkembang lainnya, seperti China, Filipina, Korea, Taiwan, dan Papua Niugini, telah melakukan berbagai riset dan pengembangan alat pembangkit gas bio dengan prinsip yang sama, yaitu menciptakan alat yang kedap udara dengan bagian-bagian pokok terdiri atas pencerna (digester), lubang pemasukan bahan baku dan pengeluaran lumpur sisa hasil pencernaan (*slurry*) dan pipa penyaluran gas bio yang terbentuk.

Dengan teknologi tertentu, gas metan dapat dipergunakan untuk menggerakkan turbin yang menghasilkan energi listrik, menjalankan kulkas, mesin tetas, traktor, dan mobil. Secara sederhana, gas metan dapat digunakan untuk keperluan memasak dan penerangan menggunakan kompor gas sebagaimana halnya elpiji (Aprianti, Y., 2005).

2. Potensi Biogas

Prinsip pembuatan biogas adalah adanya dekomposisi bahan organik secara anaerobik (relatif kurang oksigen) untuk menghasilkan suatu gas yang sebagian besar berupa metan (yang memiliki sifat mudah terbakar) dan karbon dioksida. Gas yang terbentuk disebut gas rawa atau biogas. Proses dekomposisi anaerobik dibantu oleh sejumlah mikroorganisme, terutama bakteri metan. Suhu yang baik untuk proses fermentasi adalah 30°-55° C. Pada suhu tersebut mikroorganisme dapat bekerja secara optimal merombak bahan – bahan organik. (Simamora, 2008).

Teknologi biogas merupakan teknologi yang paling sering digunakan dan dikembangkan baik di negara – negara maju maupun negara berkembang. Biogas memiliki banyak kelebihan dibanding energi terbarukan lainnya. Selain ketersediaan bahan dasar yang melimpah (yaitu dari limbah organik padat dan limbah organik cair) penggunaan biogas secara langsung dapat turut mempertahankan lingkungan. Sedangkan secara tidak langsung akan menurunkan

praktek-praktek penggundulan hutan (deforestasi) yang dapat menyebabkan erosi tanah dan banjir (Dublein, 2008).

Biogas mencerminkan suatu siklus lingkungan yang terjadi secara alamiah, dimana nutrisi yang terkandung dalam biomassa seperti nitrogen (N), phospor (P), dan kalium (K), diproses dalam bentuk luluhan (*slurry*). Kemudian melalui proses fermentasi anaerobik terhadap bahan – bahan organik dibawah kondisi yang pasti seperti suhu, pH, C/N ratio, *loading rate*, *toxycity* dan sebagainya, diperoleh gas yang mudah terbakar (*combustible gas*) serta pupukdalam bentuk sludge yang merupakan nilai tambah (Nijaguna, 2002).

Nijaguna (2006) menjelaskan pada umumnya bahan organik mengandung protein, lemak dan karbohidrat yang dapat diubah menjadi biogas (CH_4 & CO_2) dengan bantuan mikroorganisme. Protein akan menghasilkan 700 liter gas per kg bahan kering yang terdiri dari 70% CH_4 dan 30% CO_2. Sedangkan karbohidrat akan menghasilkan 800 liter gas per kg bahan kering yang terdiri dari 50% CO_2.

Biogas yang bebas pengotor (H_2O, H_2S, CO_2, Partikulat) yang telah mencapai kualitas *pipeline* adalah setara dengan gas alam. Dalam bentuk ini, gas tersebut banyak sebagai bahan baku pembangkit listrik, pemanas ruangan dan pemanas air. Jika dikomprosi maka biogas dapat menggantikan gas alam terkomprosi yang digunakan pada kendaraan. Di Indonesia nilai potensial pemanfaatan biogas akan terus meningkat karena adanya jumlah bahan baku biogas yang melimpah dan rasio antara energi biogas dan energi minyak bumi yang menjanjikan.

3. Hal – hal yang berpengaruh terhadap pembentukan biogas.
   a. Temperatur

      Proses anaerobik berjalan pada kisaran suhu 30°C-55°C. Produksi gas akan meningkat dengan meningkatnya suhu substrat proses.

   b. Waktu retensi (*retention times*)

      Waktu retensi adalah lamanya waktu substrat berada di dalam digester.

dalam proses fermentasi. Minimum waktu retensi pada proses fermentasi anaerobik adalah antara 2 – 6 hari tergantung pada suhu digester.

c. *Loading rate*

Loading rate adalah jumlah bahan yang dimasukkan dalam digester per meter kubik per hari. Jika *Loading rate* terlalu tinggi akan menyebabkan bahan yang belum terdegradasi sempurna keluar terlebih dahulu sehingga produksi gas tidak maksimal. Sebagai gambaran keadaan di Nepal *Loading rate* berkisar antara 6 kg kotoran tiap meter kubik volume digester.

d. Bahan organik

Proses fermentasi anaerobik menjadi biogas merupakan proses perombakan bahan organik, oleh karena itu jumlah bahan organik yang masuk ke dalam digester sangat menentukan berjalannya proses tersebut dan jumlah gas yang diproduksi.

e. Volume digester

Semakin besar volume daya tampung digester, makin tinggi jumlah gas yang diproduksi.

(Febrisiantosa, A., dkk, 2007)

B. Biogas dari Kotoran Sapi

Teknologi biogas merupakan salah satu teknik tepat guna untuk mengolah limbah menjadi sumber energi, baik dari limbah peternakan, pertanian, industri, kotoran manusia dan sampah organik rumah tangga. Teknologi ini memanfaatkan mikroorganisme alami untuk merombak berbagai limbah organik pada ruang kedap udara. Produk yang dihasilkan dari perombakan limbah berupa bahan bakar gas (biogas) dan pupuk organik bermutu dari sisa keluaran digester. Di kelompok tani sapi perah di Dusun Kalegan Pakem Sleman yang telah memanfaatkan limbah peternakannya sebagai bahan baku pembuatan biogas dan pupuk organik. Dua jenis produk ini sangat membantu permasalahan bahan bakar dan kebutuhan

atau *fixed dome* yang terbuat dari pasangan batu kali. Digester berkapasitas 9 m^3 yang mampu menampung kotoran dari 4 – 6 ekor sapi, dengan asumsi 1 ekor sapi menghasilkan 12 – 15 kg kotoran sapi segar per hari. Sebelum dimasukkan kedalam digester, kotoran sapi segar harus dicampur air dengan perbandingan 1 : 2 (1 kotoran : 2 air) lalu diaduk hingga rata. Pada pengisian awal membutuhkan kotoran hingga batas optimal pengeluaran atau ± 60 hari dari kapasitas volume digester. Waktu tinggal fermentasi awal yaitu 13 – 20 hari kemudian biogas bisa disalurkan ke kompor sebagai bahan bakar (Restu, N., 2010).

C. Reaktor Biogas

1. Beberapa komponen utama reaktor biogas

   a. Saluran *slurry* masuk

   Campuran kotoran hewan (sapi atau kambing) dan air yang membentuk *slurry* dimasukkan melalui saluran masuk *slurry*. *Environmental Potection Agenci United States of America* (EPA USA) 2002 (Prometheus, 2005) menyarankan agar reaktor biogas menggunakan *slurry* dengan kandungan padatan maksimal sekitar 12.5%. Dalam tataran praktis, Aguilar dan kawan-kawan (2001) menyarankan perbandingan 1 ember (ukuran standar) kotoran hewan dicampur dengan 5 ember air. Kotoran hewan dan air harus dimasukkan sudah dalam keadaan tercampur (*slurry*) - hal ini untuk memudahkan pengaliran *slurry* di dalam tangki utama serta menghindari terbentuknya sedimentasi yang akan menyulitkan pengaliran selanjutnya. *Slurry* bisa dimasukkan hingga 3/4 volume tangki utama (Garcelon, dkk, 2007).

   Volume sisa di bagian atas tangki utama diperlukan sebagai ruang pengumpulan gas serta menghindari penyumbatan saluran gas oleh *slurry*. Karena proses produksi methana ini berlangsung dalam lingkungan anaerobik, maka *slurry* harus menutup saluran masuk ataupun saluran

akan terjadi pada *hydraulic retention time* (HTR) 20 -30 hari (Garcelon, dkk, 2007).

b. Saluran residu keluar

Bila aliran di dalam tangki cukup lancar (tidak ada sumbatan) maka kesetimbangan tekanan hidrostatik *slurry* akan menyebabkan sebagian residu keluar manakala *slurry* ditambahkan ke saluran masuk tangki utama. Bila *slurry* pertama ditambahkan setelah n hari (<20 hari), maka residu yang keluar pertama kali hanya memiliki *hydraulic retention time* (HTR) sebesar n hari. Ini berarti residu awal belum secara sempurna dicerna oleh reaktor. Namun di sisi lain, residu terakhir dari *slurry* tahap awal akan memiliki *hydraulic retention time* (HTR) sebesar HTR + n hari. Dengan demikian, mengendapkan *slurry* selama satu minggu (7 hari), dan selanjutnya melakukan pengisian *slurry* harian menggunakan harga HTR = 20 hari akan memberikan harga HTR = 27 hari untuk residu terakhir dari *slurry* tahap pertama. Residu keluaran reaktor biogas ini merupakan nilai tambah dari reaktor karena bisa digunakan sebagai pupuk berkadar nutrisi tinggi (Karim, dkk, 2005).

c. Katup pengaman tekanan

Prinsip kerja katup ini adalah pipa T mampu menahan tekanan di dalam saluran gas setara dengan tekanan kolom air pada pipa T tersebut. Bila tekanan di dalam saluran gas lebih tinggi dari tekanan kolom air, maka gas akan keluar melalui pipa T, sehingga tekanan di dalam sistem reaktor akan kembali turun.

Tinggi air yang perlu masuk di dalam pipa T tersebut harus disesuaikan dengan kekuatan tekanan yang sanggup ditahan konstruksi reaktor (termasuk kantung penyimpan gas). Ini terutama penting untuk bahan reaktor yang terbuat dari kantung *polyethylene* (*polyethylene bag*). Untuk reaktor yang terbuat dari kantung *polyethylene*, Aguilar dan kawan-kawan (2001) menyarankan tinggi air di dalam pipa T sebesar 8-10 cm, sedangkan Rodriguez dan kawan-kawan (1997) menyarankan harga 4-5

di dalam reaktor yang bisa ditahan katup pengaman; ini akan memberikan tekanan gas metana keluar yang lebih tinggi. Namun penggunaan tekanan tinggi ini perlu disesuaikan dengan kekuatan reaktor biogas. Untuk reaktor yang menggunakan bahan kantung *polyethylene*, disarankan untuk menggunakan harga kolom air sekitar 5-10 cm.

Perlu dicatat bahwa bila kedua saluran *slurry* masuk dan keluar selalu berada dalam kondisi terbuka, maka pergerakan kolom air di dalam pipa T juga akan mempengaruhi pergerakan *slurry* di dalam reaktor. Bila densitas *slurry* diperkirakan sebesar 2 kali densitas air, tekanan yang menyebabkan pergerakan 8 cm kolom air di dalam pipa T juga akan menyebabkan perbedaan ketinggian permukaan *slurry* di dalam reaktor dan di dalam pipa saluran masuk/keluar sebesar 4 cm (muka *slurry* di saluran masuk/keluar lebih tinggi 4 cm daripada muka *slurry* di dalam reaktor).

Oleh karena itu disarankan untuk menggunakan pipa saluran *slurry* masuk/keluar yang memungkinkan permukaan *slurry* di dalam saluran pipa masuk/keluar bisa lebih tinggi dari permukaan *slurry* di dalam reaktor.

d. Separator

Separator di dalam reaktor biogas memiliki fungsi untuk mengarahkan aliran *slurry* di dalam reaktor sehingga dapat dipastikan bahwa setiap bagian *slurry* akan berada di dalam reaktor selama masa *hydraulic retention time* (HTR). Untuk membantu kelancaran aliran *slurry* di dalam reaktor, maka disarankan untuk menggunakan *slurry* dengan kandungan padatan yang sesuai dengan rekomendasi *Environmental Potection Agenci United States of America* (EPA USA) (maksimal sekitar 12,5%). Bila *slurry* terlalu banyak mengandung padatan, dikhawatirkan akan terjadi sedimentasi yang cukup tebal yang diprediksi bisa mengganggu kelancaran aliran *slurry* selanjutnya. Pengadukan bisa dilakukan untuk menghindarkan terjadinya sedimentasi (endapan) di

waktu tertentu. Selain berfungsi untuk menghindarkan terjadinya sedimentasi, pengadukan pada *slurry* dengan kandungan padatan sekitar 10% akan meningkatkan produksi gas di dalam reaktor cukup signifikan (Karim, dkk, 2005).

Oleh karena itu disarankan untuk membuat sistem pengaduk yang terintegrasi dengan bangunan reaktor. Sistem pengaduk bisa menggunakan tenaga listrik ataupun manual. Namun mengingat prinsip kesederhanaan reaktor skala kecil/menengah, disarankan untuk membuat sistem pengaduk manual.

e. Saluran gas

Gas dari reaktor biogas ini bersifat korosif (Aguilar dkk, 2001), maka saluran gas disarankan dibuat dari bahan *polymer* (bisa berupa pipa PVC(*poly vinyl chloride)* ataupun selang PVC dengan sambungan yang cukup kuat). Bahan transparan lebih disukai untuk saluran gas (terutama pada bagian horizontal) karena penguapan cairan di dalam reaktor serta hasil reaksi dari dalam reaktor akan berpotensi menyebabkan genangan air yang bisa menyebabkan penyumbatan saluran gas.

Untuk keperluan pembakaran gas pada tungku, maka pada bagian ujung saluran pipa bisa disambung dengan pipa baja anti karat (berbentuk serupa nosel). Bila tekanan gas di dalam kantung penyimpan gas (untuk konstruksi *fixed dome*) sudah cukup tinggi atau posisi *floating drum* sudah cukup terangkat, maka katup bukaan gas bisa dibuka, dan gas bisa dinyalakan untuk keperluan memasak. Reaktor baru biasanya bisa menghasilkan cukup gas untuk memasak setelah 20-30 hari, sesuai dengan *hydraulic retention* (HTR) yang umum digunakan (Aguilar, dkk, 2001; Rodriguez, dkk, 1997).

Untuk memenuhi kebutuhan memasak sebuah keluarga dengan

2. Jenis – jenis Biodigester

Bangunan biogas sering di sebut dengan nama biodigester, selama ini biodigester ada empat jenis menurut bentuknya yang telah di kembangkan yaitu:

a. *Fixed dome plant.*

Reaktor ini di sebut juga reaktor Cina. Dinamakan demikian karena reaktor ini dibuat pertamakali di Cina sekitar tahun 1930-an. Pada reaktor ini memiliki dua bagian yaitu digester sebagai tempat pencerna material biogas dan sebagai rumah bagi bakteri. Bagian ini dapat dibuat dengan kedalaman tertentu menggunakan batu, batu bata, atau beton. Strukturnya harus kuat karena menahan gas agar tidak terjadi kebocoran. Bagian yang kedua adalah kubah tetap karena bentuknya menyerupai kubah dan bagian ini merupakan penumpul gas yang tidak bergerak (Wahyuni, S., 2010).

Biodigester ini memiliki volume tetap sehingga produksi gas akan meningkatkan tekanan dalam reaktor (biodigester). Karena itu, dalam konstruksi ini gas yang terbentuk akan segera dialirkan ke pengumpul gas di luar reaktor.

b. *Floating dome plant.*

Reaktor jenis terapung pertama kali dikembangkan di India pada tahun 1937 sehingga dinamakan dengan reaktor India. Reaktor ini memiliki bagia seprti reaktor *fixed dome plant*, perbeaannya terletak pada bagian penampung gas hasil fermentasi dalam digester. Pergerakan drum mengapung pada cairan dan tergantung dari jumlah gas yang di hasilkan. Keuntungan dari reaktor ini adalah dapat dilihat secara langsung volume gas yang tersimpan pada drum karena pergerakannya. Sedangkan kerugiannya adalah faktor korosi pada drum menjadi masalah sehingga bagian pengumpul gas pada reaktor ini memiliki umur yang lebih pendek

c. *Plug-flow* atau *balloon plant.*

Konstruksi *balloon plant* lebih sederhana, terbuat dari plastik yang pada ujung-ujungnya dipasang pipa masuk untuk kotoran ternak dan pipa keluar peluapan *slurry*. Sedangkan pada bagian atas dipasang pipa keluar gas.

Reaktor *balloon plant* merupakan jenis reaktor yang banyak digunakan pada sekala rumah tangga. Reaktor ini terdiri dari satu bagian yang berfungsi sebagai digester sekaligus penyimpan gas yang masing-masing bercampur dalam satu ruangan tanpa sekat. Material organik terletak di bagian bawah karena memiliki berat yang lebih besar dibandingkan gas yang akan mengisi pada rongga atas. Kelemahan reaktor ini adalah mudah bocor (Wahyuni, S., 2010).

d. Reaktor *Fiberglass*

Reaktor bahan *fiberglass* merupakan jenis reaktor yang banyak digunakan pada skala rumah tangga dan skala industry. Reaktor ini terdiri dari satu bagian yang berfungsi sebagai digester sekaligus penyimpanan gas yang masing-masing bercampur dalam satu ruangan tanpa sekat (Wahyuni, S., 2010).

Gambar macam-macam Model Biodigester dapat dilihat pada Lampiran III.

Berdasarkan cara pengisiannya ada dua jenis digester (pengolah gas) yaitu :

a. *Batch fedding*

Jenis digester yang pengisiana bahan organik (campuran kotoran ternak dan air) dilakukan sekali sampai penuh, kemudian ditunggu sampai biogas dihasilkan. Setalah biogas tidak berproduksi lagi atau produksinya sangat rendah, isian digesternya dibongkar, lalu di isi kembali dengan bahan organik yang baru (Wahyuni, S., 2010).

b. *Contiuous fedding*

Jenis degester ang pengisian bahan organiknya dilakukan setiap hari dalam jumlah tertentu, setelah biogas mulai berproduksi. Pada pengisian awal digester diisi penuh, lalu ditunggu sampai biogas berproduksi. Setelah

berproduksi, pengisian bahan organik dilakukan secara kontinu setiap hari dengan jumlah tertentu (Wahyuni, S., 2010).

D. *Sludge*

Sludge adalah limbah keluaran berupa lumpur dari lubang pengeluaran digester setelah mengalami proses fermentasi oleh bakteri metana dalam kondisi anaerobik. Setelah ekstraksi biogas (energi), *sludge* dari digester sebagai produk samping dari sistem pencernaan secara aerobik (Wahyuni, S., 2010).

Sludge memiliki nilai manfaat dijadikan sebagai pupuk organik, pemanfaatan *sludge* ini sebagai pupuk dapat memberikan keuntungan yang hampir sama dengan penggunaan kompos. *Sludge* sudah memiliki sifat seperti kompos, tetapi karena bentuknya lumpur akan menyulitkan dalam pengemasan dan pengangkutan. Karena itu, sebaiknya *sludge* dipisahkan menjadi bagian padat dan cair. Bagian padat disebut pupuk organik padat dan bagian cair disebut pupuk organik cair. Kandungan unsur hara pada kedua bagian ini masih sama-sama tinggi karena beberapa unsure hara ada yang masih tertinggal pada bagian padat dan ada yang sudah larut pada bagian cair (Simamora, dkk, 2008).

E. Kandang

1. Pengertian kandang

Kandang adalah salah satu kebutuhan penting dalam bisnis peternakan. Fungsi utama kandang adalah untuk menjaga supaya ternak tidak berkeliaran dan memudahkan pemantauan serta perawatan ternak. Terdapat banyak sekali jenis kandang, baik berdasarkan tipe maupun bahan yang digunakan untuk membuat kandang tersebut, sedangkan penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan. Secara tidak langsung kandang juga mempengaruhi kualitas dan kuantitas hasil peternakan. Kandang yang fungsional akan menambah pendapatan bagi para pemiliknya (Anonim, 2007).

Kandang ternak sapi adalah satu bangunan yang berfungsi sebagai pelindung

hujan, banjir, angin kencang, udara dingin, terik matahari, maupun terhadap ancaman binatang buas, dan gangguan pencuri (Wibisono, 2010).

2. Jenis-jenis kandang sapi

   a. Sesuai cara pemeliharaan ternak sapi, kandang dibedakan menjadi :

      1) Kandang ternak sapi terbuka, yaitu satu bentuk kandang yang hanya berupa satu tempat yang diberi pagar pembatas, yang digunakan untuk berlindung sapi pada saat-saat tertentu saja, yaitu pada malam dan saat-saat istirahat. Kandang terbuka biasanya terdapat di tempat-tempat dimana ternak sapi dipelihara secara ekstensif, di daerah-daerah yang mempunyai padang rumput luas, seperti di Nusa Tenggara, Sulawesi Selatan dan Aceh. Sepanjang hari, ternak sapi pedaging digembalakan di padang penggembalaan, baru pada malam hari ternak sapi pedaging dikumpulkan di tempat tertentu yang diberi pagar.

      2) Kandang ternak sapi kereman, yaitu satu bentuk kandang untuk memelihara ternak sapi secara intensif yaitu ternak sapi dipelihara secara terus-menerus di dalam kandang hingga saat panen. Rancangan kandang ini pada mulanya digunakan oleh para petani untuk memudahkan pengumpulan kotoran yang nantinya akan digunakan sebagai pupuk organik. Untuk itu petani membeli sapi-sapi yang kurus, sambil dipelihara, kotorannya akan dikumpulkan sebagai pupuk. Setelah cukup gemuk, sapi tersebut dijual sebagai ternak potong.

      3) Kandang ternak sapi semi intensif, merupakan perpaduan antara kedua jenis kandang di atas, yaitu kandang kereman yang dilengkapi

Pedet yang berusia 0 – 4 bulan harus dibuatkan kandang sendiri agar tidak bercampur dengan pedet atau sapi lainnya. Dapat pula dibuatkan penyekat atau penghalang antar kandang. Hal ini disebabkan pedet sangat rentan terhadap penyakit yang disebabkan oleh perubahan cuaca dan pedet memiliki naluri menyusu sehingga jika disatukan dapat saling mengisap dan menjilat. Kandang pedet lazimnya dibuat dari bahan bambu atau kayu berukuran 95 x 150 x 130 cm.

2) Kandang Pedet Lepas Sapih (4 – 8 bulan)

Kandang yang diperlukan untuk pedet lepas sapih yang berusia 4 - 8 bulan berupa kandang sistem kelompok di dalam kandang koloni. Hal ini dimaksudkan agar sapi-sapi remaja lebih bebas bergerak sehingga tulang dan badannya kuat dan tidak terjadi persaingan dalam mendapatkan pakan. Karenanya tempat pakan, tempat minum dan tempat berteduh dibuat terpisah.

3) Kandang Sapi Dara (8 bulan – 2 tahun)

Kandang sapi dara dapat dibuat dengan sistem koloni agar memudahkan pengontrolan saat birahi. Namun jika kandang khusus sapi dara ini tidak ada, sapi dara dapat ditempatkan pada kandang sapi dewasa.

4) Kandang Sapi Dewasa atau Masa Produksi (lebih dari 2 tahun dan laktasi)

Sapi yang telah berproduksi dikelompokkan dalam satu kandang. Pangelompokkan ini sebaiknya berdasarkan tingkat produksi susu sehingga sapi yang berproduksi tinggi tidak bercampur dengan sapi yang produksinya rendah. Dengan pengelompokkan seperti ini manajemen atau tatalaksana pemberian pakan dapat dilakukan secara optimal.

Kandang sapi dewasa biasanya dibuat satu jajar dengan jumlah

ekor sapi adalah panjangnya 180 – 200 cm, lebar 135 – 140 cm, lebar saluran kotoran 30 – 40 cm dan lebar tempat pakan 80 – 100 cm.

5) Kandang Sapi Kering Kandang

Keberadaan kandang untuk sapi yang akan beranak atau kandang kering kandang sangat penting. Hal ini disebabkan karena sapi yang akan beranak memerlukan *exercise* atau latihan persiapan melahirkan untuk merangsang kelahiran normal. Di kandang ini sapi tidak di perah susunya selama sekitar 2 bulan. Dengan demikian pakan yang dimakan hanya untuk kebutuhan anak yang berada dalam kandungan dan kebutuhan hidup dalam mempersiapkan kelahiran.

(Anonim, 2009)

F. Pola Aliran

Aliran air mempunyai pola berupa arah, bentuk, dan macam aliran yang selalu berubah dan sulit untuk di tebak. Aliran dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam seperti berikut :

1. Aliran invisid dan viskos

   Aliran invisid adalah aliran dimana kekentalan zat cair, μ, dianggap nol (zat cair ideal). Sebenarnya zat cair dengan kekentalan nol tidak ada di alam, tetapi dengan anggapan tersebut akan sangat menyederhanakan permasalahan yang sangat kompleks dalam hidraulika. Karena zat cair tidak mempunyai kekentalan maka tidak terjadi tegangan geser antar partikel zat cair dan antara zat cair dengan bidang atas.

   Aliran viskos adalah aliran dimana kekentalan diperhitungkan (zat cair riil). Keadaan ini menyebabkan timbulnya tegangan geser antar partikel zat cair yang bergerak dengan kecepatan berbeda.

2. Aliran kompresibel dan tak kompresibel

Semua fluida (termasuk zat cair) adalah kompresibel sehingga rapat massanya berubah dengan perubahan tekanan. Pada aliran mantap dengan perubahan rapat massa kecil, sering dilakukan penyederhanaan dengan menganggap bahwa zat cair adalah tak kompresibel dan rapat massa adalah konstan. Karena zat cair mempunyai kemampatan yang sangat kecil, maka dalam analisis aliran mantap sering dilakukan anggapan zat cair tak kompresibel. Tetapi pada aliran tak mantap melalui pipa dimana bisa terjadi perubahan tekanan yang sangat besar, maka kompresibilitas zat cair harus diperhitungkan.

3. Aliran laminer dan turbulen

Aliran viskos dapat dibedakan dalam aliran laminer dan turbulen. Aliran laminar adalah apabila partikel-partikel zat cair bergerak teratur dengan membentuk garis lintasan kontinyu dan tidak saling berpotongan. Kecepatan zat cair pada masing-masing garis lintasan tidak sama tetapi bertambah dengan jarak dari dinding saluran. Aliran laminer dapat terjadi apabila kecepatan aliran rendah, ukuran saluran sangat kecil dan zat cair mempunyai kekentalan besar.

Pada aliran turbulen partikel-partikel zat cair bergerak tidak teratur dan garis lintasanya saling berpotongan. Aliran turbulen terjadi apabila kecepatan aliran besar, saluran besar dan zat cair mempunyai kekentalan kecil.

4. Aliran mantap dan tak mantap

Aliran mantap (*steady flow*) terjadi jika variabel aliran (seperti kecepatan V, tekanan p, rapat massa ρ, tampang aliran A, debit Q, dab sebagainya) di sembarang titik pada zat cair tidak berubah dengan waktu.

Aliran tak mantap (*unsteady flow*) terjadi jika variabel aliran pada setiap titik berubah dengan waktu. Contoh aliran tak mantap adalah perubahan debit

Aliran disebut seragam (*uniform flow*) apabila tidak ada perubahan besar dan arah dari kecepatan dari satu titik ke titik yang lain di sepanjang aliran. Demikian juga dengan variabel-variabel lainnya seperti tekanan, rapat massa, kedalaman, debit, dan sebagainya.

Aliran tak seragam (*non uniform flow*) terjadi jika semua variabel aliran berubah dengan jarak. Contoh dari aliran tak seragam adalah aliran di sungai atau di saluran di daerah dekat terjunan atau bendungan.

6. Aliran satu, dua dan tiga dimensi

Dalam aliran satu dimensi (1-D), kecepatan di setiap titik tampang lintang mempunyai besar dan arah yang sama. Aliran di dalam pipa atau saluran kecil adalah salah satu contoh dari aliran yang dapat dianggap sebagai aliran satu dimensi. Dalam aliran dua dimensi (2-D), semua partikel dianggap mengalir dalam bidang sepanjang aliran, sehingga tidak ada aliran tegak lurus pada bidang tersebut. Bidang tersebut bisa mendatar atau vertikal tergantung pada masalah yang di tinjau. Kebanyakan aliran di alam adalah tiga dimensi, dimana komponen kecepatan u, v, dan w adalah fungsi dari koordinat ruang x, y dan z.

7. Aliran rotasional dan tak rasional

Aliran rotasional adalah bila setiap partikel zat cair mempunyai kecepatan sudut terhadap pusat massanya. Distribusi kecepatan suatu aliran turbulen dari zat cair rill melalui dinding batas lurus. Karena distribusi kecepatan yang tidak merata, partikel zat cair akan berotasi. Suatu partikel yang semula kedua sumbunya saling tegak lurus setelah mengalami rotasi akan terjadi perubahan sudut. Pada aliran tak rotasional, distribusi kecepatan di dekat dinding batas adalah merata. Suatu partikel zat cair tidak berotasi terhadap pusat massanya.

Jumlah zat cair yang mengalir tampang lintang tiap satu-satuan waktu disebut debit aliran dan diberi notasi Q. Debit aliran biasanya diukur dalam volume zat cair tiap satuan waktu, sehingga satuannya adalah meter kubik per detik (m^3/dt) atau satuan yang lain (*liter/detik, liter/menit,dan sebagainya*). Di dalam zat cair ideal, dimana tidak terjadi gesekan, kecepatan aliran V adalah sama di setiap titik pada tampang lintang (Triatmojo, B., 2008).

H. Tahapan Pembuatan Rencana Anggaran Biaya

Kontraktor menyerahkan harga penawaran dan diserahkan pada waktu mengikuti pelelangan, selanjutnya estimasi biaya tersebut merupakan hasil estimasi tertinggi yang dapat dicapai dan aman dalam rangka memenangkan tender. Bila dalam suatu pelelangan telah ditetapkan siapa pemenangnya, maka estimasi biaya tersebut harus disepakati sebagai RAB kesepakatan. Hal ini mengingat sering sekali terjadi negosiasi terhadap besarnya nilai penawaran.

Dalam menyusun *Project Cost Estimate* (PCE) atau Rencana Anggaran Biaya (RAB) setidaknya dapat dipilih menjadi dua langkah, yaitu tahap persiapan dan tahap penyusunan RAB itu sendiri. Kedua langkah ini bukan merupakan syarat yang mutlak di dalam penyusunan RAB, mungkin juga bisa dengan cara – cara lain. Hal tersebut dikarenakan bahwa dalam pembuatan RAB ada dua faktor utama yang senantiasa dipadukan, yaitu faktor analisa biaya konstruksi (meliputi upah, peralatan, dan bahan) dan faktor pengalaman. Kedua faktor inilah yang menentukan kehandalan seorang yang menyusun RAB, kendatipun tidak selama demikian. Berikut ini adalah tahap – tahap dalam pembuatan Rencana Anggaran Biaya Proyek :

1. Persiapan
   a. Tersedianya gambar rencana (lengkap termasuk gambar detail)

      Gambar yang lengkap, jelas dan tegas diperlukan untuk memudahkan hitungan kuantitas/volume pekerjaan. Selain itu dapat juga

konstruksinya, yang akan berpengaruh terhadap biaya pelaksanaan proyek. Gambar rencana ini sedikitnya harus meliputi : gambar denah, tampak (depan, samping dan belakang), potongan, struktur (kerangka), rencana fondasi, rencana drainase dan sanitasi serta gambar detail lainnya.

b. RKS (Rencana Kerja dan Syarat – syarat)

RKS adalah dokumen Rencana Kerja dan Syarat – syarat pelaksanaan pekerjaan yang dibuat oleh konsultan, yang umumnya dijadikan untuk bahan lelang menjadi acuan dalam membuat anggaran biaya penawaran. RKS adalah dokumen untuk mewujudkan gagasan/rencana bangunan.

RKS secara praktis berfungsi dalam menentukan spesifikasi material dan metode kerja. Secara umum RKS meliputi aspek teknis dan administratif antara lain : jenis bahan, kualitas, standar pekerjaan maupun bahan, jaminan aturan pembayaran dan lainnya.

c. Survei bahan / material

Survei ini berguna untuk :

1) Mengetahui harga bahan di pasaran.
2) Melihat fluktuasi harga dan ketersediaannya di pasaran (kemampuan menyuplai)
3) Mengetahui jaringan material maupun alat yang diperlukan.
4) Bahan – bahan khusus, termasuk bila harus dipesan terlebih dahulu (*special order*)

Untuk dapat merinci jenis – jenis bahan yang diperlukan oleh tiap item pekerjaan, diperlukan pengetahuan tentang konstruksi (struktur dan moda pelaksanaan).

d. Survei upah tenaga kerja

Survei yang dilakukan yaitu :

1) Upah mandor, tukang dan tenaga

Upah yang dimaksudkan di sini yaitu upah harian, upah harian yaitu upah yang diterima pekerja dalam satu hari kerja.

2) Upah jasa Bos Borong dan juga mengetahui upah harga satuan

e. Survei kondisi lapangan

Merupakan survei terhadap kondisi letak proyek, karena ini akan terkait dengan suplai bahan material. Termasuk juga di dalamnya yaitu berkaitan dengan ketersediaan air di sekitar lingkungan proyek.

f. Data – data lainnya yang secara khusus diperlukan, baik secara teknis maupun non teknis.

2. Pembuatan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

a. Beberapa data yang diperlukan dalam pelaksanaan pembuatan Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek adalah :

1) Daftar analisa

Daftar analisa yang dimaksud yaitu daftar analisa bahan/material dan daftar satuan upah. Pada daftar analisa ini terdapat koefisien dan harga bahan/material maupun upah pada tiap item pekerjaan.

2) Data volume pada masing – masing pekerjaan

Volume tiap item pekerjaan harus diperhitungkan secara keseluruhan.

Data yang diperlukan untuk menghitung volum pekerjaan adalah :

a) Denah : untuk mengetahui ukuran panjang dan lebar bangunan.
b) Penampang / potongan : untuk mengetahui letak, keadaan dan volume penulangan.
c) Penulangan : untuk mengetahui letak, keadaan dan volume penulangan.
d) Detail : untuk menjelaskan ukuran – ukuran secara rinci.
e) Spesifikasi teknik : untuk menjelaskan jenis dan bahan yang diperlukan.

3) Tingkat kesulitan pekerjaan

Tingkat kesulitan dipahami secara teknis dan non teknis seperti dari segi waktu, artinya bila pekerjaan tersebut memang memerlukan spesifikasi keahlian tersendiri atau membutuhkan waktu pengerjaan

b. Langkah dan cara membuat estimasi biaya

Langkah dan cara yang perlu dilakukan dalam membuat RAB suatu proyek adalah sebagai berikut :

1) Kumpulkan data yang diperlukan dan berkaitan di atas.
2) Estimator sebelum melakukan hitungan lebih dahulu mengetahui keadaan lapangan lokasi proyek.
3) Membuat sistem dan tabel – tabel untuk memudahkan menghitung volume dan harga satuan.
4) Membuat perhitungan volume tiap pekerjaan yang ada. Satuan volume yaitu : m^3, m^2, m^1, buah, ton, liter dan sebagainya.
5) Membuat rekapitulasi dari masing – masing jenis pekerjaan, kemudian dengan menambahkan PPN 10% maka akan diperoleh jumlah total anggaran biaya proyek sebagai anggaran penawaran/kontrak.
6) Membuat biaya per m^2 dari total bangunan yaitu :
   Biaya per m^2 = jumlah total/luas bangunan
   (Manaroinsong, S., 2010)

I. Nilai Sekarang

Dua penggunaan perhitungan – perhitungan nilai sekarang (PV) di dalam ekonomi teknik diterangkan dan digambarkan di bab ini, yaitu :

1. Perbandingan seri – seri alternatif dari perkiraan penerimaan – penerimaan dan pengeluaran uang.
2. Memberikan taksiran untuk penerimaan – penerimaan uang bersih prospektif.

Penggunan ketiga nilai sekarang yang penting, dibicarakan adalah perhitungan coba – coba (*trial and error*) untuk menentukan tingkat suku bunga atau pengembalian yang tak diketahui.

Karena perhitungan nilai sekarang sering disebut pemotongan (*discounting*) penulis – penulis ekonomi sering menyebut tingkat bunga pada perhitungan nilai

J. Investasi

Investasi adalah menempatkan uang menjadi sesuatu dengan harapan laba. Lebih khusus lagi, investasi adalah komitmen dari uang atau modal untuk pembelian instrumen keuangan atau aset lainnya untuk mendapatkan kembali menguntungkan dalam bentuk bunga, dividen, atau apresiasi dari nilai instrumen (keuntungan modal). Hal ini berkaitan dengan tabungan atau menunda konsumsi, Investasi terlibat dalam berbagai bidang ekonomi, seperti manajemen bisnis dan keuangan tidak peduli untuk rumah tangga, perusahaan, atau pemerintah.

Sebuah investasi melibatkan pilihan oleh perorangan atau organisasi, seperti dana pensiun, setelah analisis beberapa atau pikiran, untuk menempatkan atau meminjamkan uang dalam instrumen, kendaraan atau aset, seperti properti, komoditas, saham, obligasi, derivatif keuangan (misalnya berjangka atau opsi), atau aset asing dalam mata uang asing, yang memiliki tingkat resiko tertentu dan menyediakan kemungkinan pengembalian menghasilkan lebih dari satu periode waktu (Anonim, 2010).

K. *Break Even Point* (Titik Impas)

1. Pengertian *Break Even Point*

Sering kita mendapat sebuah pilihan diantara dua alternatif dimana salah satu diantaranya mungkin lebih ekonomis di bawah sekumpulan kondisi dan yang lain mungkin lebih ekonomis di bawah kondisi lainnya. Dengan mengubah nilai satu dari variabel di dalam situasi itu, dengan memegang semua hal – hal lainnya yang berbeda di antara kedua alternatif itu tetap konstan, maka bisa kita mencari sebuah nilai untuk variabel yang membuat kedua alternatif tadi sama ekonomisnya. Nilai ini bisa disebut sebagai *break even point* (titik pulang pokok).

Break even point (BEP) adalah suatu teknik analisis untuk mempelajari antara biaya tetap, biaya variabel, keuntungan dan volume

tersebut mempunyai biaya variabel dan biaya tetap. Suatu perusahaan dengan produksi volume tertentu dapat menderita kerugian dikarenakan penghasilan penjualannya hanya mampu menutup biaya variabel dan hanya bisa menutup sebagian kecil biaya tetap. Dan sebaliknya akan memperoleh keuntungan, jika penjualan melebihi biaya variabel dan biaya tetap yang harus di keluarkan. *Break even point* menyatakan penjualan dimana total penghasilan tetap sama besarnya dengan total biaya sehingga perusahaan tidak memperoleh keuntungan dan juga tidak menderita kerugian.

Rumus – rumus titik pulang pokok bersangkutan dengan hal seperti investasi yang dinilai dengan penghematan ongkos prospektif, jam operasi tahunan yang perlu sebelum investasi ekstra yang diusulkan menjadi menguntungkan periode waktu dimana sebuah investasi usulan akan "menguntungkan dengan sendiri nya" (misalnya, umur sampai pulang pokok). Secara umum, rumus itu mungkin tampak rumit, tetapi matematikanya yang terlibat dalam menyelesaikan hanyalah aljabar sederhana. Rumus tersebut hanyalah merupakan pernyataan dari situasi ongkos dalam simbol, angka, kerumitan yang jelas adalah berasal dari jumlah simbol yang besar.

Perhitungan *break even point* mungkin sangat berguna didalam situasi dimana sebuah keputusan sangat sensitif pada sebuah variabel tertentu. Jika *break even point* untuk variabel itu dapat dihitung maka mungkin untuk memperkirakan di sisi mana dari titik *break even* itu operasi akan berada meskipun terdapat ketidakpastian yang besar berkenaan dengan nilai yang pasti dari variabel itu. Bahkan di dalam penggunaan ini, namun disukai untuk menyelidiki rentang dari nilai variabel yang memberikan alternatif itu benar menguntungkan, dan untuk memperkirakan konsekuensi dari kejadiannya di luar rentang itu (Eugene, dkk, 1996).

Biaya yang dikeluarkan perusahaan dapat dibedakan sebagai berikut:

a. *Variabel Cost* (biaya variabel)

Variabel cost merupakan jenis biaya yang selalu berubah sesuai dengan perubahan volume penjualan, dimana perubahannya tercermin dalam biaya variabel total. Dalam pengertian ini biaya variabel dapat dihitung berdasarkan persentase tertentu dari penjualan, atau variabel cost per unit dikalikan dengan penjualan dalam unit.

b. *Fixed Cost* (biaya tetap)

Fixed cost merupakan jenis biaya yang selalu tetap dan tidak terpengaruh oleh volume penjualan melainkan dihubungkan dengan waktu (*function of time*) sehingga jenis biaya ini akan konstan selama periode tertentu. Contoh biaya sewa, depresiasi, bunga. Berproduksi atau tidaknya perusahaan biaya ini tetap dikeluarkan.

c. Semi *Varibel Cost*

Semi *variabel cost* merupakan jenis biaya yang sebagian variabel dan sebagian tetap, yang kadang-kadang disebut dengan semi *fixed cost*. Biaya yang tergolong jenis ini misalnya: Sales *expense* atau komisi bagi salesman dimana komisi bagi salesman ini tetap unutk