

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Biogas**

##### **1. Teknologi Biogas**

Gas metan terbentuk karena proses fermentasi secara anaerobik (tanpa udara) 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 ( $\text{CH}_4$ ) 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 diketahui 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 mengidentifikasi 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

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

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 pencernaan (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 LPG (Aprianti, 2005).

## 2. Potensi Biogas

Prinsip pembuatan biogas adalah adanya dekomposisi bahan organik secara anaerobic (tertutup dari udara bebas) 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 dinegara – 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

praktek – praktek penggundulan hutan (*deforestation*) yang dapat menyebabkan erosi tanah dan banjir (Dublein, 2008).

Wahyudi (2009) meneliti tentang potensi biogas dari paduan sampah buah mangga dan sayuran di Pasar Buah Gemah Ripah, gamping, Sleman. Hasilnya, konsentrasi *volatile solid* yang paling banyak menghasilkan biogas adalah *volatile solid* dengan konsentrasi 1,5% untuk C/N ratio 30. Penelitian dengan konsentrasi 1,5% VS diperlakukan dengan 20 ml inokulum, 5 gr *substrate* dan 5 ml air. Hasil akumulasi biogas yang dihasilkan 7 ml, dan potensial biogas yang dihasilkan 145,67 ml/gr VS. Nilai *drymatter* pada penelitian ini 9,84% sedang nilai organik *drymatter*nya 91,33. *Volatile solid* yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 8,99% untuk paduan limbah buah mangga dan sayuran di Pasar Buah Gamping. Potensi biogas mencapai nilai optimum pada hari yang ke-20. Sedangkan untuk hari ke-21 hingga hari ke-50 peningkatan biogas yang terjadi tidak signifikan.

Nijaguna (2006) menjelaskan pada umumnya bahan organik mengandung protein, lemak dan karbohidrat yang dapat diubah menjadi biogas ( $\text{CH}_4$  &  $\text{CO}_2$ ) dengan bantuan mikroorganisme. Protein akan menghasilkan 700 liter gas per kg bahan kering yang terdiri dari 70%  $\text{CH}_4$  dan 30%  $\text{CO}_2$ . Sedangkan karbohidrat akan menghasilkan 800 liter gas per kg bahan kering yang terdiri dari 50%  $\text{CO}_2$ .

Biogas yang bebas pengotor ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ , 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 ini 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 anaerob berjalan pada kisaran suhu 4°C dan 60°C. Produksi gas

akan meningkat dengan meningkatnya suhu substrat proses. Kisaran suhu

yang biasa digunakan untuk pengolahan sampah organik adalah 33°C - 38°C.

b. Waktu retensi (*retention times*)

Waktu retensi adalah lamanya waktu substrat berada di dalam digester. Waktu retensi menunjukkan rata – rata waktu bagi mikroorganisme bekerja dalam proses fermentasi. Minimum waktu retensi pada proses fermentasi anaerob 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. *Loading rate* berkisar antara 0,7 – 0,5 kg/m<sup>3</sup>/hari.

d. Bahan organik

Proses fermentasi anaerob 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.

f. 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. Kondisi ini dapat dikatakan manur dalam keadaan stabil dan bebas patogen serta dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki kesuburan tanah dan

## 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.

Berdasarkan hasil survei lapangan Resputla (2010), 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 pupuk organik. Jenis digester yang digunakan sebagai reaktor adalah tipe kubah atau fixed dome yang terbuat dari pasangan batu kali. Digester berkapasitas 9 m<sup>3</sup> 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 ke dalam 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.

Sebelum mengenal teknologi biogas, para peternak menggunakan minyak tanah untuk memasak. Menurut pengakuan Bapak Parimin dengan kotoran 4 ekor sapi miliknya dapat menghemat 2 liter minyak tanah tiap hari. Namun bagian kepala kompor dari bahan bakar biogas harus sering dibersihkan karena mudah berkerak. Selain itu instalasi pemipaan harus sering dikontrol dari kebocoran agar biogas tidak terbuang sia – sia. Lumpur atau *sludge* dari sisa hasil degradasi akan keluar dengan sendirinya pada saat penambahan kotoran dilubang pemasukkan. Sampai saat ini para peternak mengelola *sludge* secara sederhana yaitu dengan memindahkannya ke areal jemur untuk pengeringan kemudian dikumpulkan untuk dimanfaatkan memupuk areal pertaniannya.

### C. 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.

Kandang ternak sapi adalah satu bangunan yang berfungsi sebagai pelindung bagi ternak sapi dari kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan, seperti hujan, banjir, angin kencang, udara dingin, terik matahari, maupun terhadap ancaman binatang buas, dan gangguan pencuri.

#### 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

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 diatas, yaitu kandang kereman yang dilengkapi dengan padang tempat penggembalaan.

(Wibisono, 2010)

#### b. Kandang Berdasarkan Peruntukannya

- 1) Kandang Pedet 0 – 4 bulan

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. Kerangka tempat pakan, tempat

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 genap, karena satu bak air disediakan untuk 2 ekor sapi. Kandang per 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

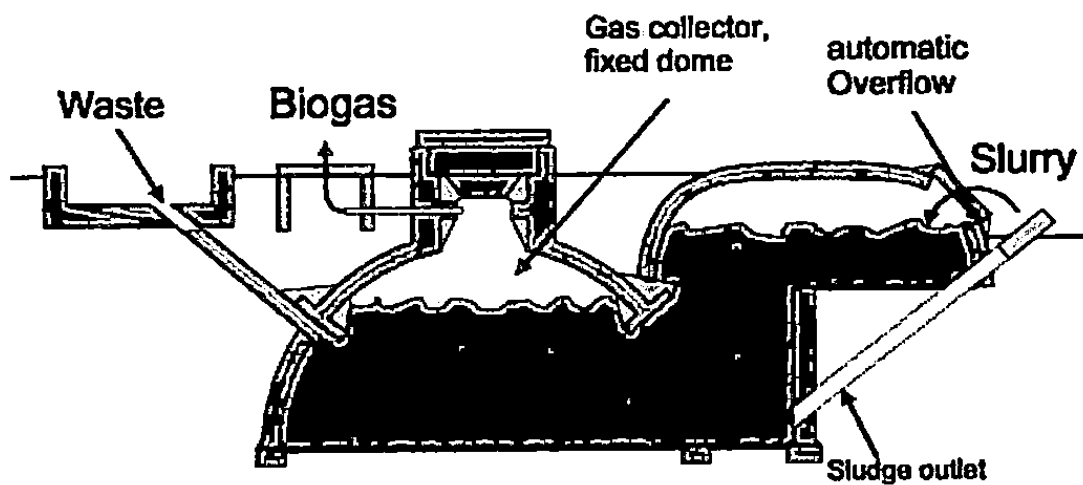
Keberadaan kandang untuk sapi yang akan beranak atau kandang kering kandang sangat penting. Hal ini disebabkan karena sapi yang akan beranak memerlukan exercise atau latihan persiapan melahirkan untuk merangsang kelahiran normal. Di kandang ini sapi tidak di perah susunya selama sekitar 2 bulan. Dengan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



#### D. Jenis – Jenis Biodigester

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

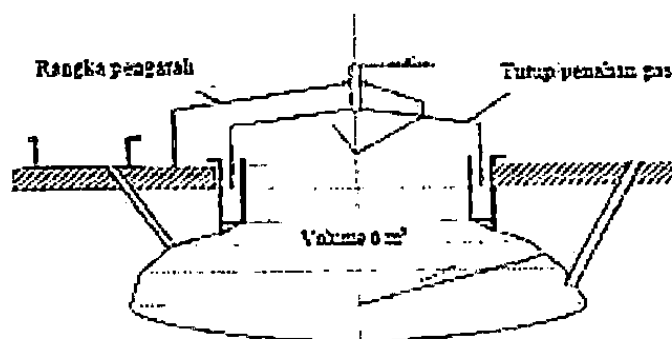
##### 1. *Fixed dome plant.*



Gambar 2.1. Biodigester Model *Fix Dome Plant*

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

##### 2. *Floating dome plant.*

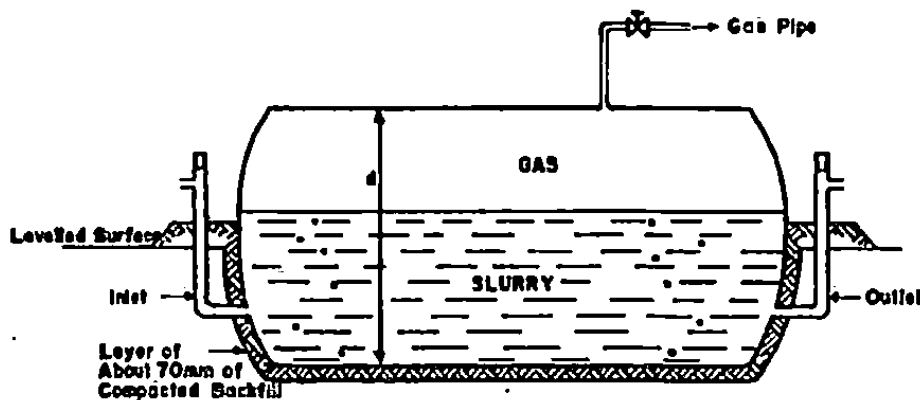


Gambar 2.2 Biodigester *Floating Dome Plant*

Pada tipe ini terdapat bagian pada konstruksi reaktor yang bisa

bagian reaktor ini juga menjadi tanda telah dimulainya produksi gas dalam reaktor biogas. Pada reaktor jenis ini, pengumpul gas berada dalam satu kesatuan dengan reaktor tersebut.

### 3. *Plug-flow* atau *balloon plant*.



Gambar 2.3 Biodegester *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.

### E. 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,  $\mu$ , dianggap nol (zat cair ideal). Sebenarnya zat cair dengan kekentalan nol tidak ada di alam, tetapi dengan anggapan tersebut akan sangat menyederhanakan permasalahan

aliran 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 laminar dan turbulen

Aliran viskos dapat dibedakan dalam aliran laminar 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 laminar 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  $\rho$ , tampang aliran  $A$ , debit  $Q$ , dan 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 di dalam pipa atau saluran, aliran banjir di sungai, aliran di estuari (muara sungai) yang di pengaruhi pasang surut.

#### 5. Aliran seragam dan tak seragam

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 vertical 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 rotasional

Aliran rotasional adalah bila setiap partikel zat cair mempunyai kecepatan sudut terhadap pusat massanya. distribusi kecepatan suatu aliran turbulen dari zat cair riil melalui dinding batas lurus. Karena distribusi kecepatan yang tidak merata, partikel zat cair akan berotasi. Suatu partikel yang semula kedua sumbu-nya 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.

(Bambang Triatmojo, 2008)

## F. Biaya Investasi

Biaya investasi yang dimaksud adalah *Project Cost Estimate* (PCE) atau dikenal dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB), ada dua langkah dalam penyusunan RAB, yaitu tahap persiapan dan tahap penyusunan RAB itu sendiri. Kedua langkah ini bukan merupakan syarat yang mutlak didalam 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 dijadikan acuan untuk menentukan metode kerja atau metode teknologi 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 diadikar 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 dipasaran.
- 2) Melihat fluktuasi harga dan ketersediaannya dipasaran (kemampuan mensuplai)
- 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 disini 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 didalamnya yaitu berkaitan dengan ketersediaan air disekitar lingkungan proyek.

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

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 volum 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 yang lebih cepat / singkat.

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 diatas.
- 2) Estimator sebelum melakukan hitungan lebih dahulu mengetahui keadaan lapangan lokasi proyek.
- 3) Membuat sistem dan tabel – tabel untuk memudahkan menghitung

- 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 :