

# Model Instalasi Biogas Rumah Indonesia

Panduan Konstruksi  
Reaktor Biogas Kotoran Ternak



# Daftar Isi

---

<b>Daftar Isi</b> .....	<b>2</b>
<b>Tujuan Buku Panduan Konstruksi</b> .....	<b>3</b>
<b>Tanggung Jawab Tenaga Kerja Terampil</b> .....	<b>4</b>
<b>Komponen Reaktor Biogas</b> .....	<b>6</b>
<b>Memilih Ukuran Reaktor BIRU</b> .....	<b>10</b>
<b>Menentukan Lokasi Reaktor BIRU</b> .....	<b>11</b>
<b>Memilih Bahan Bangunan dan Peralatan Biogas</b> .....	<b>12</b>
<b>Tahapan Membangun Reaktor BIRU</b> .....	<b>17</b>
1. Menggambar/membuat layout.....	17
2. Galian lubang .....	19
3. Lantai kerja.....	21
4. Pasangan, plasteran dinding reaktor dan manhole.....	21
5. Pembuatan cetakan dan pengecoran kubah.....	22
6. Pelapisan dalam kubah.....	24
7. Pembuatan turret dan outlet.....	25
8. Pembangunan inlet .....	28
9. Instalasi pemipaan dan peralatan (apliansi) biogas.....	30
10. Uji kebocoran gas .....	32
11. Uji kebocoran air .....	33
<b>7 Langkah Mudah Menggunakan dan Merawat Biogas</b> .....	<b>34</b>
<b>Pencegahan dan Pertolongan Pada Kesalahan Penggunaan</b> .....	<b>35</b>
<b>Gambar Kerja Reaktor BIRU</b> .....	<b>36</b>

# Tujuan Buku Panduan Konstruksi

Salam BIRU!

Program BIRU (Biogas Rumah) adalah inisiatif Hivos dan SNV dan dilaksanakan oleh Yayasan Rumah Energi (YRE) dengan bekerja sama erat dengan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dan dukungan dari Kedutaan Besar Norwegia, program EnDev (*Energizing Development*) serta para mitra untuk mempromosikan bentuk energi terbarukan yang modern dan lestari bagi masyarakat Indonesia. Program ini merupakan program pembangunan reaktor biogas yang dapat menghasilkan bahan bakar dari kotoran ternak yang dicampur dengan air, terutama adalah kotoran sapi. Reaktor BIRU menggunakan teknologi yang disebut bejana berhubungan, yang memungkinkan terjadinya sebuah tekanan dalam biogas yang dihasilkan. Teknologi yang sangat ramah lingkungan ini merupakan adaptasi dari Negara Nepal dan telah banyak digunakan pula di Negara Kamboja, Banglades, Laos dan Vietnam.

Reaktor BIRU mendatangkan banyak manfaat. Selain biogas itu sendiri yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar untuk memasak dan penerangan, ampas biogas, yang disebut juga *bio-slurry*, dapat digunakan sebagai pupuk organik dalam bidang pertanian, dan dapat juga dimanfaatkan sebagai bahan campuran pakan ikan. Membangun reaktor BIRU juga berarti berkontribusi dalam menanggulangi pencemaran lingkungan dan juga pengurangan emisi gas rumah kaca.

Untuk memperoleh manfaat biogas dan *bio-slurry* secara maksimal, dibutuhkan bangunan reaktor BIRU yang baik, yang meliputi ketepatan rancangan, mutu bahan bangunan, lokasi yang sesuai dan kualitas tenaga kerja terampil (pengawas, tukang, pembantu tukang). Para tenaga kerja terampil ini wajib mengikuti pelatihan-pelatihan yang diadakan oleh program BIRU dan mengikuti arahan dalam pelatihan, serta mematuhi peraturan, sehingga mereka dapat membangun reaktor BIRU sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Tenaga kerja terampil diharapkan pula dapat memberikan informasi kepada orang lain tentang bagaimana cara menggunakan dan merawat, serta menjelaskan manfaat memiliki reaktor BIRU.

Buku panduan konstruksi ini dirancang untuk membantu para tenaga kerja terampil dalam memberikan arahan dan bagaimana cara membangun reaktor BIRU yang baik dan benar. Oleh sebab itu setiap tenaga kerja terampil wajib untuk mematuhi dan melaksanakan langkah-langkah yang dituangkan dalam buku panduan konstruksi ini.

**Tim BIRU**

**Desember 2014**

# Tanggung Jawab Tenaga Kerja Terampil (Pengawas, Tukang, Pembantu Tukang)

---



## Tanggung Jawab Umum

1. Memberikan informasi mengenai manfaat biogas kepada masyarakat dan memotivasi mereka untuk membangun reaktor BIRU.
2. Memilih ukuran reaktor BIRU yang tepat, berdasarkan kebutuhan energi untuk memasak/penerangan, juga ketersediaan lahan serta jumlah ternak dan kotoran yang dihasilkan sebagai bahan dasar pengisi reaktor, serta selalu mempertimbangkan kebutuhan energi biogas untuk keperluan rumah tangga agar lebih efisien.
3. Memastikan ketersediaan bahan bangunan lokal dengan memperhatikan mutu bahan yang baik dan standar penggunaan peralatan konstruksi yang sesuai.
4. Tegass, mematuhi dan mengikuti rancangan konstruksi yang tertuang dalam gambar kerja bangunan reaktor BIRU.
5. Mengikuti seluruh arahan yang tertuang dalam Buku Panduan Konstruksi BIRU.
6. Memastikan pekerjaan pembangunan BIRU berjalan tepat waktu, serta selalu rutin memberikan laporan perkembangan dan kesulitan yang dihadapi kepada atasan yang ditunjuk.
7. Tidak boleh melibatkan tenaga kerja (tukang) yang belum mendapatkan pelatihan pembangunan BIRU.
8. Dapat memberikan informasi kepada para pengguna biogas tentang bagaimana cara menggunakan dan merawat, serta menjelaskan manfaat memiliki reaktor BIRU.
9. Bertanggung jawab penuh dalam melaksanakan kontrol kualitas purna jual kepada setiap reaktor BIRU yang sudah dibangun untuk memastikan reaktor berfungsi dengan baik.

## Tanggung Jawab Khusus



### Kemampuan dasar tenaga kerja terampil:

**Pengawas** memiliki kemampuan dalam membaca atau menerjemahkan gambar kerja dan memiliki kemampuan dasar dalam menjalankan manajemen proyek.

**Tukang** memiliki persyaratan keterampilan yang cukup dalam pengerjaan adukan, pemasangan bata, plesteran, acian dan pengecatan. Selain itu kemampuan dasar untuk memasang pipa dan peralatan biogas akan sangat dibutuhkan.

**Pembantu tukang** memiliki kemampuan untuk membantu tukang dalam melaksanakan pekerjaan tukang.

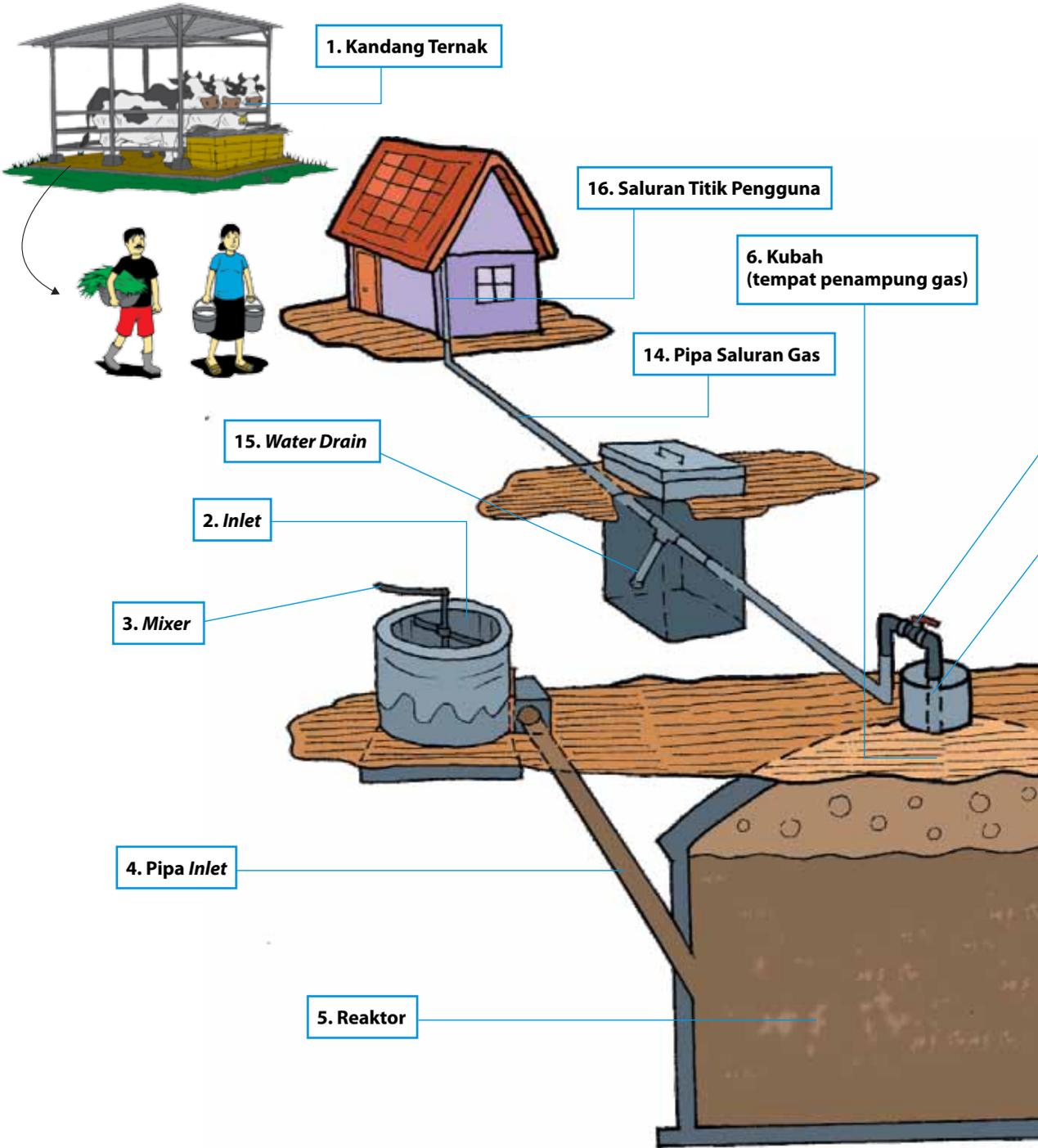
### 1. Pengawas

- a. Memilih ukuran reaktor BIRU yang tepat berdasarkan dari ketersediaan lahan serta jumlah ternak dan kotoran yang dihasilkan sebagai bahan dasar pengisi reaktor.
- b. Memastikan ketersediaan bahan bangunan lokal dengan memperhatikan mutu bahan yang baik dan standar penggunaan peralatan konstruksi yang sesuai.
- c. Menentukan lokasi layout sebagai dasar patokan membangun reaktor BIRU.
- d. Melakukan kontrol kualitas dan uji kebocoran, apakah reaktor BIRU yang sudah dibangun berfungsi dengan baik.
- e. Memastikan pekerjaan pembangunan BIRU berjalan tepat waktu, serta selalu rutin memberikan laporan perkembangan dan kesulitan yang dihadapi kepada atasan yang ditunjuk.
- f. Dapat memberikan informasi kepada para pengguna biogas tentang bagaimana cara menggunakan dan merawat, serta menjelaskan manfaat memiliki reaktor BIRU.

### 2. Tukang dan pembantu tukang

- a. Membuat layout sebagai dasar patokan membangun reaktor BIRU.
- b. Menggali tanah sesuai dengan ukuran yang telah direncanakan dalam layout.
- c. Membangun lantai kerja atau pondasi dinding reaktor.
- d. Mendirikan dinding reaktor dan *manhole* secara akurat.
- e. Memasang pipa *inlet* dengan baik dan benar.
- f. Memadatkan tanah di sekeliling bagian luar dinding reaktor.
- g. Membangun kubah dengan baik dan benar sesuai dengan langkah-langkah yang telah ditentukan.
- h. Membangun *inlet* dan *outlet* (lengkap dengan penutup) sesuai dengan ukuran yang telah direncanakan.
- i. Membangun *turret* (Pipa Gas Utama - PGU), memasang saluran pipa dan perlengkapan peralatan BIRU lainnya (plat logo BIRU, kompor, lampu, manometer, *waterdrain*, *gas tap*, *mixer*).
- j. Menimbun bagian atas kubah dengan tanah setebal  $\pm 30$  cm dan meratakan tanah tersebut sampai pada sekeliling *outlet*.

# Komponen Reaktor Biogas

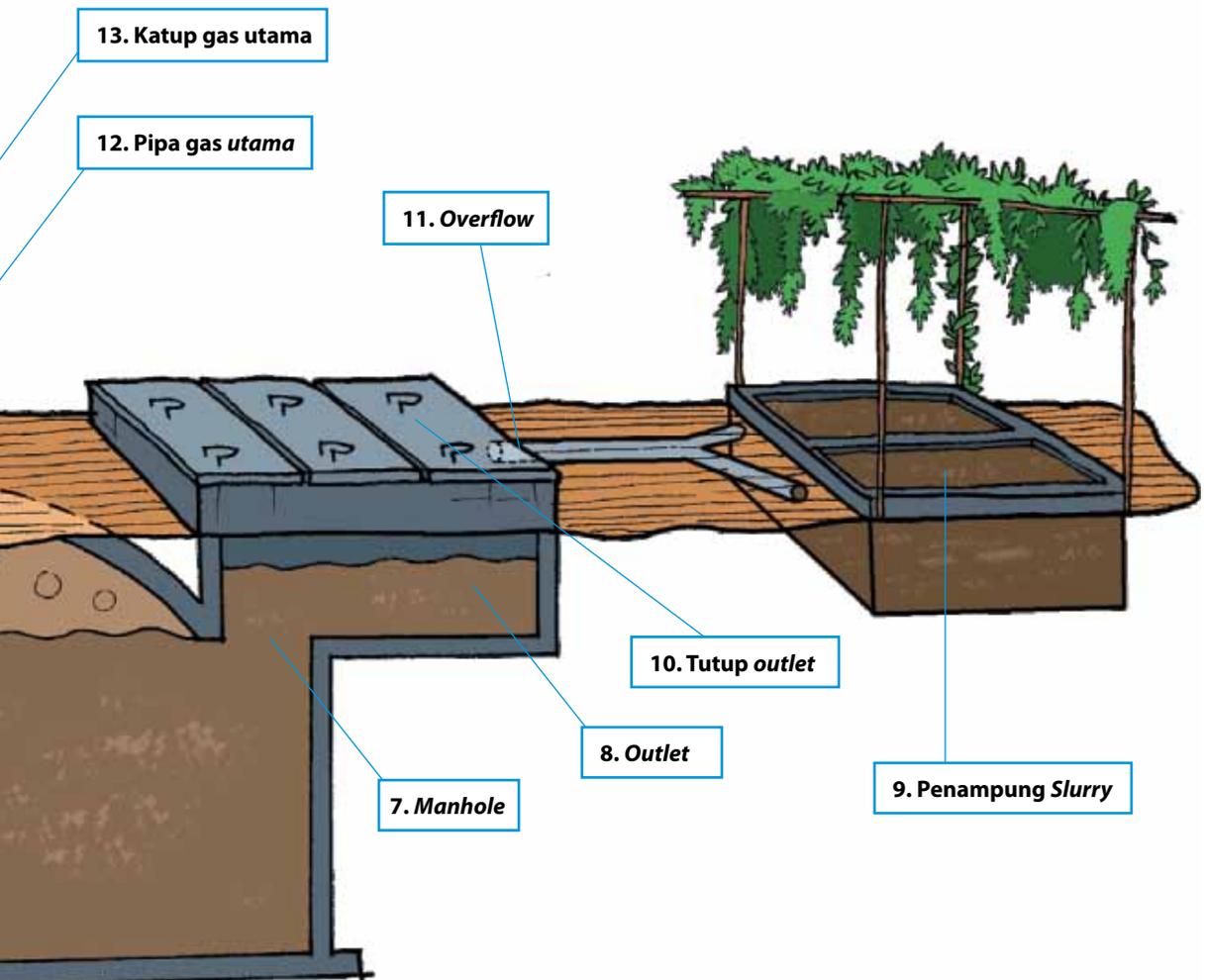




Biogas adalah gas dari hasil fermentasi bahan-bahan organik (kotoran manusia, hewan, serta limbah domestik rumah tangga). Kandungan utama dalam biogas adalah Metana dan Karbondioksida

### Keunggulan nyata biogas:

- **Lebih murah dan irit.** Bahan mentah (kotoran hewan) tersedia gratis di rumah.
- **Hemat tenaga.** Tidak Perlu mencari kayu bakar; hanya sekali mengisi bisa mendapat bahan bakar untuk masak sehari.
- **Lebih sehat.** Terhindar dari penyakit mata & pernapasan akibat pemakaian kayu bakar.
- **Bersih dan modern.** Dapur dan kandang lebih bersih, dan tidak membuat peralatan masak menjadi hitam legam.



## Keterangan Komponen Reaktor Biogas

1. **Kandang Ternak**  
Tempat dihasilkan kotoran hewan (kohe). Akan lebih baik jika kohe tersebut masih segar. Pastikan jarak kandang ternak dan reaktor tidak terlalu jauh, sehingga memudahkan dalam proses pengisian reaktor.
2. **Inlet**  
Tempat mencampur kohe dan air dengan komposisi yang telah ditentukan. Komposisi dengan perbandingan seimbang yang harus dipatuhi, sebagai contoh kotoran sapi adalah 1 : 1 (kohe sapi : air).
3. **Mixer**  
Terletak di *Inlet* yang berfungsi sebagai pengaduk campuran kohe dan air. *Mixer* wajib dibersihkan setiap kali setelah digunakan untuk mencampur kohe dan air.
4. **Pipa Inlet**  
Merupakan pipa penyalur campuran kohe dan air dari *Inlet* menuju ke Reaktor. Pipa yang digunakan dengan standar mutu yang baik (AW dengan ukuran 4 inchi).
5. **Reaktor**  
Disebut juga sebagai ruang pencernaan. Di sini campuran kohe dan air akan diurai melalui proses hampa udara (pencernaan anaerob). Proses ini menghasilkan biogas.
6. **Kubah**  
Merupakan tempat penampung gas hasil dari pencernaan anaerob. Puncak kubah harus ditimbun tanah dengan ketebalan minimal 30 cm untuk menjaga kestabilan suhu dalam reaktor.
7. **Manhole**  
Lubang yang menghubungkan antara tangki reaktor dengan *Outlet*. Lubang ini juga digunakan sebagai jalan masuk untuk melakukan perawatan bagian dalam Reaktor.
8. **Outlet**  
Ampas biogas yang telah berfermentasi di dalam Reaktor akan terdorong masuk ke dalam *Outlet*. Jika masih terdapat gelembung udara pada ampas biogas berarti ampas tersebut mengandung gas metana yang dapat diolah kembali sebagai biogas.
9. **Penampung Slurry**  
Disebut juga *Slurry Pit*, merupakan lubang penampung ampas biogas yang keluar dari *Outlet*. Ampas biogas ini bermanfaat sebagai pupuk organik siap pakai yang berkualitas tinggi.
10. **Tutup Outlet**  
Merupakan bagian dari *Outlet* terbuat dari beton bertulang, berfungsi sebagai penutup.

11. *Overflow*

Disebut juga lubang luapan yang berfungsi sebagai penyalur ampas biogas dari *Outlet* menuju *Slurry Pit*.

12. Pipas Gas Utama (PGU)

Biogas yang ditampung di dalam kubah selanjutnya dialirkan melalui pipa gas utama ke titik pengguna (kompor atau lampu).

13. Katup Gas Utama

Merupakan kran pengatur aliran gas dari kubah menuju ke titik pengguna.

14. Pipa Saluran Gas

Berfungsi sebagai penghubung atau penyalur biogas dari reaktor menuju titik pengguna. Pipa ini harus memiliki standar mutu yang baik (AW dengan ukuran  $\frac{1}{2}$  inchi).

15. *Waterdrain*

Disebut juga perangkat air atau penguras air yang berfungsi sebagai saluran pembuangan air (biogas mengandung uap air). Saluran ini biasanya terletak dititik terendah pipa saluran gas.

16. Saluran Titik Pengguna

Pada titik ini biogas akan digunakan untuk kebutuhan sehari-hari, seperti memasak (kompor) dan penerangan lampu biogas.



# Memilih Ukuran Reaktor BIRU

Jenis reaktor biogas yang umum digunakan di Indonesia adalah reaktor biogas dengan tipe kubah tetap (*fixed dome*) atau reaktor biogas yang terbuat dari beton, tidak dapat dipindah-pindah.

Beberapa ukuran reaktor biogas tersebut mulai dari 4 m<sup>3</sup>, 6 m<sup>3</sup>, 8 m<sup>3</sup>, 10 m<sup>3</sup>, dan 12 m<sup>3</sup> yang tergolong pada biogas skala kecil atau skala rumah tangga dan berkesempatan untuk mendapatkan subsidi dari program BIRU (Biogas Rumah).

Tabel di bawah ini menunjukkan informasi dalam membangun reaktor biogas dengan bahan baku kotoran sapi

Kapasitas tempat pengolahan* (m <sup>3</sup> )	Produksi gas per hari (m <sup>3</sup> )	Kotoran sapi yang dibutuhkan per hari (kg)	Air yang dibutuhkan setiap hari (liter)	Perkiraan jumlah sapi yang dibutuhkan
4	0,8-1,6	20-40	20-40	3 - 4
6	1,6-2,4	40-60	40-60	5 - 6
8	2,4-3,2	60-80	60-80	7 - 8
10	3,2-4,2	80-100	80-100	9 - 10
12	4,2-4,8	100-120	100-120	11 - 12

Tabel di bawah ini menunjukkan informasi dalam membangun reaktor biogas dengan bahan baku kotoran babi

Kapasitas tempat pengolahan* (m <sup>3</sup> )	Produksi gas per hari (m <sup>3</sup> )	Kotoran babi yang dibutuhkan per hari (kg)	Air yang dibutuhkan setiap hari (liter)	Perkiraan jumlah babi yang dibutuhkan
4	1,00	20	40	7
6	1,50	30	60	10
8	2,00	40	80	13
10	2,50	50	100	17
12	3,00	60	120	20

\*Kapasitas tempat penyimpanan artinya adalah volume reaktor biogas dan kubah penyimpanan gas



Apabila jumlah hewan ternak lebih banyak dari yang tertera dalam tabel maka ukuran reaktor yang ditetapkan harus memprioritaskan kebutuhan gas per orang per hari (0,33 - 0,40m<sup>3</sup>).

# Menentukan Lokasi Reaktor BIRU



Menentukan lokasi reaktor BIRU secara umum dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut:

- a. Lokasi harus mempermudah pekerjaan reaktor BIRU sehingga kegiatan konstruksi berjalan lebih efektif, tanpa mengeluarkan biaya tambahan.
- b. Lokasi mudah dijangkau, baik dalam kegiatan konstruksi maupun pada saat penggunaan dan perawatan reaktor BIRU.
- c. Lokasi yang tepat, terhindar dari potensi bencana (rawan banjir, longsor, dan sebagainya).

**Berdasarkan faktor-faktor di atas, penentuan lokasi harus mempertimbangkan hal-hal berikut:**

1. Temperatur udara yang ideal sekitar 20-35°C sehingga reaktor dapat berfungsi efektif.
2. Permukaan tanah yang datar dan kondisi tanah yang stabil.
3. Hindari membangun pada lokasi pinggir sungai, tebing dan kondisi tanah yang tidak stabil.
4. Hindari membangun pada lokasi rawan banjir, longsor dan potensi pengrusakan lahan.
5. Ketersediaan air bersih (pH normal) yang cukup dan jarak tidak terlalu jauh dari kandang ternak.
6. Usahakan untuk menjaga jarak aman ( $\pm 2m$ ) dari posisi pondasi bangunan di sekitar reaktor BIRU.
7. Jauhkan dari pepohonan yang memiliki akar yang dapat merusak struktur reaktor BIRU.
8. Bangunan reaktor BIRU akan lebih baik jika dekat dengan lokasi pemakaian gas (dapur), sehingga mengurangi pemakaian pipa yang terlalu panjang dan meminimalkan potensi kebocoran pada pipa.
9. Jika luas tanah menjadi masalah dalam mendirikan reaktor BIRU, maka reaktor dapat dibangun di bawah kandang ternak dengan mempertimbangkan beban yang timbul di atasnya dan mengacu pada kaidah konstruksi yang berlaku.



**Jangan ragu menghubungi Quality Inspector (QI) BIRU jika mengalami kendala dalam menentukan lokasi pembangunan reaktor BIRU.**

# Memilih Bahan Bangunan dan Peralatan Biogas

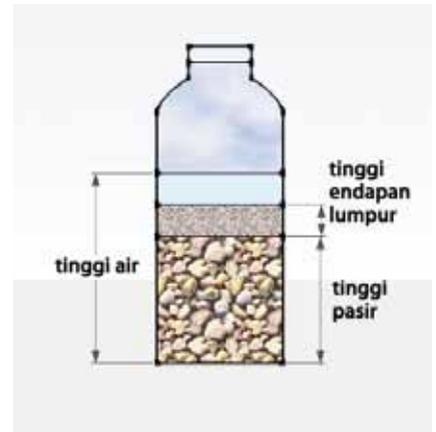


Memilih bahan bangunan yang baik merupakan langkah awal untuk mendapatkan kualitas bangunan reaktor yang baik pula, sehingga bangunan reaktor dapat bertahan hingga  $\pm 25$  tahun. Untuk mendapatkan kualitas peralatan (apliansi) biogas yang baik, diperlukan persetujuan kelayakan dari program BIRU, dengan demikian dapat diberikan jaminan peralatan selama 1 tahun.

- 1. Semen\*:** Semen yang digunakan untuk membangun unit biogas kubah tetap dari beton harus semen yang memenuhi persyaratan SNI 15-2049-2004.
  - Kondisi semen yang bebas dari gumpalan (grit). Semen yang menggumpal tidak boleh digunakan dalam campuran atau adukan karena telah bereaksi dengan uap air/kelembaban, dan jika gumpalan tersebut tetap digunakan sebagai campuran maka akan memperlemah struktur bangunan.
  - Perhatikan kemasan produk/kantong semen, untuk memastikan dalam kondisi baik dan tidak rusak, tertutup rapat (segel tidak rusak), tidak basah dan tidak terdapat bekas tambalan.
  - Terdapat logo SNI pada kemasan produk/kantong semen.
  - Simpan kantong semen dengan baik dan hindarkan tumpukan semen lebih dari 2 meter. Kantong semen juga harus bebas dari kelembaban. Sebaiknya tidak bersentuhan langsung dengan lantai dengan cara memberi bantalan kayu/palet. Tumpuk semen secara berdekatan untuk mengurangi sirkulasi udara yang dapat menyebabkan pengerasan. Agar tidak bersentuhan langsung antara kantong semen dengan dinding, beri jarak sekitar 20 cm.
  - Semen yang mengalami pengerasan dan terdapat gumpalan tidak boleh digunakan untuk konstruksi. Jika terpaksa menggunakannya, lakukan pengayakan terlebih dahulu. Hanya semen yang kondisinya masih baik (tidak mengeras dan terdapat gumpalan) yang dapat digunakan dalam campuran.
- 2. Pasir\*:** Pasir yang digunakan untuk membangun unit biogas kubah tetap dari beton harus pasir kualitas baik dengan kandungan tanah/lumpur kurang dari 5%.
  - Pasir harus bersih dan tidak bercampur dengan tanah, lumpur atau bahan bangunan lain. Pasir yang kotor berdampak sangat buruk pada ketahanan bangunan.
  - Pasir yang berasal dari letusan gunung berapi, dan dari sungai sangat baik digunakan sebagai pasir pasang.
  - Lakukan tes botol sederhana untuk mengetahui jumlah campuran bahan lain seperti lumpur pada pasir, sebagai berikut:
    - Masukkan sejumlah pasir kedalam botol transparan, kemudian tuangkan air kira-kira

2 kali tinggi pasir. Selanjutnya kocok botol beberapa waktu, setelah itu berdirikan botol dengan tegak. Partikel-partikel pasir yang lebih berat dari tanah/lumpur akan jatuh lebih cepat ke bagian bawah botol. Diamkan selama 30 menit, lapisan lumpur dan pasir di dalam botol dapat diukur.

- Apabila ketinggian endapan lumpur\* lebih dari 5%, maka dapat disimpulkan bahwa pasir terlalu banyak mengandung lumpur. Apabila ini terjadi, pasir haruslah dicuci sebelum digunakan.
- Pasir kasar dan berbutir kecil adalah pilihan yang terbaik untuk bangunan beton. Pasir halus digunakan dalam campuran plasteran.



$$\text{*Persentase endapan lumpur} = \frac{\text{tinggi endapan lumpur}}{(\text{tinggi pasir} + \text{tinggi endapan lumpur})} \times 100$$

Contoh: Jika tinggi pasir adalah 10 cm, maka tinggi endapan lumpur adalah tidak boleh lebih dari 0,5 cm

- Bata\*:** Bata yang digunakan untuk membangun unit biogas kubah tetap dari beton harus pasangan bata kualitas lokal terbaik hasil dari pembakaran yang sempurna.
  - Ukuran dan bentuk bata teratur, tidak retak/mudah patah dan tersedia di pasar setempat.
  - Bata berkualitas baik akan berbunyi nyaring ketika saling dibenturkan dan pada saat digores dengan menggunakan paku, tanda goresan tidak lebih dari 1 mm.
  - Sebelum digunakan, bata harus direndam dalam air bersih selama beberapa menit. Bata yang basah tidak akan menyerap air yang terkandung pada adukan semen, sehingga pasangan bata akan melekat dengan sempurna.
  - Pastikan bata dalam keadaan bersih dari kotoran yang menempel sebelum digunakan.
  - Batu kali atau bebatuan yang sifatnya keras dapat pula digunakan sebagai pengganti bata, jika bata memang sulit sekali ditemukan di lokasi pembangunan.
- Kerikil\*:** Kerikil yang digunakan untuk membangun unit biogas kubah tetap dari beton harus kerikil batu pecah dengan ukuran 2 sampai dengan 3 cm.
  - Ukuran kerikil tidak boleh terlalu besar atau terlalu kecil.
  - Ukurannya tidak boleh melebihi 25% atau  $\frac{1}{4}$  ketebalan beton, sehingga jika lapisan ketebalan beton adalah 7,5 cm, maka ukuran kerikil adalah 2 cm.
  - Batu kerikil harus bersih, keras, tidak berpori dan tidak licin (bersiku-siku). Jika kerikil tersebut kotor, maka harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.
- Besi beton\*:** Besi beton yang digunakan untuk membangun unit biogas kubah tetap dari beton minimal besi ukuran 8 mm dan memenuhi persyaratan SNI 07-2052-2002.
  - Pilih besi beton yang tidak berkarat, atau hindarkan menggunakan besi beton bekas, dan untuk merangkai/ menyatukan besi beton harus menggunakan kawat baja (bendrat).

**6. Pipa saluran\*:**

- a. Pipa saluran pemasukan bahan baku, menggunakan pipa PVC jenis AW.
- b. Pipa pengeluaran gas, menggunakan pipa besi berlapis galvanis dan memenuhi persyaratan SNI 07-0242.1-2000.
- c. Katup utama, terbuat dari material logam tahan karat.
- d. Gunakan pipa galvanis berdiameter 1,5 inchi dengan ketebalan 3 mm.

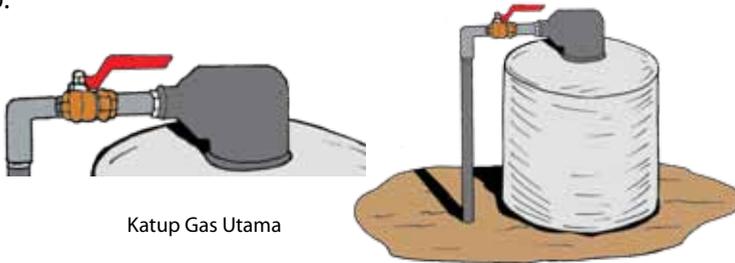
**7. Air:** Air bersih (pH normal = 7) merupakan pilihan utama dan hindari pemakaian air dengan kadar garam yang sangat tinggi.

- Lebih baik tidak menggunakan air dari kolam atau kanal karena bisa saja kotor. Air yang kotor berdampak buruk pada ketahan bangunan.
- Pilih air dari sumber air yang bersih dengan pH normal.

**8. Cat Acrylic Emulsion:** Cat ini digunakan untuk melapis bagian dalam penampung gas (kubah beton) reaktor sehingga menjadi kedap udara.

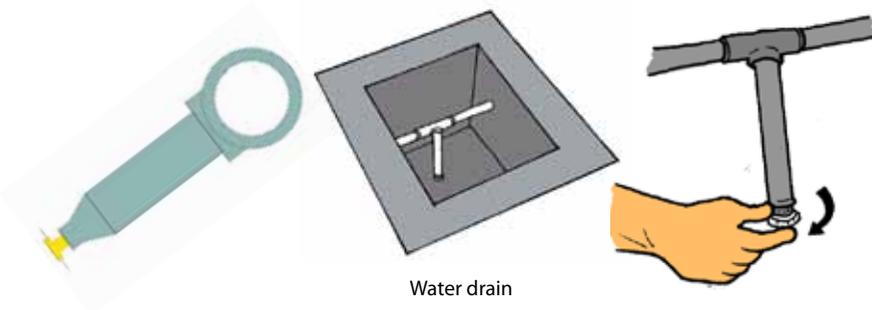
- Jenis cat ini harus memenuhi standar mutu dan disetujui oleh Program BIRU.
- Lapisan bagian dalam penampung gas adalah: lapisan 1 (1 semen : 5 air), lapisan 2 (1 semen : 3 pasir), lapisan 3 (1 semen : 5 air), lapisan 4 (1 semen : 2 pasir), lapisan 5 (10 semen : 1 cat), lapisan 6 (2 semen : 1 cat).

**9. Katup Gas Utama (KGU):** Katup yang digunakan harus berkualitas baik dan disetujui oleh program BIRU.



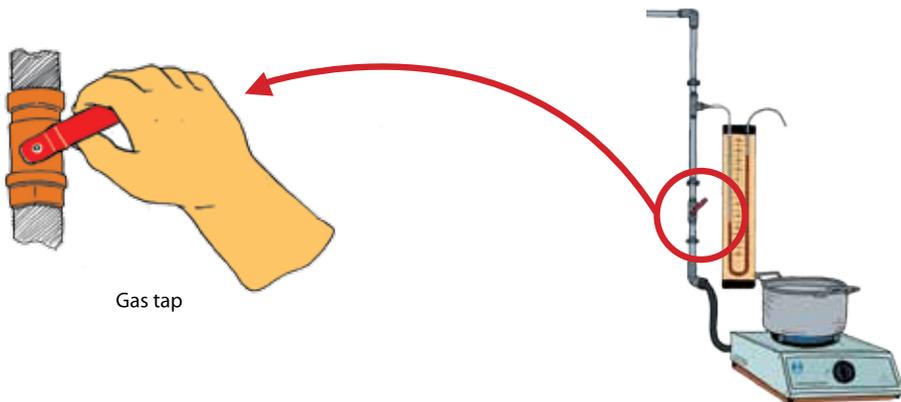
Katup Gas Utama

**10. Water drain:** Penguras air ini harus dengan persetujuan program BIRU.



Water drain

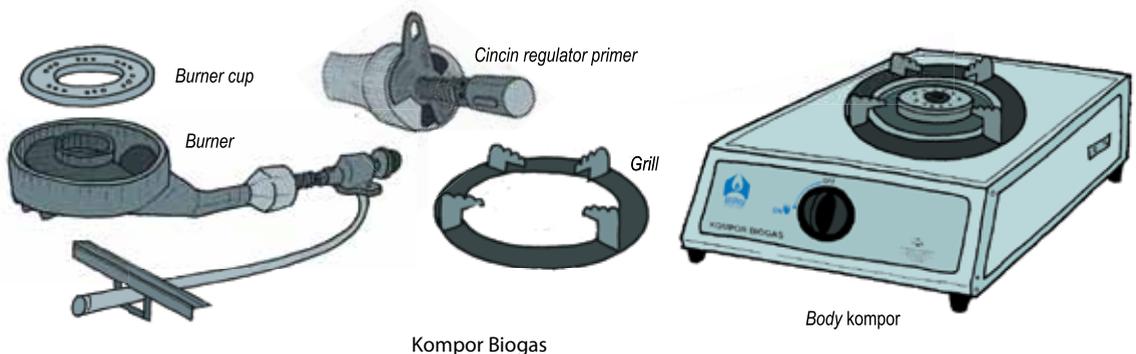
**11. Gas tap (keran gas):** Keran gas ini harus dengan persetujuan program BIRU.



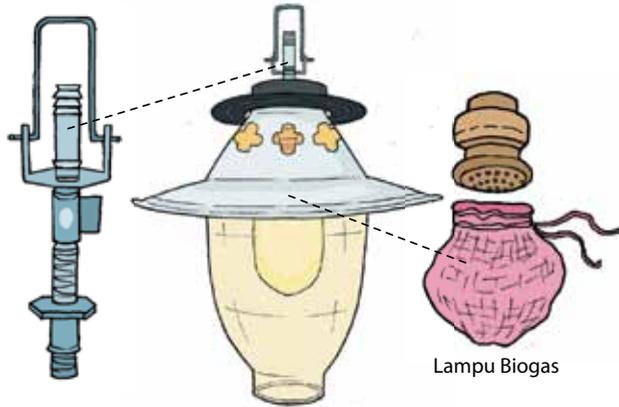
**12. Pipa selang karet:** Pipa penghubung antara gas tap dan kompor harus berkualitas tinggi. Selang ini tidak mudah patah saat digulung atau ditekuk. Diameter bagian luar selang adalah 12 mm dan bagian dalam adalah 9 mm. Jika terdapat retakan, aus atau rusak akibat panas atau penggunaan, maka selang tersebut perlu segera diganti. Tersedia banyak jenis selang di pasaran, untuk itu butuh persetujuan program BIRU dalam memilih dan menggunakannya. Atau gunakan selang ber SNI 06-7213-2006.



**13. Kompor biogas:** Kompor biogas ini harus dengan persetujuan program BIRU sehingga dapat dipastikan memiliki tingkat efisiensi minimal 50%. Konsumsi rata-rata kompor biogas ini adalah 350-400 liter biogas per jam.

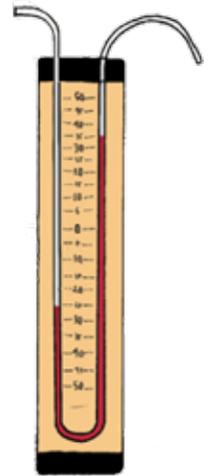


**14. Lampu biogas:** Lampu biogas ini harus dengan persetujuan program BIRU. Konsumsi rata-rata lampu biogas ini adalah 150-175 liter biogas per jam.



Lampu Biogas

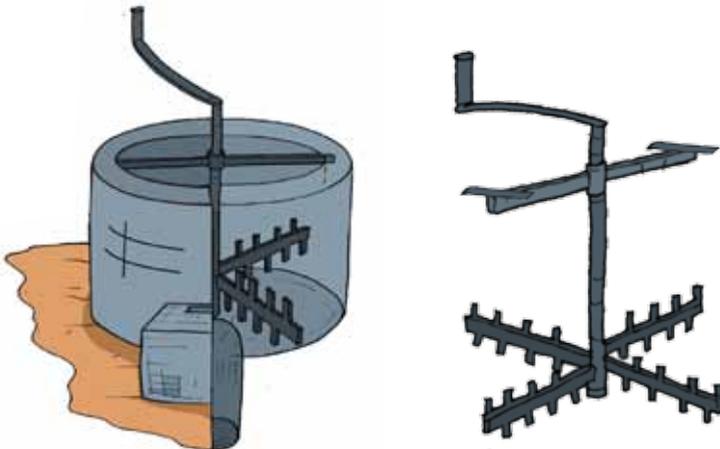
**15. Manometer (meter tekanan gas):** Manometer ini berbentuk “U” dan harus dengan persetujuan program BIRU. Alat ini terbuat dari tabung/selang plastik transparan (diisi dengan air berwarna) yang berstandar dan banyak ditemukan di pasaran.



Manometer

**16. Mixer (alat pengaduk):**

*Mixer ini harus dengan persetujuan program BIRU.*



Mixer



\*Mengacu pada SNI 7826:2012 – Unit Penghasil Biogas dengan Tangki Pencerna (Digester) Tipe Kubah Tetap dari Beton

# Tahapan Membangun Reaktor BIRU

Setelah menentukan lokasi pembangunan reaktor BIRU, maka dilanjutkan tahapan-tahapan berikut:

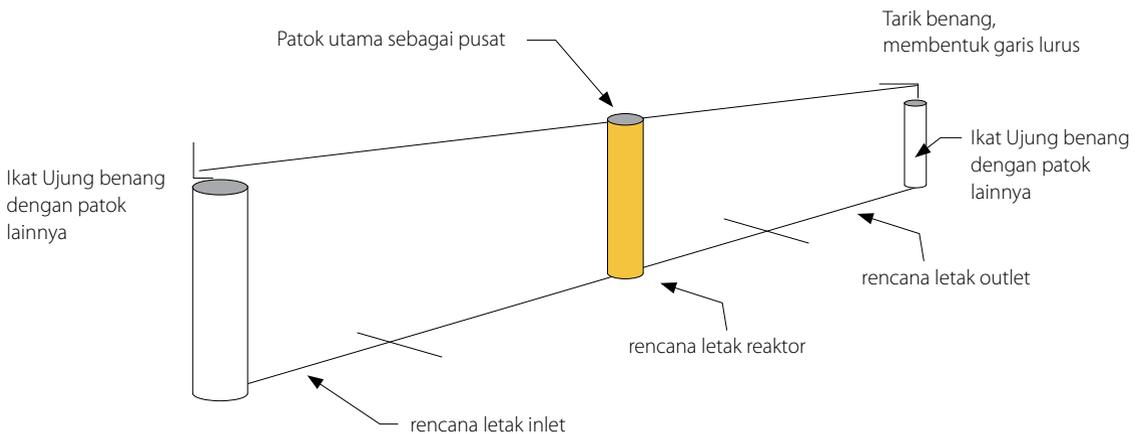
## 1. Menggambar/membuat layout

**Durasi** : 1 jam

**Peralatan** : Patok-patok kecil, benang, bubuk tepung/kapur, palu, meteran.

Pembuatan reaktor biogas dimulai dengan membuat layout. Kegiatan ini dilakukan untuk memberikan patokan/tanda di tanah sebelum memulai proses penggalian:

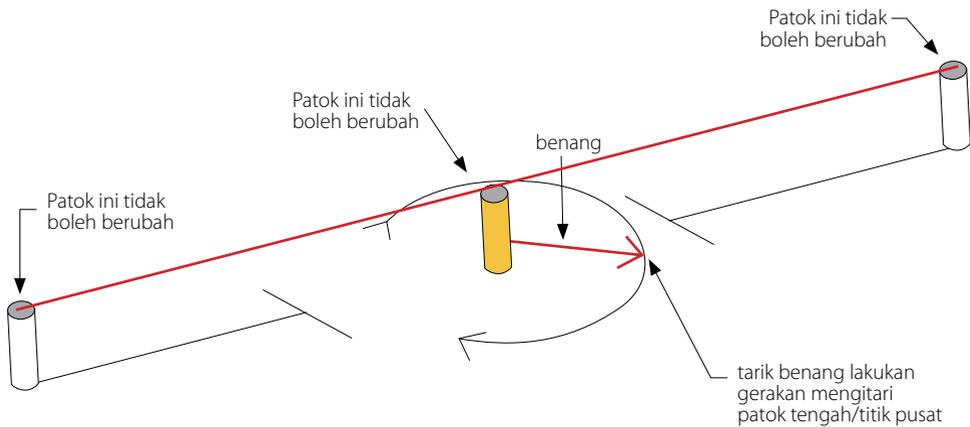
- 1.1 Tancapkan patok kecil dengan ukuran panjang  $\pm 50$  cm (kayu, bambu, besi beton) dengan menggunakan palu, tepat di tengah/pusat titik reaktor yang akan dibangun.
- 1.2 Tarik garis lurus dengan menggunakan benang, bertujuan untuk menempatkan posisi *inlet*, reaktor dan *outlet* pada satu garis lurus.
- 1.3 Pastikan kondisi tanah pada keadaan rata/sama tinggi.



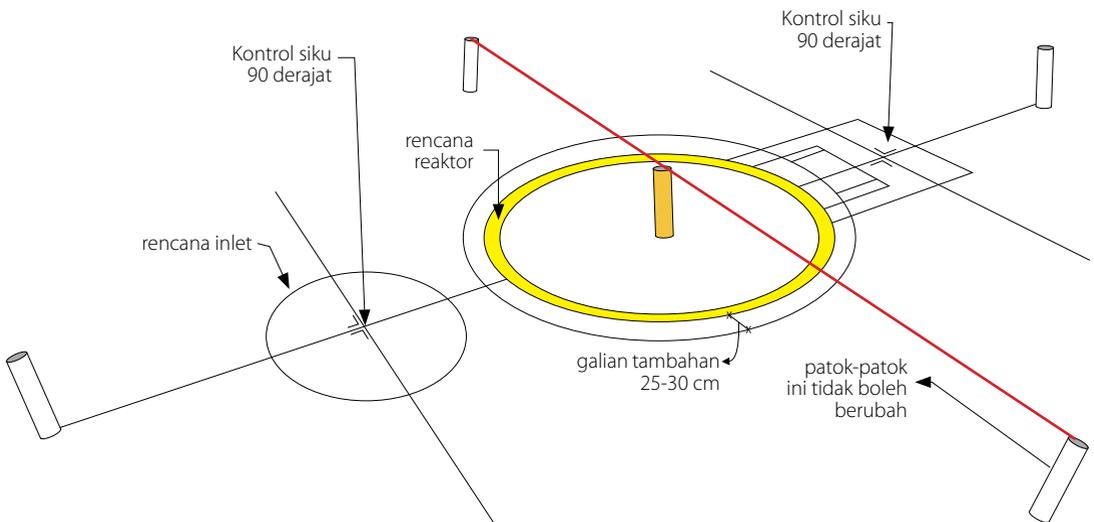
- 1.4 Kembali pada poin 1.1, tarik benang dari titik pusat sesuai panjang yang tertera pada gambar kerja (ukuran reaktor yang akan dibangun). Pertahankan ujung benang sehingga tidak menjadi kendur. Lakukan gerakan mengitari/mengelilingi titik pusat dengan tetap memegang ujung benang sambil menaburkan bubuk tepung atau kapur sebagai penanda, yang bertujuan untuk membuat sebuah lingkaran yang sempurna.
- 1.5 Saat melakukan poin 1.4, pastikan ukuran lingkaran pada gambar kerja telah ditambahkan sekitar  $\pm 25$ -30 cm agar galian-lubang lebih lebar dari bangunan reaktor, sehingga dalam mendirikan pasangan bata di dalam galian tidak mengalami kesulitan.



*Tanah yang sudah ditandai dengan tepung.*



- 1.6 Setelah terbentuk lingkaran sempurna, dengan berpatokan pada garis lurus pada point 1.1, buatlah garis sejajar yang bersinggungan dengan lingkaran yang telah dibuat. Tujuannya adalah untuk membuat patokan manhole dan outlet, maupun inlet. Sesuaikan ukuran garis tersebut dengan gambar kerja dan selalu tambahkan jarak sekitar  $\pm 25 - 30$  cm. Pastikan patok-patok tetap terpasang.



## 2. Galian lubang

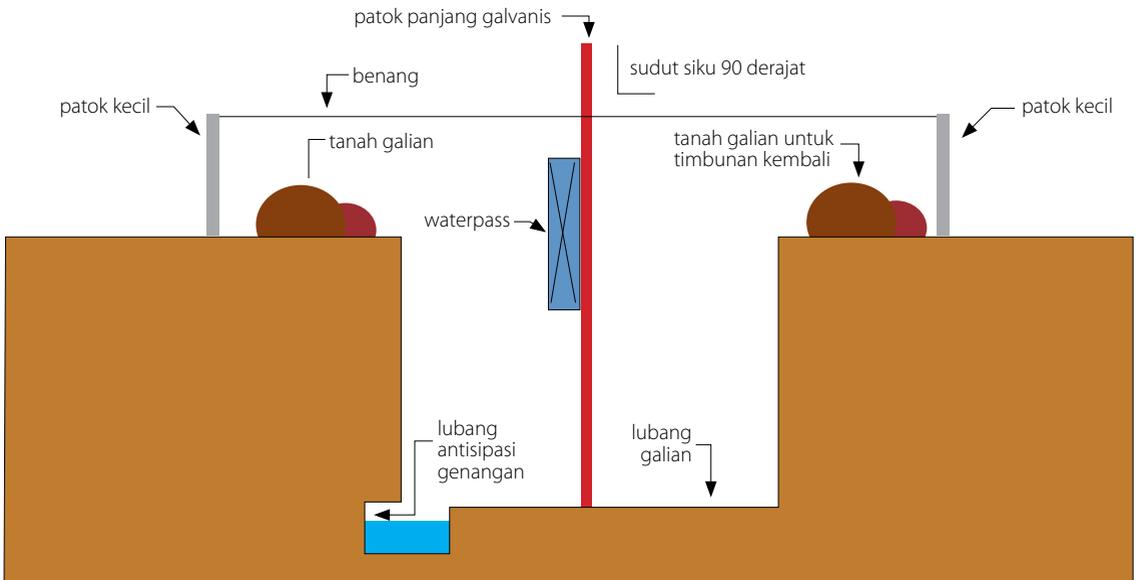
**Durasi** : Minimal 2 (dua) hari kerja, tergantung pada tingkat kesulitan, jumlah tenaga kerja dan kondisi tanah.

**Peralatan** : Cangkul, sekop, linggis, pengki dan alat gali lainnya, *waterpass*, meteran, pipa galvanis panjang ( $\pm 2$ m), serta pompa air jika dibutuhkan.

Setelah layout selesai, penggalian lubang dimulai dengan mengikuti langkah-langkah berikut:

- 2.1 Penggalian pertama dilakukan pada lubang dimana reaktor akan ditempatkan.
- 2.2 Agar praktis, penggalian tanah harus dilakukan secara vertikal. Apabila dijumpai genangan air yang menghambat penggalian, maka buatlah lubang baru yang lebih dalam di samping lubang reaktor. Lubang baru ini akan menampung genangan air dari area galian reaktor, untuk kemudian disedot keluar dengan menggunakan pompa air.

- 2.3 Apabila kedalaman galian telah sesuai dengan gambar kerja, segera ratakan dan perkeras bagian dasarnya. Hal ini akan berpengaruh kepada volume lapisan di atasnya sehingga akan lebih efisien dan tidak boros (khususnya pada penggunaan material pasir dan semen).
- 2.4 Pastikan tanah galian ditempatkan tidak jauh dari sisi lubang galian, untuk memudahkan dalam melakukan timbunan kembali. Selalu berhati-hati dalam menggali karena adanya potensi runtuhnya tanah.
- 2.5 Lanjutkan menggali *manhole* dan *outlet*. Ingat dan pastikan patok-patok yang dipasang sebelumnya tidak mengalami pergeseran posisi.
- 2.6 Jika galian telah selesai sempurna, segera tancapkan patok panjang berupa pipa galvanis ukuran kira-kira  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{3}{4}$  inch sebagai poros utama pada pusat dimana reaktor ditempatkan. Gunakan *waterpass* untuk memastikan patok panjang tersebut telah berdiri vertikal  $90^{\circ}$  dari rata air.



Penggalian tanah dan peletakkan batu bata yang berjarak satu sama lain.

### 3. Lantai kerja

**Durasi** : 2 jam

**Peralatan** : Sendok semen, raskam, pengki, benang, selang *waterpass*, meteran.

Setelah galian lubang selesai, lakukan tahapan pemasangan lantai kerja berikut:

- 3.1 Hamparkan pasir pada dasar lubang galian setebal  $\pm 3$  cm dan padatkan (timbris dengan air) sebagai dasar pondasi.
- 3.2 Pasang/susun berjajar bata merah sebagai pondasi bangunan.
- 3.3 Hamparkan pasir di atas bata merah, ratakan untuk mengisi celah antara bata merah.
- 3.4 Buatlah lantai kerja dengan cor beton (1 : 3 : 5) setebal  $\pm 7,5$  cm di atas bata merah.
- 3.5 Pastikan ketinggian lantai kerja adalah sama rata (tidak bergelombang) dengan menggunakan bantuan benang dan selang *waterpass*.

### 4. Pasangan, plasteran dinding reaktor dan *manhole*

**Durasi** : 8 - 12 jam

**Peralatan** : Sendok semen, raskam, ember cor, benang, bandul (lot), paku, sekop, meteran.

Setelah lubang selesai dikerjakan, mulailah mendirikan dinding reaktor. Tiang kayu dan benang harus digunakan dalam pekerjaan ini. Ikuti tahapan berikut:

- 4.1 Rendam bata merah di dalam air selama 10-15 menit sebelum digunakan.
- 4.2 Siapkan bahan adukan dinding bata merah dengan perbandingan 1 bagian semen dan 4 bagian pasir.
- 4.3 Pasang patok panjang galvanis  $\frac{1}{2}$  inch (lihat tahapan galian lubang), perkuat dengan tiang penguat yang diletakan melintang di atas permukaan tanah untuk menjaga patok panjang galvanis tidak berubah posisi atau bergerak. Gunakan *waterpass* untuk memastikan ulang patok panjang galvanis telah berdiri tegak.
- 4.4 Lakukan tahapan membuat tanda lingkaran (lihat tahapan membuat layout), namun kali ini untuk menandai gunakan benda tajam (paku) untuk membuat tanda lingkaran.
- 4.5 Pasang bata merah secara zigzag dimulai dari bagian *manhole* terlebih dahulu dan berakhir kembali menuju bagian *manhole*. Kemudian lanjutkan memasang bata merah pada layer berikutnya mengikuti tanda lingkaran yang sudah dibuat. Lakukan dengan seksama.
- 4.6 Untuk memastikan pasangan bata berbentuk lingkaran sempurna, gunakan tongkat (kayu, bambu, pipa PVC) sebagai jari-jari yang mengontrol keseragaman lingkaran pada sisi dalam dinding reaktor.
- 4.7 Setelah pasangan bata mencapai ketinggian 30 - 35 cm, pasang pipa *inlet* ukuran 4 inch dengan kemiringan  $60^\circ$  dari permukaan tanah atas menuju ke dalam reaktor.
- 4.8 Setelah pipa *inlet* terpasang, lanjutkan memasang dinding reaktor seperti pada point 4.5 hingga mencapai tinggi sesuai dengan gambar kerja, dimana tinggi dinding reaktor dihitung dari dasar lantai kerja.
- 4.9 Pada pemasangan dinding reaktor jangan lupa menempatkan kolom-kolom praktis yang disusun dari bata merah, dengan jarak sesuai yang tercantum pada gambar kerja.
- 4.10 Pemasangan balok gantung pada sisi *manhole* sebelum mendirikan kubah harus dilakukan dengan teliti dan benar. Pengecoran balok gantung bersamaan pada saat pengecoran kubah.



Memplaster dinding melingkar reaktor dengan menggunakan perbandingan 1 semen : 4 pasir



Bentuk dinding melingkar yang sudah jadi.

- 4.11 Dinding reaktor dan *manhole* diselesaikan secara bersamaan. Selanjutnya lakukan plasteran pada dindingnya, dengan campuran 1:4.
- 4.12 Untuk plasteran dinding juga dibutuhkan jari-jari yang mengontrol keseragaman lingkaran pada sisi dalam dinding reaktor sehingga terjadi plasteran berbentuk lengkungan sempurna mengikuti lingkaran dinding reaktor.
- 4.13 Ketebalan plasteran  $\pm 15$  mm dan pastikan tidak terjadi retakan pada plasteran. Jika diperlukan, pada dinding yang sudah diplaster tambahkan lagi acian dengan menggunakan campuran semen dan air saja sehingga permukaan bagian sisi dalam reaktor menjadi lebih halus.
- 4.14 Setelah dinding reaktor dan *manhole* selesai dikerjakan, segera lakukan penimbunan tanah di sekitar bagian sisi luar dinding reaktor dan dinding *manhole*.

## 5. Pembuatan cetakan dan pengecoran kubah

**Durasi** : 8 – 16 jam (dan masa pengeringan 72 jam atau 3 hari)

**Peralatan** : Sendok semen, raskam, ember cor, cetakan kubah, meteran, sikat, sapu lidi  
Setelah dinding reaktor dan *manhole* selesai, maka tahapan berikutnya adalah membuat cetakan kubah dan melakukan pengecoran kubah dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 5.1 Patok panjang galvanis tetap pada tempatnya.
- 5.2 Masukkan hasil tanah galian ke dalam lubang reaktor hingga menjadi gundukan melampaui dinding reaktor, dimana ketinggiannya disesuaikan dengan gambar kerja.
- 5.3 Ratakan dengan menggunakan cetakan kubah sehingga membentuk sebuah kubah yang sempurna.



*Cetakan kubah dibentuk dari tanah yang dipadatkan dengan bantuan alat cetak kubah yang terbuat dari besi.*

- 5.4 Hamparkan pasir ke atas timbunan tanah yang sudah berbentuk kubah dan ratakan pasir dengan menggunakan cetakan kubah seperti pada point 5.3, sehingga membentuk lapisan pasir di atasnya.
- 5.5 Buat campuran beton dengan perbandingan 1 : 2 : 3 (semen : pasir : kerikil).
- 5.6 Sebelum melakukan pengecoran, tarik/angkat patok panjang galvanis dan gantikan dengan patok yang lebih pendek, dengan posisi yang sama sebelumnya.
- 5.7 Lakukan pengecoran kubah dengan menggunakan bantuan alat cetak kubah. Pastikan ketebalan sesuai dengan yang tertuang pada gambar kerja.
- 5.8 Pengecoran harus secara kontinyu dan tidak boleh terputus. Tidak boleh ada jeda yang terlalu lama dalam pengecoran.



*Proses pengecoran kubah - jika pembangunan reaktor pada musim hujan selalu sediakan terpal atau plastik untuk menutup bagian atas kubah yang telah dicor*

- 5.9 Pengecoran dimulai dari bagian atas dinding reaktor (bagian bawah kubah), yang kemudian menuju ke puncak kubah.
- 5.10 Dibutuhkan waktu sampai dengan 3 hari sehingga kubah benar-benar mengeras. Dalam masa ini harus dilakukan proses *curing* (menyiram cor dengan air) sehingga cor tidak mudah retak/pecah.
- 5.11 Setelah cor kubah benar-benar kuat/mengeras, keluarkan timbunan tanah dari dalam reaktor.
- 5.12 Bersihkan bagian langit-langit kubah (yang tadinya bersentuhan langsung dengan pasir) dengan sikat atau sapu lidi.

## 6. Pelapisan dalam kubah

**Durasi** : 5-6 jam

**Peralatan** : Cetok semen, kuas, raskam, ember cor



*(Searah jarum jam) Proses pencampuran semen dan pasir, mengikis dinding bagian dalam kubah, memberikan lapisan dinding bagian dalam kubah*

Segera setelah langit-langit bagian dalam kubah bersih dari pasir maupun tanah, maka tahap berikutnya adalah melakukan pelapisan pada permukaan langit-langit untuk memastikan kedap udara pada bagian dalam kubah. Pelapisan dilakukan sebanyak 6 (enam) tahapan sebagai berikut :

- 6.1 Lapisan 1 : Campurkan semen dengan air dengan perbandingan 1 semen : 5 air, aduk dengan rata, selanjutnya sapukan pada permukaan langit-langit dengan menggunakan kuas.

- 6.2 Lapisan 2 : Buatlah adukan dengan perbandingan 1 semen : 3 pasir, aduk dengan rata. Selanjutnya lakukan pemlesteran dengan menggunakan cetok semen dan raskam ke seluruh permukaan langit-langit dengan ketebalan  $\pm 10$  mm.
- 6.3 Lapisan 3 : Ulang proses pada point 6.1.
- 6.4 Lapisan 4 : Buatlah adukan dengan perbandingan 1 semen : 2 pasir, aduk dengan rata, selanjutnya lakukan pemlesteran dengan menggunakan cetok semen dan raskam keseluruhan permukaan langit-langit dengan ketebalan  $\pm 5$  mm.
- 6.5 Lapisan 5 : Campurkan semen dengan cat *acrylic emulsion paint* dengan perbandingan 10 semen : 1 *cat acrylic emulsion paint*, aduk dengan rata. Selanjutnya sapukan pada permukaan langit-langit dengan ketebalan  $\pm 5$ mm dengan menggunakan cetok semen dan raskam.
- 6.6 Lapisan 6 : Terakhir campurkan 2 semen dan 1 *cat acrylic emulsion paint*, aduk dengan rata. Selanjutnya lakukan pelapisan secara merata pada langit-langit dengan menggunakan kuas.

Lakukan tahap demi tahap pelapisan secara teliti, sehingga seluruh permukaan langit-langit benar-benar tertutup dan tidak ditemukan sedikit celah yang tertinggal.

Proses pelapisan dari tahap satu ke tahap selanjutnya harus mempertimbangkan waktu pengeringan masing-masing tahap sebelumnya. Artinya pastikan tahap 1 (satu) mengering, sebelum melakukan tahap 2 (dua), dan seterusnya.

## 7. Pembuatan *turret* dan *outlet*

**Durasi** : *Turret* 1-2 jam, *Outlet* 6-8 jam

**Peralatan** : Cetok semen, ember cor, meteran, sekop



(dari kiri kekanan) Proses pembuatan menara kecil, Kubah yang sudah jadi.

### **Turret**

*Turret* merupakan menara kecil yang tersusun dari batu bata yang direkatkan dengan adukan semen dan pasir, yang berguna untuk melindungi Katup Gas Utama (KGU). Setelah kubah selesai (permukaan luar kubah mulai mengering), dimana pada proses ini masih menunggu proses pengeringan sampai pada hari ke-3 (tiga), segera buat menara kecil ini untuk melindungi PGU. Jika terlambat akan berpotensi adanya kebocoran pada celah

dimana PGU dipasang tepat di atas kubah. *Turret* boleh berbentuk persegi empat (36 cm x 36 cm) atau berbentuk lingkaran dengan diameter 20 cm. Pastikan tinggi *turret* minimal 40 cm. *Turret* juga dapat dibangun dengan menggunakan campuran beton.



Gambar tutup Outlet



Gambar Turret

### Outlet

*Outlet* merupakan bagian yang sangat penting dalam proses terjadinya tekanan pada sebuah reaktor biogas, oleh sebab itu *outlet* harus dibuat dengan teliti dan sesuai dengan yang tertuang dalam gambar BIRU. Tidak diperkenankan untuk mengubah bentuk, posisi dan ukuran *outlet*, karena akan berakibat pada tidak optimalnya tekanan yang terjadi dalam reaktor biogas.

Posisi *outlet* tepat berada di atas lubang manhole dan beririsan dengan kubah beton reaktor biogas. Idealnya pembangunan sebuah *outlet* dilakukan jika kubah beton dan *manhole* sudah terbangun sempurna.

- 7.1 Buat galian di atas *manhole* sesuai dengan yang tertuang pada gambar BIRU. Selalu tambahkan  $\pm 25\text{-}30$  cm agar galian lubang lebih lebar sehingga memudahkan melakukan pemasangan dinding *outlet*.
- 7.2 Hamparkan pasir setebal  $\pm 3$  cm pada dasar galian *outlet* lalu letakkan batu bata secara berjajar seperti pada proses pembangunan lantai kerja reaktor biogas.
- 7.3 Buat adukan 1 semen : 4 pasir, kemudian lapiskan secara merata di atas permukaan batu bata setebal  $\pm 2$  cm. Pastikan permukaan lantai *outlet* ini halus dan benar-benar rata.
- 7.4 Setelah lantai *outlet* mengering, lanjutkan proses pemasangan dinding *outlet* dengan adukan 1 semen : 4 pasir. Setelah dinding terpasang sesuai dengan gambar BIRU, lanjutkan untuk melakukan plasteran pada dinding bagian dalam *outlet* dengan menggunakan adukan 1 semen : 4 pasir. Pastikan pemasangan dinding *outlet* benar-benar tegak lurus (vertikal), halus dan rata.
- 7.5 Ketika dinding *outlet* selesai dibangun, lakukan proses pengurugan dan pemadatan tanah pada bagian luar dinding *outlet*. Tahap ini harus dilakukan dengan hati-hati sehingga tidak terjadi keretakan pada dinding *outlet*. Bagian luar dinding *outlet* tidak perlu diplaster.

- 7.6 Pada tahap pembuatan outlet ini juga harus dipastikan dalam menempatkan *overflow* (lubang luapan) sesuai dengan gambar BIRU.
- 7.7 Sebaiknya bagian dasar lubang *overflow* dibangun minimal  $\pm 5$  cm lebih tinggi dari muka tanah asli untuk mencegah masuknya aliran air dari luar ke dalam *outlet*.
- 7.8 Akan lebih sempurna jika di sekeliling bagian luar *outlet* yang ada di permukaan tanah, dibuatkan saluran kecil untuk aliran air.
- 7.9 Setelah *outlet* terbangun sempurna, lanjutkan untuk membuat tutup *outlet*\* dengan campuran beton bertulang (1 semen : 2 pasir : 3 kerikil), dan gunakan besi berdiameter minimal 8 mm sebagai tulangan, rangkaikan besi menggunakan kawat bendrat dengan jarak maksimal 15 cm. Untuk reaktor biogas ukuran 10 m<sup>3</sup> dan 12 m<sup>3</sup> digunakan besi berdiameter minimal 10 mm. Ketebalan tutup beton ini adalah minimal 7,5 cm. Perhatikan tabel di bawah ini.

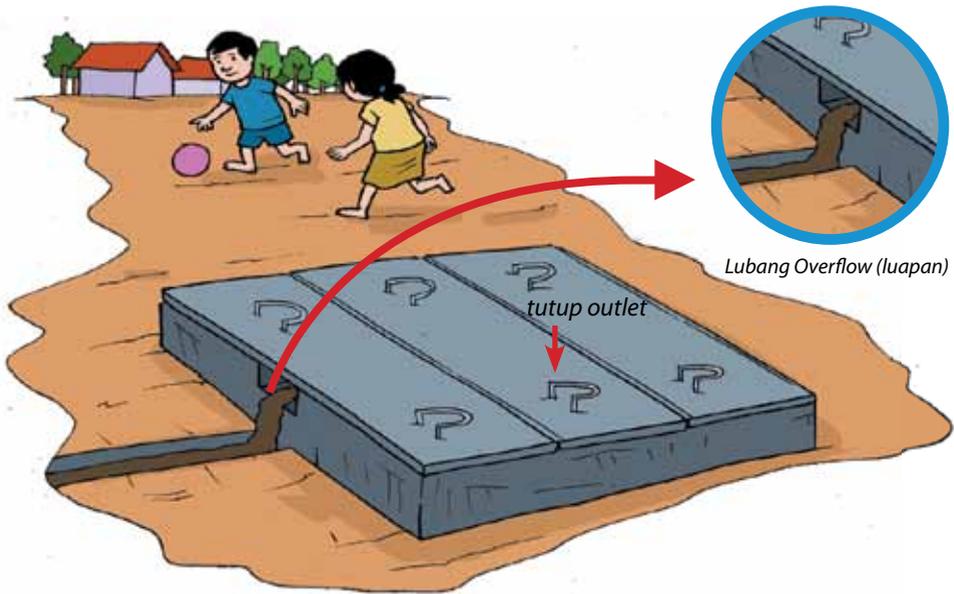
Dimensi tutup *outlet* dijelaskan dalam tabel berikut:

Ukuran reaktor	Ukuran penutup dalam cm		Jumlah penutup	Diameter besi tulangan
	Panjang	Lebar		
4	164	62	3	8
6	174	68	3	8
8	184	72	3	8
10	194	78	3	10
12	204	82	3	10

\*tutup *outlet* : merupakan lempeng plat beton yang berfungsi untuk menutup bagian atas *outlet* agar dapat menghambat air hujan masuk dalam reaktor biogas dan juga mencegah penguapan *slurry* dalam *outlet*. Terlebih lagi bertujuan untuk menghindarkan hewan ternak dan manusia jatuh ke dalam *outlet*. Tutup *outlet* juga dapat dibuat pada saat proses pembuatan lantai kerja atau pada saat pengecoran kubah reaktor, sehingga tutup sudah kering dan siap digunakan segera ketika outlet terbangun. Pastikan besi tulangan seluruhnya terselimuti dengan beton sehingga besi tidak mudah berkarat.



Proses pembuatan lempeng penutup outlet



### 8. Pembangunan inlet

**Durasi** : 5- 8 jam

**Peralatan** : Cetok semen, ember cor, meteran, paku, benang



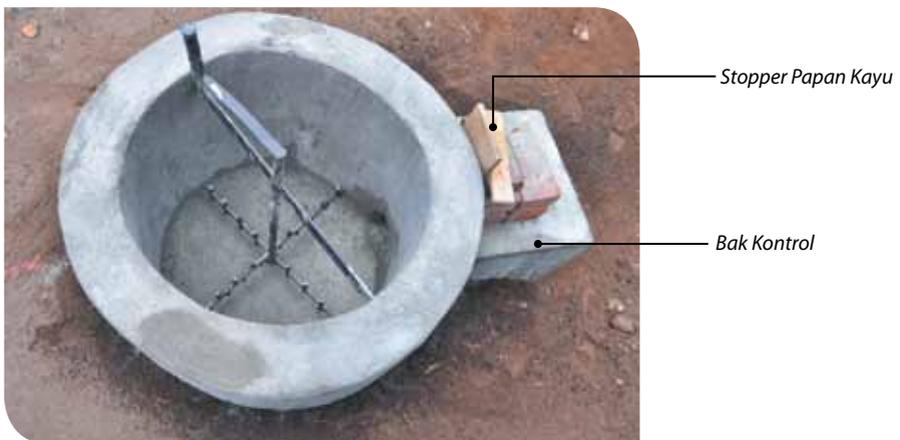
Proses konstruksi inlet

Pembangunan sebuah *inlet* biasanya dilakukan pada tahap akhir atau setelah reaktor dan outlet selesai terbangun sempurna. Namun untuk efisiensi waktu, *inlet* dan *outlet* dapat dikerjakan secara bersamaan.

Untuk membangun sebuah *inlet* wajib diperhatikan sebagai berikut:

- 8.1 Pastikan posisi pipa *inlet* sejajar atau segaris lurus dengan posisi PGU dan lubang luapan (*overflow*)
- 8.2 Bentuk *inlet* adalah bundar atau melingkar, dibangun menggunakan pasangan bata merah yang disusun zigzag melingkar seperti membuat dinding reaktor.
- 8.3 Sebelum mendirikan dinding *inlet*, buatlah terlebih dahulu sebuah pondasi dimana akan diletakkan *inlet*, yang dibangun dengan cara meletakkan bata merah secara berjajar (seperti pada tahap membangun lantai *outlet*). Jangan lupa hamparkan pasir setebal  $\pm 3$  cm sebelum meletakkan bata merah.

- 8.4 Lanjutkan dengan lapisan plasteran di atas bata merah yang berjajar dengan ketebalan  $\pm 2$  cm dan biarkan kering beberapa saat sebelum mendirikan dinding *inlet*.
- 8.5 Bentuk pondasi *inlet* dapat dibuat bundar atau melingkar, namun agar lebih praktis juga dapat dibuat persegi empat.
- 8.6 Permukaan bagian atas pondasi *inlet* inilah yang sekaligus merupakan bagian dasar atau bawah *inlet*. Sangat penting untuk diperhatikan bahwa bagian dasar atau bagian bawah *inlet* lebih tinggi  $\pm 15$  cm dari bagian dasar lubang luapan (*overflow*).
- 8.7 Selanjutnya ambil titik pusat pada pondasi yang sudah dibuat. Tancapkan paku kecil pada titik pusat kemudian tarik benang dengan mengikatkan sebuah paku kecil pada ujung lainnya yang dapat digunakan untuk membuat garis pada pondasi. Tahapan ini seperti pada saat tahapan membuat dinding reaktor.
- 8.8 Pastikan ukuran inlet sesuai dengan gambar BIRU, setelah tanda garis lingkaran terbentuk, segera cabut paku pada titik pusat dan ganti dengan sebuah "as" *mixer* (pengaduk) yang terbuat dari besi. Ada beberapa cara dalam menempatkan "as" ini, yaitu dapat sekaligus dipasang pada saat pembuatan pondasi *inlet* jika memungkinkan, namun bisa juga setelah pondasi terbangun sempurna. Pada tahap ini dapat menggunakan lebar putaran *mixer* sebagai ukuran sehingga ketika dinding berdiri, *mixer* tidak akan bersinggungan dengan dinding *inlet* bagian dalam.
- 8.9 Selanjutnya segera dirikan dinding *inlet*. Tahapan ini seperti pada tahap pembangunan dinding reaktor sebelumnya. Pada saat ketinggian dinding *inlet* mencapai  $\pm 45$  cm pasanglah batang besi pengikat *mixer* di antara pasangan bata merah. Pastikan batang besi kuat terpasang dalam posisi lurus (horizontal) dan tegak lurus dengan "as" yang ada di dasar *inlet*. Setelah itu lanjutkan pemasangan dinding *inlet* hingga mencapai tinggi 60 cm.
- 8.10 Jangan lupa untuk membuat bak kontrol menempel pada dinding *inlet* bagian luar. Akan lebih baik jika bak kontrol ini dibuat bersamaan pada saat membuat dinding *inlet*, sehingga terjadi ikatan antara dinding *inlet* dan bak kontrol. Lengkapi dengan sebuah *stopper* yang dibuat dari papan kayu.



Posisi *mixer* pada *inlet*.

- 8.11 Lanjutkan dengan melakukan *finishing* pada dinding *inlet* dan bak kontrol di bagian luar dan dalamnya dengan plasteran 1 semen : 4 pasir, dengan ketebalan  $\pm 1,5$  cm.

## 9. Instalasi pemipaan dan peralatan (apliansi) biogas

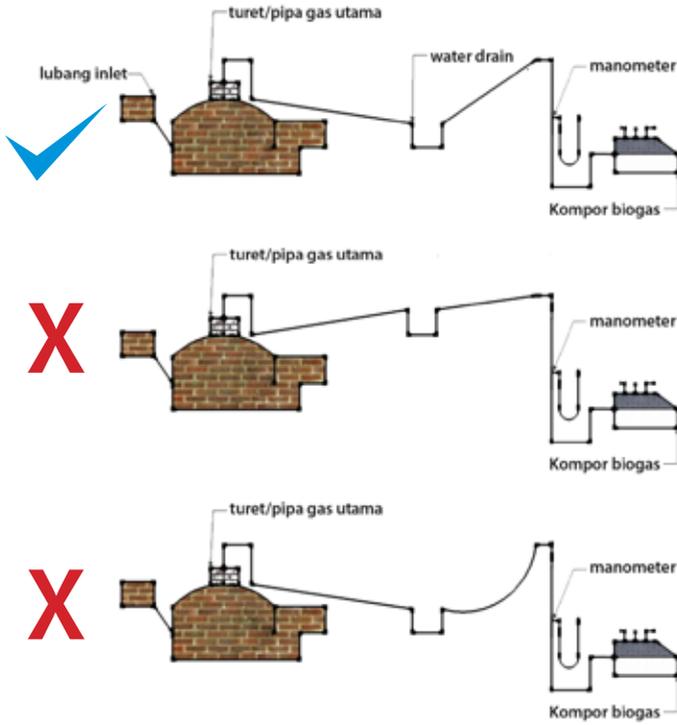
**Durasi** : 1 hari

**Peralatan** : Gergaji besi, gunting, lem pvc, pisau *cutter*, selotip pipa, ampelas, meteran

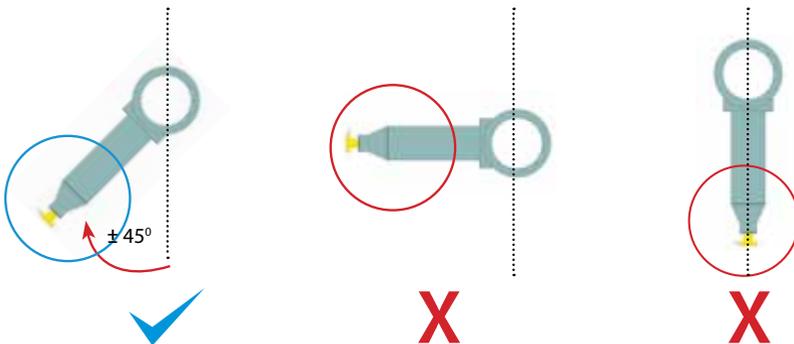


Bagian ini biasanya dilakukan saat seluruh bangunan reaktor , mulai dari inlet, reaktor dan outlet beserta tutupnya telah berdiri dengan sempurna.

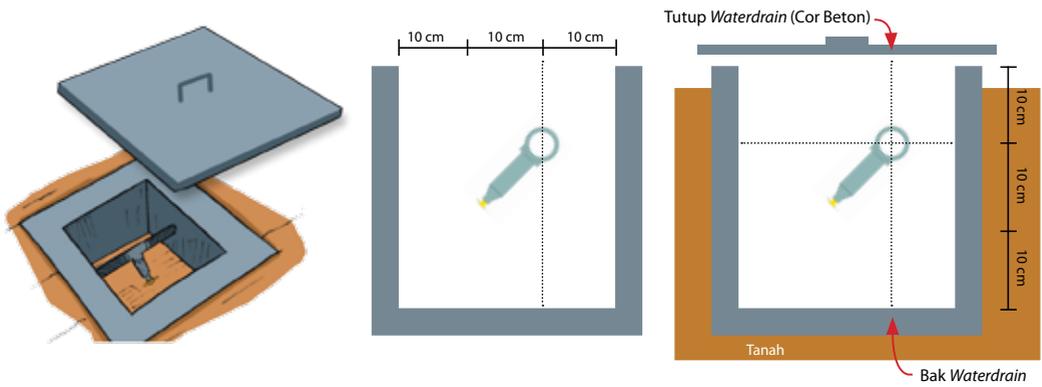
- 9.1 Pastikan pipa saluran yang digunakan sudah sesuai dengan standar BIRU. Hindari jarak yang terlalu jauh antara reaktor biogas dengan titik pengguna (dapur, kompor, lampu). Jarak terjauh yang direkomendasikan adalah 12 m sehingga kinerja reaktor dapat tetap optimal.
- 9.2 Selanjutnya pasang pipa pertama pada ujung KGU, bersihkan ujung-ujung pipa dengan ampelas, dan gunakan lem PVC (rekomendasi BIRU) untuk merekatkannya. Jika ada pasangan yang menggunakan sok drat, gunakan lapisan selotip sebelum mengencangkan antara ujung sok drat. Direkomendasikan untuk lapisan selotip pada sok drat adalah 7 s.d 10 putaran/ lapisan.
- 9.3 Lanjutkan dengan pipa kedua. Dalam setiap pemasangan pipa dianjurkan untuk membuat kemiringan 1-2 % dari arah reaktor menuju bak kontrol *water drain*. Begitu pula dari arah titik pengguna menuju bak kontrol *water drain*. Sederhananya, kemiringan minimal adalah 1 s.d 2 cm setiap 1 m panjang pipa saluran. Sebagai contoh, jika panjang pipa dari KGU menuju bak kontrol *water drain* adalah 2 batang pipa PVC (atau 8 m) maka kemiringan pipa adalah 8 s.d 16 cm menurun ke arah bak kontrol *water drain*.
- 9.4 Seluruh sambungan pipa harus dipendam dalam tanah sekurang-kurangnya 15 cm dari permukaan tanah. Hal ini untuk mencegah agar tidak terinjak atau terlindas yang dapat mengakibatkan kerusakan.
- 9.5 Pada tahap pemasangan pipa saluran ini juga dapat dilakukan bersamaan dengan tahap pembuatan bak kontrol *water drain*.



Pemasangan intalasi pipa yang benar dengan kemiringan 1 - 2%



Posisi - kemiringan Waterdrain ( $\pm 45^\circ$ )



Posisi menempatkan Waterdrain pada bak kontrol

- 9.6 Setelah instalasi luar terpasang, lanjutkan dengan memasang instalasi pipa bagian dalam ruang titik pengguna. Pastikan memasang *gas tap* yang sesuai standar BIRU dan pasang manometer sesuai standar BIRU yang berfungsi sebagai alat pemantau tekanan biogas pada reaktor.
- 9.7 Setelah semua instalasi pipa bagian luar maupun dalam selesai, lanjutkan dengan tahapan proses uji kebocoran pada instalasi pemipaan.

## 10. Uji kebocoran gas

**Durasi** : 1-2 jam

**Peralatan** : Gelembung sabun, pompa, ember air

Kebocoran gas biasanya terjadi di tempat-tempat sebagai berikut:

- 10.a Kebocoran yang terjadi antara kubah dengan katup gas utama (kebocoran pada *turret*).
- 10.b Kebocoran yang terjadi pada katup gas utama (bocor pada sambungan pipa dengan katup gas utama).
- 10.c Kebocoran pada sambungan katup gas utama menuju pipa saluran.
- 10.d Kebocoran pada sambungan-sambungan pipa.
- 10.e Kebocoran pada sambungan pipa dengan apliansi (pipa dengan selang gas melalu *gas tap* atau selang gas dengan kompor).
- 10.f Kebocoran pada apliansi (kompor yang bocor).

Untuk memeriksa kebocoran tersebut lakukan langkah-langkah berikut:

- 10.1 Campurkan sabun dan air kemudian aduk hingga berbusa.
- 10.2 Langkah 10.1 dan 10.2 dilakukan dengan asumsi titik-titik sambungan yang berpotensi mengalami kebocoran. Jika terjadi kebocoran busa-busa akan pecah dan bergerak.
- 10.3 Metode point 10.7 dan 10.8 dengan asumsi bahwa reaktor biogas telah diisi dengan kotoran hewan dan sudah menghasilkan biogas.
- 10.4 Pastikan manometer sudah terisi dengan air.

Jika dalam reaktor belum terisi kotoran hewan (belum menghasilkan biogas/reaktor baru) lakukan langkah-langkah berikut ini :

- 10.5 Tutup katup gas utama dan tutup *water drain*.
- 10.6 Tarik selang karet dari dari kompor kemudian masukan udara melalui selang tersebut dengan menggunakan pompa ban sepeda.
- 10.7 Lakukan proses seperti pada poin 10.2
- 10.8 Pastikan manometer sudah terisi dengan air.

Pengujian kebocoran juga dapat dilakukan dengan metode pengasapan dengan langkah sebagai berikut :

- 10.9 Isi penuh reaktor dengan menggunakan air sampai mencapai ketinggian 15 cm di bawah permukaan *manhole*.



- 10.10 Tempatkan benda yang mudah terbakar (sekam padi, ban bekas) atau yang dapat menghasilkan asap pada wadah yang dapat mengapung di atas permukaan air.
- 10.11 Masukkan wadah tersebut kedalam reaktor secara berhati-hati, kemudian lanjutkan mengisi air sampai kira-kira 5 cm di atas permukaan *manhole*
- 10.12 Asap akan memenuhi ruang bagian dalam kubah dan akan menuju/keluar pada titik-titik yang terjadi kebocoran.
- 10.13 Lakukan proses seperti pada poin 10.2 dan pastikan manometer sudah terisi dengan air.

Periksa apakah ada titik kebocoran di setiap sambungan pipa



## 11. Uji kebocoran air

**Durasi :** 1-2 hari

**Peralatan :** Ember air, meteran

Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya potensi kebocoran pada struktur reaktor biogas (lantai reaktor, dinding reaktor, lantai *outlet*, dinding *outlet*). Lakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- 11.1 Isi reaktor dengan air hingga mencapai dasar *overflow* pada tangki *outlet*. Biarkan selama 3-4 jam hingga dinding menyerap air.
- 11.2 Selanjutnya berikan tanda pada tinggi permukaan air pada dinding *outlet*. Pastikan ketinggian air stabil atau permukaan air tenang.
- 11.3 Biarkan selama 24 jam setelah itu cek kembali tinggi permukaan air.
- 11.4 Amati perubahan ketinggian air setelah 24 jam lalu ukur perbedaannya. Apabila tingkat susut air lebih kecil dari 3-4 cm pada *outlet* maka reaktor tersebut dapat dikatakan sudah kedap air. Jika tingkat susut air melebihi 3-4 cm maka reaktor tersebut bisa dikatakan tidak kedap air (terjadi kebocoran).
- 11.5 Apabila penyusutan air berlangsung secara bertahap, tunggu sampai ketinggian permukaan air benar-benar berhenti menyusut. Pada garis permukaan air itulah terjadi kebocoran. Apabila penyusutan air sampai ke dasar lantai maka dapat dipastikan kebocoran terjadi pada lantai reaktor.
- 11.6 Jika sudah ditemukan lokasi kebocoran maka segera lakukan plesteran ulang.



Cara mengisi reaktor dengan air - melalui Outlet



# Pencegahan dan Pertolongan Pada Kesalahan Penggunaan



## 1. Dilarang Keras!

- Masuk ke dalam *Manhole* pada saat pengisian perdana.
- Membiarkan *Outlet* tetap terbuka.



## 3. Agar lebih aman, gunakan sarung tangan dan penutup muka pada saat pengisian kohe ke dalam *Inlet*.

Jika hal tersebut tidak dilakukan, jangan lupa untuk selalu melakukan langkah nomor 2.



## 4. Jangan meletakkan kompor di dekat barang-barang yang mudah terbakar!

Sebelum menyalakan kompor, selalu pastikan ventilasi ruangan berjalan baik (Ada pintu atau jendela yang terbuka ke arah luar rumah).



## 2. Cuci tangan dengan sabun sesudah mengisi kohe ke dalam *Inlet*.

## 5. Jika tersambar api kompor, segera lakukan:

- Matikan kompor.
- Basuh bagian tubuh yang tersambar api dengan air mengalir selama +/- 1 menit atau rendam dalam air dingin.
- Minta pertolongan orang terdekat apabila tidak mampu.
- Ambil perban/ kain bersih, lembabkan dengan air dan balut bagian tubuh yang tersambar api.
- Apabila jari-jari tangan/ kaki tersambar api, selipkan kapas/ kain bersih di sela jari sebelum dibalut agar jari-jari tidak saling menempel/ lengket.



## 6. Jika mata terkena sambaran api kompor:

- Jangan membuka mata.
- Minta pertolongan orang terdekat untuk:
  - Mematikan kompor
  - Membasuhkan bagian tubuh yang tersambar api dengan air mengalir selama +/- 1 menit.
  - Membalutkan perban/ kain bersih yang dilembabkan pada kedua mata.
  - Mengantar ke puskesmas/ rumah sakit untuk pertolongan lebih lanjut.



Jangan mengoleskan pasta gigi, mentega, kecap atau bahan lain ke luka bakar karena dapat mengakibatkan infeksi!

## 7. Jika tiba-tiba mengalami sesak nafas, pusing, atau kepala terasa ringan, usahakan tetap tenang dan segera lakukan:

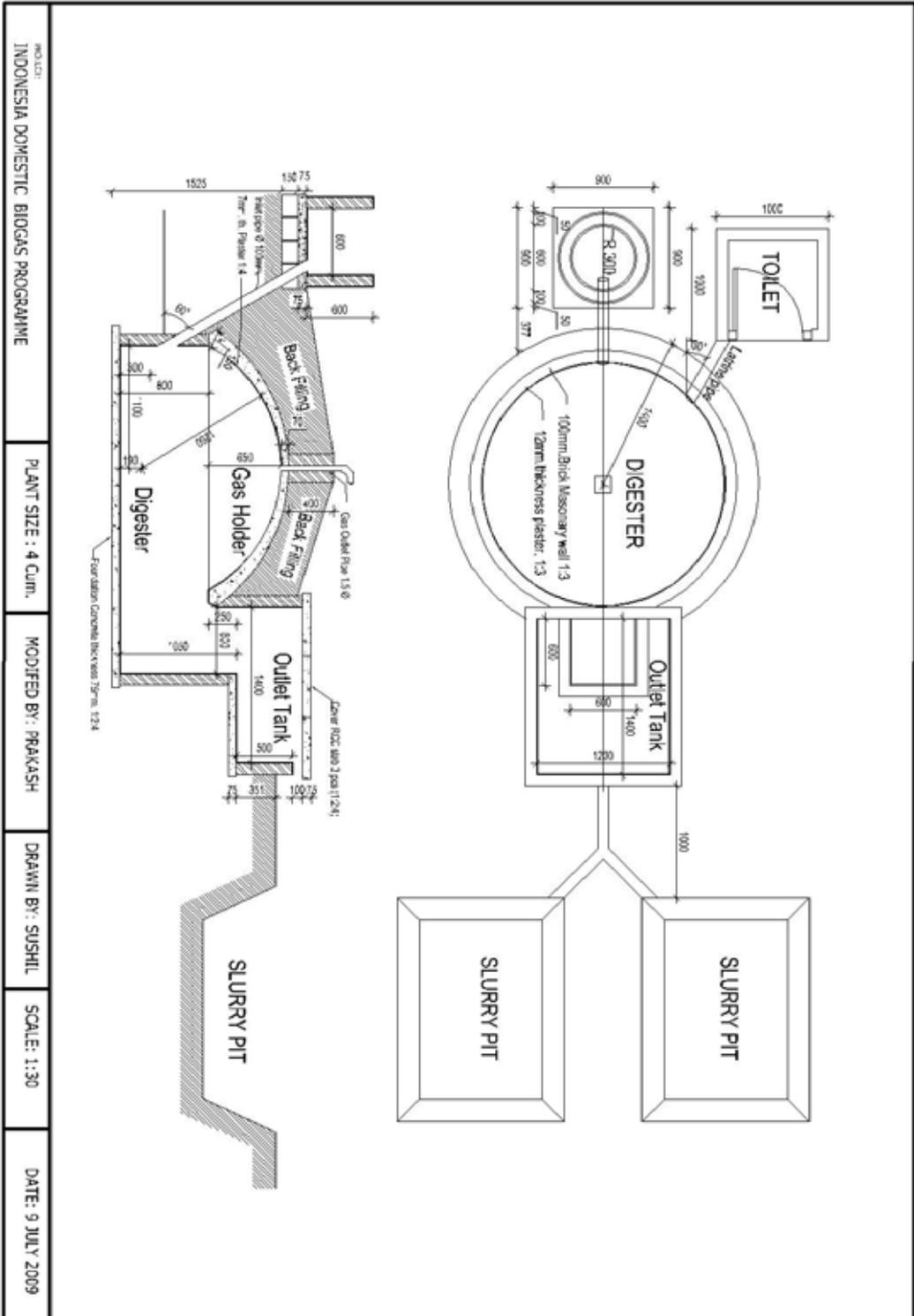
- Tutup hidung dan mulut. Bernafaslah sesedikit mungkin.
- Tutup *Gas Tap* (keran saluran gas di atas kompor) atau keran gas utama (jika sedang berada di lokasi reaktor).
- Keluar/ menjauh dari lokasi. Carilah udara segar.
- Berteriaklah meminta pertolongan.
- Evakuasi ke puskesmas/ rumah sakit untuk pertolongan lebih lanjut.



8. Jangan mencoba untuk memperbaiki sendiri jika terjadi kerusakan parah pada reaktor biogas (seperti: kebocoran/ keretakan pada reaktor atau pada pipa saluran gas) Segera hubungi teknisi Mitra Pembangunan terdekat.



# Gambar Kerja Reaktor BIRU



MODEL: INDONESIA DOMESTIC BIOGAS PROGRAMME

PLANT SIZE : 4 Cum.

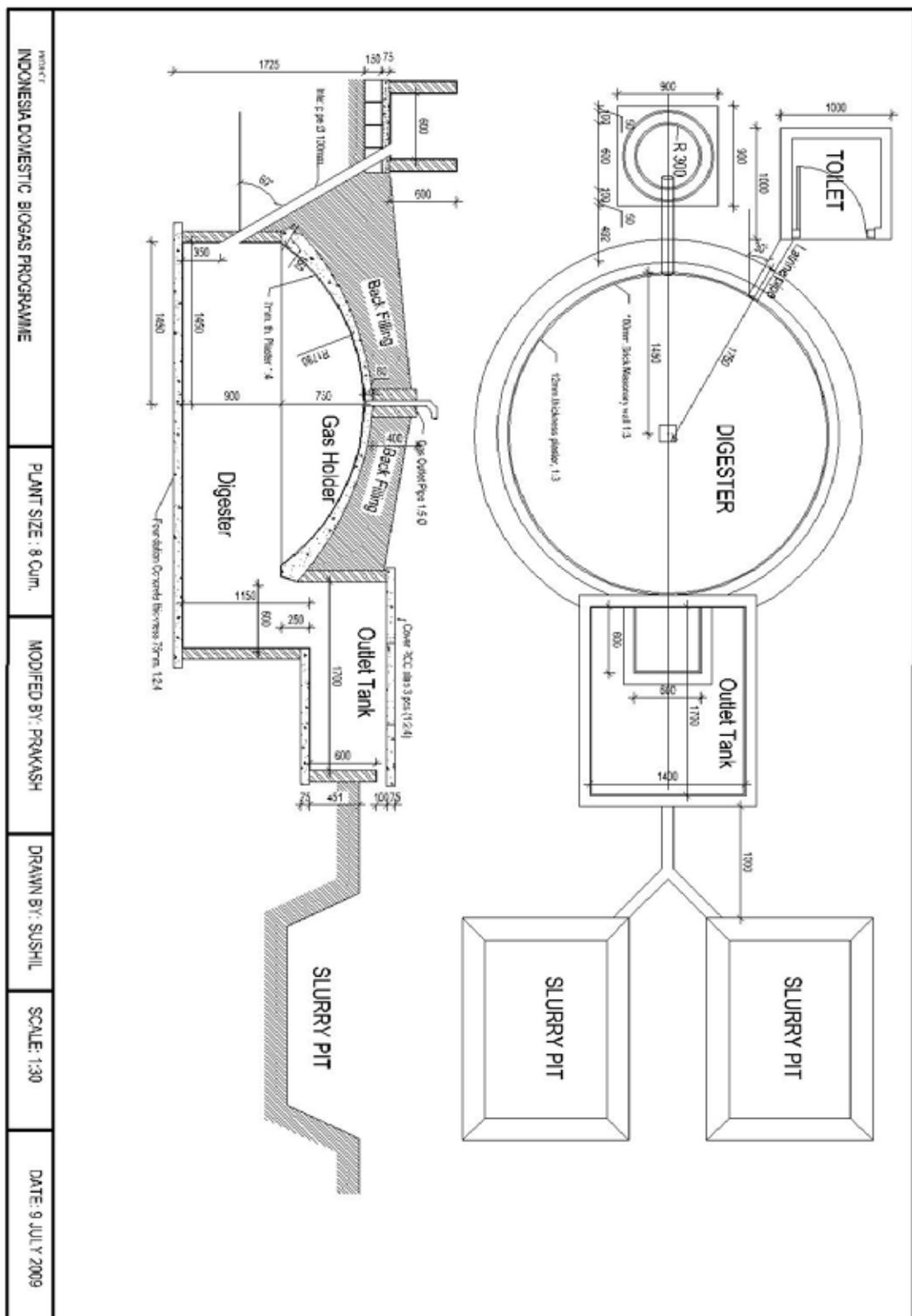
MODIFIED BY: PRAKASH

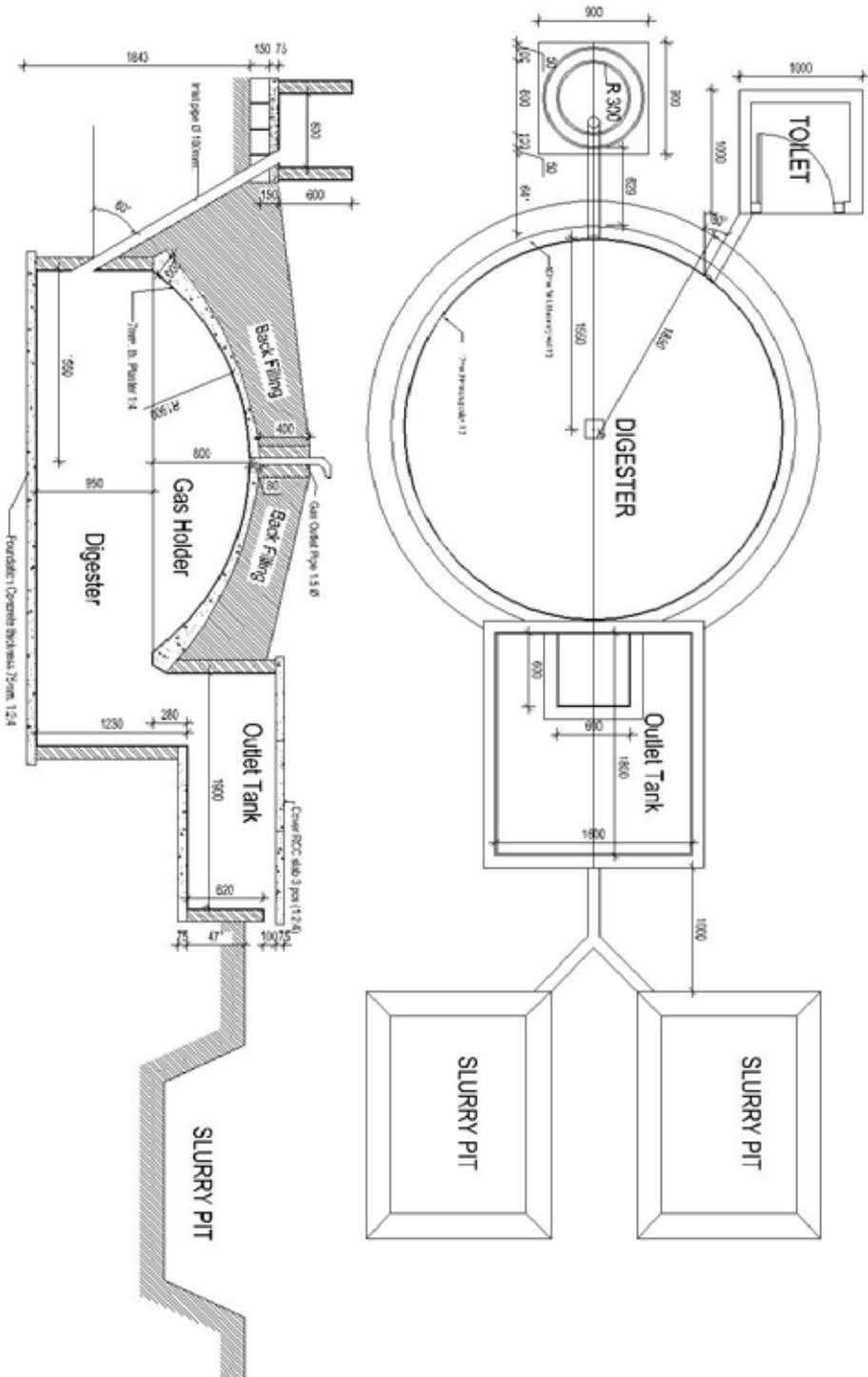
DRAWN BY: SUSHIL

SCALE: 1:30

DATE: 9 JULY 2009







PROJECT  
INDONESIA DOMESTIC BIOGAS PROGRAMME

PLANT SIZE : 10 Cum.

MODIFIED BY: PRAKASH

DRAWN BY: SUSHIL

SCALE: 1:30

DATE: 9 JULY 2009

