

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

TEKNOLOGI BIOGAS

PAKET KEAHLIAN : TEKNIK ENERGI BIOMASSA

Program Keahlian : Teknik Energi Terbarukan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2015

TEKNOLOGI BIOGAS

PAKET KEAHLIAN : TEKNIK BIOMASSA

PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK ENERGI TERBARUKAN

Penyusun:

Tim PPPPTK

BMTI



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN**

2015

KATA PENGANTAR

Undang–Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen mengamanatkan adanya pembinaan dan pengembangan profesi guru secara berkelanjutan sebagai aktualisasi dari profesi pendidik. Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) dilaksanakan bagi semua guru, baik yang sudah bersertifikat maupun belum bersertifikat. Untuk melaksanakan PKB bagi guru, pemetaan kompetensi telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) bagi semua guru di Indonesia sehingga dapat diketahui kondisi objektif guru saat ini dan kebutuhan peningkatan kompetensinya.

Modul ini disusun sebagai materi utama dalam program peningkatan kompetensi guru mulai tahun 2016 yang diberi nama diklat PKB sesuai dengan mata pelajaran/paket keahlian yang diampu oleh guru dan kelompok kompetensi yang diindikasikan perlu untuk ditingkatkan. Untuk setiap mata pelajaran/paket keahlian telah dikembangkan sepuluh modul kelompok kompetensi yang mengacu pada kebijakan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan tentang pengelompokan kompetensi guru sesuai jabaran Standar Kompetensi Guru (SKG) dan indikator pencapaian kompetensi (IPK) yang ada di dalamnya. Sebelumnya, soal UKG juga telah dikembangkan dalam sepuluh kelompok kompetensi. Sehingga diklat PKB yang ditujukan bagi guru berdasarkan hasil UKG akan langsung dapat menjawab kebutuhan guru dalam peningkatan kompetensinya.

Sasaran program strategi pencapaian target RPJMN tahun 2015–2019 antara lain adalah meningkatnya kompetensi guru dilihat dari *Subject Knowledge* dan *Pedagogical Knowledge* yang diharapkan akan berdampak pada kualitas hasil belajar siswa. Oleh karena itu, materi yang ada di dalam modul ini meliputi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional. Dengan menyatukan modul kompetensi pedagogik dalam kompetensi profesional diharapkan dapat mendorong peserta diklat agar dapat langsung menerapkan kompetensi pedagogiknya dalam proses pembelajaran sesuai dengan substansi materi yang diampunya. Selain dalam bentuk *hard-copy*, modul ini dapat diperoleh juga dalam bentuk digital, sehingga guru dapat lebih mudah mengaksesnya kapan saja dan dimana saja meskipun tidak mengikuti diklat secara tatap muka.

Kepada semua pihak yang telah bekerja keras dalam penyusunan modul diklat PKB ini, kami sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Jakarta, Desember 2015
Direktur Jenderal,

Sumarna Surapranata, Ph.D
NIP: 195908011985031002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi.....	3
D. Ruang Lingkup.....	4
E. Saran Cara Penggunaan Modul	4
KEGIATAN PEMBELAJARAN.....	4
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : PENGEMBANGAN EKSTRAKURIKULER UNTUK AKTUALISASI DIRI PESERTA DIDIK.....	4
A. Tujuan	6
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	6
C. Uraian Materi.....	7
SISTEMATIKA.....	26
LAPORAN PROYEK.....	26
D. Aktivitas Pembelajaran.....	30
E. Rangkuman	37
F. Tes Formatif	39
G. Kunci Jawaban	43
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : BIOGAS	44

A. Tujuan	44
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	44
C. Uraian Materi.....	44
D. Aktivitas Pembelajaran	49
E. Menghitung jumlah bahan hasil identifikasi yang bervariasi, sehingga Rangkuman ..	49
F. Tes Formatif	50
G. Kunci Jawaban	52
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 : PENGGUNAAN DAN PEMANFAATAN BIOGAS	53
A. Tujuan	53
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	53
C. Uraian Materi.....	53
D. Aktivitas Pembelajaran	66
E. Rangkuman	66
F. Tes Formatif	66
G. Kunci Jawaban	69
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 : SEJARAH PENGEMBANGAN BIOGAS	70
A. Tujuan	70
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	70
C. Uraian Materi.....	70
D. Aktivitas Pembelajaran	87
E. Rangkuman	87
F. Tes Formatif	88
G. Kunci Jawaban	90
KEGIATAN PEMBELAJARAN 5 : DESAIN PEMBANGKIT BIOGAS.....	91

A. Tujuan	91
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	91
C. Uraian Materi.....	91
D. Aktivitas Pembelajaran	104
E. Rangkuman	104
F. Tes Formatif.....	105
G. Kunci Jawaban	107
KEGIATAN PEMBELAJARAN 6 : TEKNIK KONSTRUKSI RANCANGAN KUBAH TETAP	108
A. Tujuan	108
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	108
C. Uraian Materi.....	108
D. Aktivitas Pembelajaran	198
E. Rangkuman	198
F. Tes Formatif.....	201
G. Kunci Jawaban	203
KEGIATAN PEMBELAJARAN 7 : PENGGUNAAN BIO - SLURRY	204
A. Tujuan	204
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	204
C. Uraian Materi.....	204
D. Aktivitas Pembelajaran	218
E. Rangkuman	218
F. Tes Formatif.....	218
G. Kunci Jawaban	220
PENUTUP.....	221

DAFTAR PUSTAKA	227
GLOSARIUM	228

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.0. Biogas sebagai energi	54
Gambar 3.1. Diagram Pemanfaatan biogas	55
Gambar 3.2. Contoh rancangan kompor biogas	56
Gambar 3.3. Contoh modifikasi burner kompor biogas	56
Gambar 3.4. Kompor biogas digunakan memasak air	56
Gambar 3.5. Lampu biogas	57
Gambar.3.6. Alat pemurni biogas/metan	60
Grafik 1. Prestasi dari 1981–82 untuk 2007–08 di India	74
Grafik 2. Pengembangan Biogas di Pedesaan China	75
Gambar 5.1. KVIC Floating Gas Holder System	95
Gambar 5.2. Model Cina Fixed Dome Biogas Plant	96
Gambar 5.3 . GGC Nepal Concrete Model Biogas Plant	97
Gambar 5.4. Deenbandhu Biogas Plant	98
Gambar 5.5. Taiwanese PVC Bag Digester	98
Gambar 5.6. Plug Flow Digester	99
Gambar 5.7. Anaerobic Filter	100
Gambar 5.8. Terowongan Tipe Plant	101
Gambar 5.9. Upflow Anaerobic Sludge Blanket (USAB)	102
Gambar 5.10. Schematics Puxin Plant	104
Gambar 6.1 Reaktor yang Ada di Bangladesh	110
Gambar 6.2 Reaktor yang Ada di Tanzania	111
Gambar 6.3 Reaktor yang Ada di KambBoja	111
Gambar 6.4 skemabiogas plastik	113
Gambar 6.5 Reaktorbiogasdarifibreglass	114
Gambar 6.6 Reaktor Biogas Dengan Bahan Dari Lembaran Baja	114
Gambar 6.7 Skema Bagan Alir dari Langkah-Langkah Pembangunan/Pemasangan Reaktor Biogas	117
Gambar 6.8 kerja konstruksi reaktor biogas dengan volume 6 m3	117

Gambar 7.1. Ilustrasi produksi biogas dan slurry	207
Gambar 7.2. Wujud slurry cair dan padat	215
Gambar 7.3. Manfaat bio slurry	219
Gambar 7.4. Cara pemanfaatan bio slurry di kebun	220

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Rata-rata komposisi kandungan Biogas	45
Tabel 2.	Perbandingan/ratio C/N beberapa material organik	49
Tabel 6.1	Formulir Pra-Konstruksi	121
Tabel 6.2.	Jumlah Ternak yang Dibutuhkan dan Produksi Gas Per Hari	125
Tabel 6.3	Ukuran plat penutup outlet dan tulangan yang dibutuhkan	154
Tabel 7.1	Perbandingan nutrien yang ada di kompos pupuk, FYM, Dan slurry	211

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Usaha pertanian yang mencakup tanaman bahan makanan (pangan), peternakan, hortikultura, perkebunan, perikanan dan perhutanan, berperan besar dalam rangka penyediaan pangan untuk mendukung ketahanan pangan nasional dalam memenuhi hak atas pangan dan menyumbang penerimaan devisa dan pendapatan domestik bruto (PDB). Guna mempertahankan dan meningkatkan peran tersebut, sektor pertanian menghadapi beberapa kendala dan masalah diantaranya : masih rendahnya kesejahteraan, tingginya tingkat kemiskinan petani/peternak dan nelayan, lahan pertanian yang semakin sempit, akses ke sumber daya produktif terbatas, rendahnya kualitas sumber dayam manusia (SDM) pertanian, penguasaan teknologi yang masih rendah, adanya limbah pertanian dan peternakan yang tidak dikelola serta menumpuk menjadi busuk sehingga menjadi penghasil gas penyumbang terbesar efek rumah kaca.

Ternak merupakan sumber bahan pangan bermutu, budidaya ternak dapat menghasilkan produk antara lain: telur, susu dan daging yang amat sangat penting bagi kebutuhan konsumsi manusia. Salah satu komoditi ternak yang potensial dapat dikembangkan secara besar-besaran adalah ternak ruminansia. Ternak sapi merupakan ternak ruminansia yang sudah banyak diusahakan oleh petani dan dikelola secara tradisional.

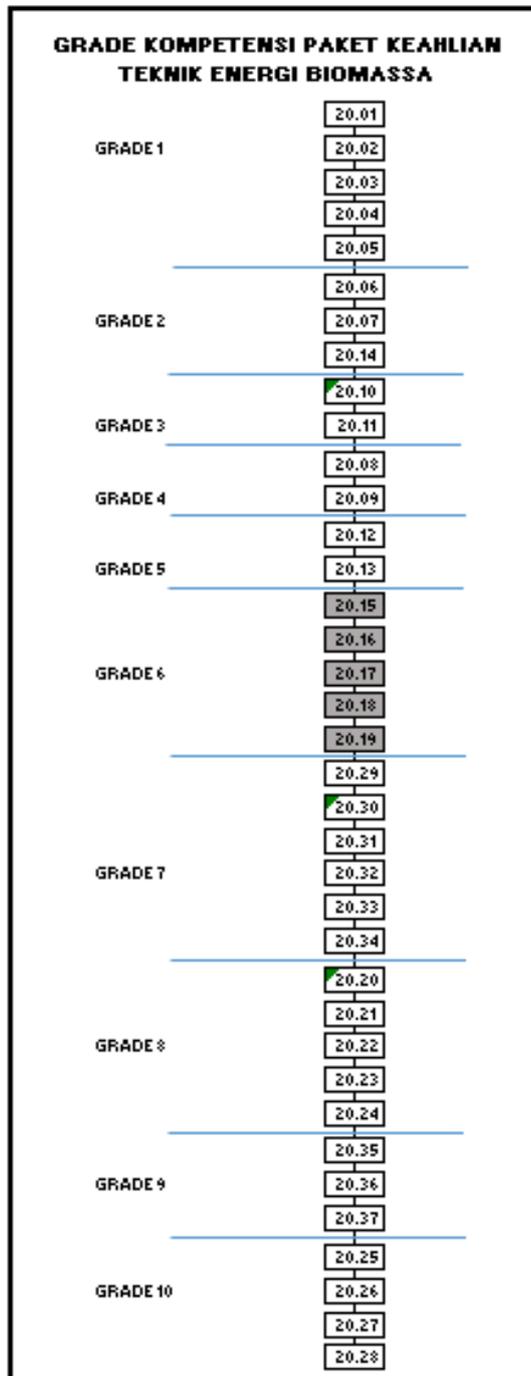
Kotoran ternak bila tidak dimanfaatkan dan tidak dikelola dengan baik dapat menurunkan mutu lingkungan (kesehatan) dan mengganggu kenikmatan hidup masyarakat. Tumpukan kotoran ternak yang tercecer akan terbawa oleh aliran air hujan ke daerah-daerah yang lebih rendah. Hal ini akan mencemari air tanah dan air sungai yang sebenarnya jauh dari lokasi peternakan. Gas methana (CH_4) yang dihasilkan secara alami oleh kotoran yang menumpuk merupakan gas penyumbang terbesar pada efek rumah kaca, bahkan lebih besar dibandingkan CO_2 . Permasalahannya sekarang,

bagaimana memanfaatkan kotoran dan teknologi apa yang paling tepat. Menurut Setiyawan (2005), penggunaan kotoran ternak sebagai bahan biogas merupakan pilihan yang tepat. Dengan teknologi sederhana ini, kotoran ternak yang tadinya hanya mencemari lingkungan dapat diubah menjadi sumber energi terbarukan yang sangat bermanfaat.

B. Tujuan

Setelah menyelesaikan modul ini, peserta diharapkan dapat mengerti, memahami dan menguasai pengelolaan biogas yaitu pengoperasian, pemanfaatan, pemeliharaan dan pengembangan biogas.

C. Peta Kompetensi



D. Ruang Lingkup

Modul ini berisi pengetahuan tentang pengelolaan biogas yaitu pengertian biogas, penggunaan dan pemanfaatan biogas, pengembangan biogas, berbagai desain pembangkit biogas, teknik konstruksi rancangan kubah tetap dan penggunaan bio-slurry

E. Saran Cara Penggunaan Modul

- Baca semua isi dan petunjuk pembelajaran modul mulai halaman judul hingga akhir modul ini. Ikuti semua petunjuk pembelajaran yang diikuti pada setiap Kegiatan Belajar
- Belajar dan bekerja dengan penuh tanggung jawab dan sepenuh hati, baik secara kelompok maupun individual sesuai dengan tugas yang diberikan.
- Kerjakan semua tugas yang diberikan dan kumpulkan sebanyak mungkin informasi yang dibutuhkan untuk meningkatkan pemahaman Anda terhadap modul ini.
- Jaga keselamatan dan keamanan kerja serta peralatan baik di kelas, laboratorium maupun di lapangan.
- Kompetensi yang dipelajari di dalam modul ini merupakan kompetensi minimal. Oleh karena itu disarankan Anda mampu belajar lebih optimal.
- Laporkan semua pengalaman belajar yang Anda peroleh baik tertulis maupun lisan sesuai dengan tugas setiap modul.

KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : PENGEMBANGAN EKSTRAKURIKULER UNTUK AKTUALISASI DIRI PESERTA DIDIK.

Pengembangan potensi peserta didik sebagaimana dimaksud dalam tujuan pendidikan nasional secara sistemik-kurikuler diupayakan melalui kegiatan intrakurikuler, kokurikuler,

dan ekstrakurikuler. Kegiatan intrakurikuler diselenggarakan melalui kegiatan terstruktur dan terjadwal sesuai dengan cakupan dan tingkat kompetensi muatan atau mata pelajaran. Kegiatan kokurikuler dilaksanakan melalui penugasan terstruktur dan mandiri terkait satu atau lebih dari muatan atau mata pelajaran. Kegiatan ekstrakurikuler yang merupakan kegiatan terorganisasi/terstruktur di luar struktur kurikulum setiap tingkat pendidikan yang secara konseptual dan praktis mampu menunjang upaya pencapaian tujuan pendidikan.

Peserta didik merupakan anggota masyarakat yang dipandang perlu mendapatkan layanan pendidikan agar dapat tumbuh menjadi individu yang berkualitas baik kualitas sikap, pengetahuan, maupun keterampilan. Sebagaimana diamanatkan oleh Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sisdiknas, Pasal 1 ayat (1) yang menyatakan bahwa pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Atas dasar ini, maka setiap pendidikan harus dapat memerankan fungsinya membentuk individu berkualitas baik kualitas sikap, pengetahuan, maupun keterampilan seiring dengan tuntutan zaman.

Dijelaskan pula pada Pasal 12 ayat (1) butir b pada Undang-Undang Sisdiknas tersebut bahwa peserta didik mendapatkan pelayanan pendidikan sesuai dengan bakat, minat, dan kemampuannya. Selanjutnya pada PP Nomor 13 Tahun 2015 tentang perubahan kedua atas PP Nomor 19 Tahun 2009 tentang Standar Nasional Pendidikan Pasal 1 ayat (21), ditegaskan bahwa peserta didik adalah anggota masyarakat yang berusaha mengembangkan potensi diri melalui proses pembelajaran yang tersedia pada jalur, jenjang, dan jenis pendidikan tertentu. Atas dasar hal tersebut, maka diperlukan kegiatan untuk mewadahi potensi peserta didik sebagaimana tercantum pada Permendikbud Nomor 62 Tahun 2014 tentang kegiatan Ekstrakurikuler pada Dikdasmen dan Permendikbud Nomor 63 Tahun 2014 tentang Pendidikan Kepramukaan sebagai ekstrakurikuler wajib. Wadah ini bermanfaat untuk mendorong bertumbuhnya potensi peserta didik secara optimal.

A. Tujuan

Setelah mengikuti pelatihan ini, peserta diharapkan memiliki kompetensi sebagai berikut:

1. Kemampuan menganalisis konsep, prinsip, manfaat, dan langkah-langkah kegiatan intrakurikuler dan ekstrakurikuler.
2. Kemampuan menganalisis kompetensi dasar mata pelajaran.
3. Kemampuan menganalisis keterkaitan antara kegiatan intrakurikuler dengan ekstrakurikuler.
4. Kemampuan menyusun program ekstrakurikuler.
5. Kemampuan melaksanakan program ekstrakurikuler.
6. Kemampuan melaksanakan penilaian dan evaluasi kegiatan ekstrakurikuler.
7. Kemampuan menyusun laporan hasil pelaksanaan kegiatan ekstrakurikuler.
8. Kemampuan merencanakan kegiatan tindak lanjut.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi materi Pengembangan Ektrakurikuler untuk Aktualisasi Diri Peserta Didik adalah sebagai berikut:

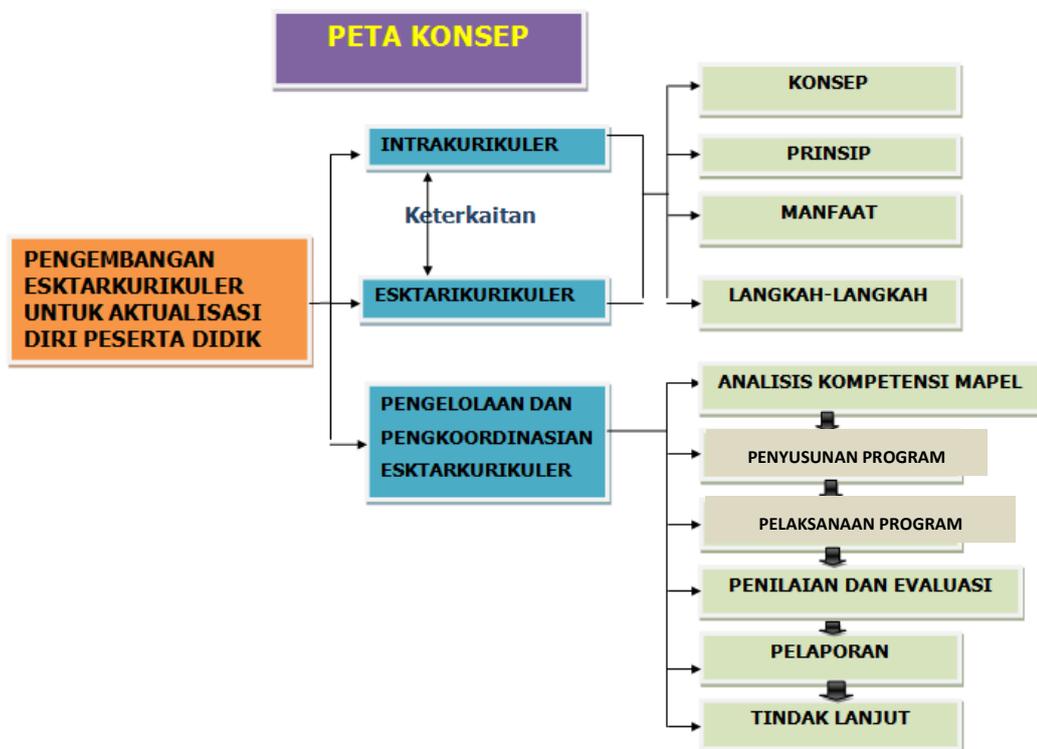
1. Menganalisis konsep, prinsip, manfaat, dan langkah-langkah kegiatan intrakurikuler dan ekstrakurikuler;
2. Menganalisis kompetensi dasar mata pelajaran;
3. Menganalisis keterkaitan antara kegiatan intrakurikuler dengan ekstrakurikuler;
4. Merancang program ekstrakurikuler;
5. Melaksanakan program ekstrakurikuler;
6. Melaksanakan penilaian dan evaluasi kegiatan ekstrakurikuler;
7. Membuat laporan hasil pelaksanaan kegiatan ekstrakurikuler;
8. Merencanakan kegiatan tindak lanjut.

C. Uraian Materi

Materi pembelajaran Pengembangan Ekstrakurikuler untuk Aktualisasi Diri Peserta Didik terdiri dari: **Pertama**; perbedaan dan keterkaitan antara intrakurikuler dengan ekstrakurikuler, meliputi konsep, prinsip, manfaat, dan langkah-langkah kegiatan intrakurikuler dan ekstrakurikuler. **Kedua**; Pengelolaan dan Pengkoordinasian Kegiatan dan Ekstrakurikuler, terdiri dari analisis kompetensi, penyusunan program, pelaksanaan program, penilaian dan evaluasi, pelaporan, tindak lanjut.

Peta konsep materi Pengembangan Ekstrakurikuler dan Aktualisasi Diri Peserta Didik pada lingkup Pedagogik ini adalah:

Gambar 1 **Peta Konsep Pengembangan Ekstrakurikuler untuk Aktualisasi Diri Peserta Didik**



Konsep, Prinsip, Manfaat, dan Langkah-langkah Ekstrakurikuler

Intrakurikuler merupakan kegiatan pengembangan diri yang dilaksanakan melalui kegiatan proses belajar mengajar yang terjadi di sekolah sebagai lembaga formal. Intrakurikuler berkaitan dengan belajar dan pembelajaran. Menurut Shaleh, (2008) belajar merupakan suatu perubahan yang terjadi melalui latihan atau pengalaman. Belajar selalu melibatkan aktivitas. Dengan demikian intrakurikuler melibatkan aktivitas belajar. Kegiatan ini dapat terjadi secara berkesinambungan antara konsep pembelajaran yang dilaksanakan di dalam kelas dan di luar kelas sesuai dengan penerapan kurikulum yang dilaksanakan oleh satuan pendidikan.

Intrakurikuler diikat oleh kurikulum satuan pendidikan yang berlaku. Kegiatan ini dilakukan secara teratur, jelas, dan terjadwal. Kegiatan intrakurikuler dikelola secara sistematis sebagai program utama dalam proses mendidik peserta didik. Kegiatan intrakurikuler tidak terlepas dari kegiatan yang dinamakan kokurikuler. Komponen ini diperlukan untuk mendukung pemahaman materi yang diterima peserta didik pada kegiatan intrakurikuler. Kokurikuler dapat berupa tugas-tugas yang mendukung pembelajaran. Oleh karena itu, kokurikuler dapat menjadi sarana pendukung pemahaman peserta didik terhadap materi yang diterimanya pada kegiatan intrakurikuler. Kegiatan intrakurikuler berada dibawah tanggung jawab guru mapel atau guru kelas. Atas dasar ini, maka pendidik perlu memberikan kokurikuler yang mampu meningkatkan pemahaman peserta didik pada kegiatan intrakurikuler.

Intrakurikuler bermanfaat mengembangkan potensi akademik peserta didik. Proses mendidik peserta didik pada intrakurikuler merupakan kegiatan belajar mengajar yang dilakukan di sekolah sesuai dengan struktur program kurikulum yang terdapat dalam silabus. Kegiatan ini bermanfaat mengembangkan potensi akademik peserta didik, sekalipun potensi non akademik lain juga berkembang. Kemampuan akademik penting diperhatikan sebagaimana yang diungkap oleh Marjoribanks (1987) bahwa prestasi akademik biasanya berhubungan dengan ukuran kemampuan seseorang. Oleh karenanya memperhatikan kemampuan akademik melalui kegiatan intrakurikuler penting.

Langkah-langkah kegiatan intrakurikuler tertuang dalam bentuk Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Pembahasan secara detail akan disampaikan pada

modul lain. Akan tetapi secara global kegiatan intrakurikuler melalui langkah-langkah: (1) pengembangan KTSP, (2) penyiapan silabus, (3) pengembangan RPP, (4) pelaksanaan pembelajaran di kelas, (5) penilaian dan evaluasi pembelajaran di kelas, dan (6) tindak lanjut hasil pembelajaran. Langkah keempatlah yang merupakan realisasi dari kegiatan intrakurikuler. Dengan demikian kegiatan intrakurikuler diikat oleh kurikulum sekolah.

Selanjutnya, sesuai Permendikbud nomor 62 tahun 2014 bahwa kegiatan ekstrakurikuler adalah kegiatan kurikuler di luar jam belajar kegiatan intrakurikuler dan kegiatan kurikuler di bawah bimbingan dan pengawasan satuan pendidikan. Kegiatan ekstrakurikuler diselenggarakan dengan tujuan untuk mengembangkan potensi, bakat dan minat, kemampuan, kepribadian, kerjasama, kemandirian, peserta didik secara optimal dalam rangka mendukung pencapaian tujuan pendidikan nasional. Oleh karena itu, kegiatan ekstrakurikuler merupakan program besar yang ada di satuan pendidikan yang tidak terpisahkan dengan kurikulum di satuan pendidikan tersebut.

Prinsip ekstrakurikuler berbeda dengan intrakurikuler. Kegiatan ekstrakurikuler tidak terikat seperti pada intrakurikuler. Penyelenggaraan kegiatan ekstrakurikuler untuk meningkatkan dan mengembangkan kemampuan, minat, bakat, dan potensi peserta didik. Hal ini berarti bahwa kegiatan ekstrakurikuler merupakan komponen pendukung kurikulum yang dirancang secara sistematis dan relevan dalam upaya meningkatkan mutu pendidikan di sekolah.

Peningkatan mutu pendidikan di sekolah melalui kegiatan ekstrakurikuler memberikan peluang kepada peserta didik untuk mengembangkan potensinya secara optimal. Beberapa manfaat yang dapat diperoleh peserta didik dengan mengikuti kegiatan ekstrakurikuler sebagaimana tercantum pada Permendikbud RI Nomor 62 Tahun 2014 tentang kegiatan Ekstrakurikuler pada Dikdasmen adalah: (1) Pengembangan kemampuan personal melalui peningkatan dan perluasan potensi, minat, dan bakat peserta didik; (2) Memfasilitasi minat, bakat, potensi, dan kreativitas peserta didik yang berbeda-beda; (3) Pengembangan kemampuan personal dalam pembentukan karakter; (4) Pengembangan kemampuan sosial dalam

bermasyarakat; (5) Sebagai sarana rekreasi karena kegiatan ekstrakurikuler dilakukan dalam suasana menyenangkan. (6) Pengembangan kemampuan berkomunikasi dan bekerja sama dengan orang lain.

Langkah-langkah kegiatan ekstrakurikuler tertuang dalam bentuk perencanaan program kegiatan ekstrakurikuler. Kegiatan Ekstrakurikuler pilihan di satuan pendidikan dapat dilakukan melalui tahapan: (1) identifikasi kebutuhan, potensi, dan minat peserta didik; (2) Analisis sumber daya yang diperlukan dalam penyelenggaraan kegiatan ekstrakurikuler; (3) mengupayakan sumber daya sesuai pilihan peserta didik atau menyalurkannya ke satuan pendidikan atau lembaga lainnya; (4) menyusun Program Kegiatan Ekstrakurikuler; (5) menetapkan bentuk kegiatan yang diselenggarakan.

Keterkaitan antara Kegiatan Intrakurikuler dan Ekstrakurikuler

Pelaksanaan kegiatan ekstrakurikuler di sekolah juga sebagai wadah dan sarana untuk mencapai dimensi kompetensi sikap dan keterampilan. Dengan demikian, dimensi sikap dan keterampilan merupakan kompetensi yang akan dituju pada kegiatan ekstrakurikuler di sekolah. Sementara itu, kedua kompetensi tersebut berkenaan dan berhubungan dengan konten mata pelajaran pada intrakurikuler. Dengan demikian antara kegiatan ekstrakurikuler dengan kegiatan intrakurikuler berkaitan.

Ada kemungkinan pembelajaran intrakurikuler yang melatih sikap dan keterampilan di luar pengetahuan, memerlukan waktu dan sarana yang lebih leluasa, misalnya melalui kegiatan aktualisasi pada ekstrakurikuler. Atas dasar inilah, maka kegiatan aktualisasi menjadi bahasan utama dalam mata latih ini. Hal ini sejalan dengan yang tertuang pada Permendikbud nomor 62 tahun 2014 tentang Kegiatan Ekstrakurikuler pada Pendidikan Dasar dan Menengah bahwa ekstrakurikuler terdiri dari dua kegiatan yakni ekstrakurikuler wajib dan ekstrakurikuler pilihan. Pada ekstrakurikuler wajib antara lain mewadahi aktualisasi, sedangkan ekstrakurikuler pilihan merupakan kegiatan pengembangan diri non aktualisasi.

Kegiatan ekstrakurikuler wajib adalah kegiatan ekstrakurikuler yang wajib diselenggarakan oleh satuan pendidikan dan wajib diikuti oleh seluruh peserta didik, terkecuali bagi peserta didik dengan kondisi tertentu yang tidak memungkinkan untuk mengikuti kegiatan ekstrakurikuler tersebut. Dalam hal ini pendidikan Kepramukaan merupakan ekstrakurikuler wajib yang harus diikuti oleh semua peserta didik.

Pendidikan kepramukaan merupakan kegiatan ekstrakurikuler yang secara sistemik diperankan sebagai wahana penguatan psikologis-sosial-kultural (*reinforcement*) perwujudan sikap dan keterampilan kurikulum 2013 yang secara psikopedagogis koheren dengan pengembangan sikap dan kecakapan dalam pendidikan kepramukaan. Dengan demikian pencapaian Kompetensi Inti Sikap Spiritual (KI-1), Sikap Sosial (KI-2), dan Keterampilan (KI-4) memperoleh penguatan bermakna (*meaningfull learning*) melalui fasilitasi sistemik-adaptif pendidikan kepramukaan di lingkungan satuan pendidikan.

Tujuan tersebut di atas, dicapai melalui kegiatan-kegiatan di lingkungan sekolah (*intramural*) dan di luar sekolah (*ekstramural*) sebagai upaya memperkuat proses pembentukan karakter bangsa yang berbudi pekerti luhur sesuai dengan nilai dan moral Pancasila. Pendidikan Kepramukaan dinilai sangat penting. Melalui pendidikan kepramukaan akan timbul rasa memiliki, saling tolong menolong, mencintai tanah air dan mencintai alam. Karenanya Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan mewajibkan setiap sekolah melaksanakan ekstrakurikuler wajib pendidikan kepramukaan.

Dalam pelaksanaan kegiatan kepramukaan satuan pendidikan dapat bekerjasama dengan organisasi kepramukaan setempat dengan mengacu pada ketentuan yang berlaku. Proses saling interaktif dan saling menguatkan ranah sikap dalam bingkai KI-1, KI-2 dan ranah keterampilan dalam KI-4 sepanjang yang bersifat konsisten dan koheren dengan sikap dan kecakapan Kepramukaan merupakan aktualisasi dan penguatan pencapaian Kurikulum 2013.

Model pelaksanaan kegiatan ekstrakurikuler wajib Kepramukaan dapat dilakukan melalui tiga model yakni 1) Model Blok bersifat wajib, setahun sekali, berlaku bagi

seluruh peserta didik, terjadwal, penilaian umum, 2) Model Aktualisasi bersifat wajib, rutin, terjadwal, berlaku untuk seluruh peserta didik dalam setiap kelas, penjadwalan, dan penilaian formal dan 3) Reguler di Gugus Depan. Bersifat Sukarela, berbasis minat.

Selanjutnya, kegiatan ekstrakurikuler pilihan adalah kegiatan ekstrakurikuler yang dapat dikembangkan dan diselenggarakan oleh satuan pendidikan dan dapat diikuti oleh peserta didik sesuai bakat dan minatnya masing-masing. Selain peserta didik diharuskan mengikuti program kegiatan ekstrakurikuler wajib berupa pendidikan kepramukaan, satuan pendidikan juga dapat menawarkan salah satu kegiatan program kegiatan ekstrakurikuler pilihan. Disarankan kepada peserta didik agar dalam penentuan satu kegiatan ekstrakurikuler pilihan tersebut perlu mempertimbangkan dan memperhitungkan waktu yang tersedia. Hal ini perlu diketahui agar peserta didik tidak banyak menghabiskan waktu untuk kegiatan ekstrakurikuler pilihan yang akhirnya dapat menghambat dan mengambil waktu yang seharusnya untuk pendalaman materi mata pelajaran.

Ide pengembangan kegiatan ekstrakurikuler pilihan berpangkal dari kebutuhan, bakat, dan minat peserta didik atau sekelompok peserta didik. Oleh karena itu kegiatan Ekstrakurikuler pada satuan pendidikan perlu dikembangkan dengan prinsip: (1) partisipasi aktif yakni bahwa Kegiatan Ekstrakurikuler menuntut keikutsertaan peserta didik secara penuh sesuai dengan minat dan pilihan masing-masing; dan (2) menyenangkan yakni bahwa Kegiatan Ekstrakurikuler dilaksanakan dalam suasana yang menggembirakan bagi peserta didik. Selain itu kegiatan ekstrakurikuler pilihan juga dapat dikembangkan yang berkenaan dengan konten dari satu atau beberapa mata pelajaran agar bermanfaat positif bagi peserta didik.

Memperhatikan uraian prinsip kegiatan ekstrakurikuler di atas, sangatlah jelas bahwa keikutsertaan peserta didik dalam kegiatan ekstrakurikuler harus sesuai dengan kebutuhan, potensi, minat, dan bakat pilihan masing-masing agar selama mengikuti kegiatan ekstrakurikuler mereka merasakan senang.

Menurut Permendikbud RI Nomor 62 Tahun 2014 tentang Ekstrakurikuler, bentuk kegiatan ekstrakurikuler yang dapat dilakukan di sekolah berupa:

- a. Krida, misalnya: Kepramukaan, Latihan Kepemimpinan Siswa (LKS), Palang Merah Remaja (PMR), Usaha Kesehatan Sekolah (UKS), Pasukan Pengibar Bendera (Paskibra), dan lainnya;
- b. Karya ilmiah, misalnya: Kegiatan Ilmiah Remaja (KIR), kegiatan penguasaan keilmuan dan kemampuan akademik, penelitian, dan lainnya;
- c. Latihan olah-bakat latihan olah-minat, misalnya: pengembangan bakat olahraga, seni dan budaya, pecinta alam, jurnalistik, teater, teknologi informasi dan komunikasi, rekayasa, dan lainnya;
- d. Keagamaan, misalnya: pesantren kilat, ceramah keagamaan, baca tulis alquran, retreat; atau
- e. Bentuk kegiatan lainnya.

Gambaran keterkaitan antara intrakurikuler dengan ekstrakurikuler ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Keterkaitan antara Intrakurikuler dengan Ekstrakurikuler

Mata Pelajaran	Keterampilan Pramuka							
	Simpul dan Ikatan (<i>Pioneering</i>)	Mendaki Gunung (<i>Mountenering</i>)	Peta dan Kompas (<i>Orientering</i>)	Berkemah (<i>Camping</i>)	Wirausaha	Bela Negara	Teknologi	Komunikasi
SD								
Agama dan Budi Pekerti								
PPKn								
B. Indonesia								
Matematika								
PA					√			
PS								
Seni Budaya dan Prakarya								
Penjasorkes								
SMP								
Agama dan Budi Pekerti								
PPKn								
B. Indonesia								
Matematika								
PA								
PS								
B. Inggris								
Seni Budaya								

Penjasorkes								
Prakarya								
SMA								
Agama dan Budi Pekerti								
PPKn								
B. Indonesia								
Matematika								
Sejarah Indonesia								
Bahasa Inggris								
Seni Budaya								
Penjasorkes								
Prakarya dan Kewirausahaan								
SMK								
Agama dan Budi Pekerti								
PPKn								
B. Indonesia								
Matematika								
Sejarah Indonesia								
Bahasa Inggris								
Seni Budaya								
Penjasorkes								
Prakarya dan Kewirausahaan								

Catatan:

Keterkaitan ditunjukkan dengan memberikan tanda centang (*check*) dengan memperhatikan keterkaitan antara mata pelajaran dengan keterampilan kepramukaan.

Selanjutnya, data tentang keterkaitan berdasarkan tabel 2.1 diidentifikasi kompetensi mata pelajaran yang relevan dengan keterampilan kepramukaan seperti ditunjukkan pada tabel 2.2

Tabel 2.2

Identifikasi Kompetensi Dasar Mata Pelajaran yang Relevan dengan Keterampilan Kepramukaan

Mapel	Keterampilan Kepramukaan	Kompetensi yang Relevan			
		KD dari KI 1	KD dari KI 2	KD dari KI 3	KD dari KI 3
IPA	Wirausaha	1.1 Bertambah keimanannya dengan menyadari hubungan keteraturan dan kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya, serta mewujudkannya dalam pengamalan ajaran agama yang dianutnya	2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan inkuiri ilmiah dan berdiskusi	3.7 Mendeskripsikan hubungan antara sumber daya alam dengan lingkungan, teknologi, dan masyarakat	4.6 Menyajikan laporan tentang sumber daya alam dan pemanfaatannya oleh masyarakat
Bahasa Indonesiadst.

Pengelolaan dan Pengkoordinasian Ektrakurikuler

Pengelolaan dan pengkoordinasian kegiatan ekstrakurikuler yang dijadikan pendukung pencapaian kompetensi mata pelajaran dirancang melalui tahapan sebagai berikut:

a. Analisis Kompetensi Dasar Mata pelajaran:

Langkah ini dilakukan untuk melinierkan keempat Kompetensi Inti/KI-1, KI-2, KI-3, dan KI-4. Kegiatan ini penting dilakukan agar pembelajaran yang dilaksanakan selaras dengan sikap (spiritual dan sosial), pengetahuan, dan keterampilan. Melalui analisis ini akan terpetakan Kompetensi Dasar/KD-KD tertentu yang memerlukan pengembangan atau aktualisasi lebih lanjut. Aktualisasi pembelajaran tersebut akan diwadahi pada kegiatan ekstrakurikuler. Dengan demikian kegiatan yang berlangsung pada ekstrakurikuler dapat mewadahi kegiatan yang dikembangkan pada intrakurikuler. Kegiatan seperti ini menjadi lebih bermakna karena apa yang dilaksanakan pada kegiatan ekstrakurikuler berhubungan dengan apa yang dilakukan peserta didik pada kegiatan intrakurikuler. Keterpaduan ini penting untuk diperhatikan oleh penyusun program kegiatan intrakurikuler dan ekstrakurikuler. Contoh hasil analisis kompetensi Mata Pelajaran Biologi kelompok Mata Pelajaran Dasar Bidang Kejuruan pada Bidang Keahlian Kesehatan Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Contoh Analisis Mata Pelajaran Biologi Kelompok Mata Pelajaran Dasar Kejuruan pada Bidang Keahlian Kesehatan Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan, Kelas X

No	KD dari KI-1	KD dari KI-2	KD dari KI-3	KD dari KI-4	Aktualisasi Kegiatan
1	1.1. Memahami nilai-nilai keimanan dengan	2.1 Berperilaku ilmiah: teliti, tekun, jujur	3.3 Mengdeskripsikan berbagai tingkat	4.3 Melakukan analisis ekologi di	Kegiatan proyek pohon asuh melalui wadah ekstrakurikuler

No	KD dari KI-1	KD dari KI-2	KD dari KI-3	KD dari KI-4	Aktualisasi Kegiatan
	menyadari hubungan keteraturan dan kompleksitas alam terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya.	terhadap data dan fakta, disiplin, tanggung jawab, dan peduli dalam observasi dan eksperimen, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, peduli lingkungan, gotong royong, bekerjasama, cinta damai, berpendapat secara ilmiah dan kritis, responsif dan proaktif dalam dalam setiap tindakan dan dalam melakukan pengamatan dan percobaan di dalam kelas/laboratorium maupun di luar kelas/laboratorium	keanekaragaman hayati di Indonesia melalui hasil observasi .	lingkungan sekitar	wajib (kepramukaan)

- b. Penyusunan program intrakurikuler dirancang menjadi satu kesatuan dengan kegiatan kokurikuler dan ekstrakurikuler. Kegiatan intrakurikuler yang dilaksanakan melalui pembelajaran di kelas maupun di luar kelas dapat dioptimalkan dengan memberikan tugas kepada peserta didik melalui kegiatan kokurikuler. Kegiatan ini dilakukan dalam rangka meningkatkan pemahaman terhadap materi yang diberikan pada saat intrakurikuler. Langkah penyusunan program intrakurikuler yang harus dilaksanakani oleh pendidik

Program kegiatan merupakan realisasi hasil analisis kompetensi mata pelajaran. Berdasarkan tabel 3.1 di atas, pembina bersama pelatih ekstrakurikuler dapat menindaklanjuti kegiatan aktualisasi Mata Pelajaran Dasar Bidang Kejuruan pada Bidang Keahlian Kesehatan Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan Kompetensi Dasar Biologi SMK untuk dijadikan program kegiatan ekstrakurikuler. Kegiatan membuat proyek pohon asuh berdasarkan kesepakatan bersama dengan pembina dan/atau pelatih ekstrakurikuler akan ditetapkan sebagai salah satu program kegiatan ekstrakurikuler wajib model aktualisasi.

Program kegiatan ini tidak menutup kemungkinan dijadikan sebagai proyek bersama dengan mata pelajaran selain Biologi. Kegiatan proyek bersama ini dapat membantu meringankan peserta didik dan pendidik dari aspek waktu atau beban belajar tetapi tanpa meninggalkan tujuan utamanya yaitu menumbuhkan sikap dan keterampilan peserta didik untuk peduli lingkungan (sesuai KD-2.1). Hasil pengembangan kegiatan intrakurikuler dan ekstrakurikuler ini dapat mewujudkan sekolah yang mampu menghasilkan peserta didik yang mandiri, tangguh, dan berkarakter.

Oleh karena itu pada saat menyusun analisis kompetensi, pengampu mata pelajaran “duduk bersama” dengan para pembina dan/atau pelatih ekstrakurikuler untuk bersama-sama menentukan dan menyepakati kegiatan aktualisasi yang akan diterapkan pada kegiatan ekstrakurikuler. Setelah analisis kompetensi dilakukan oleh pengampu mata pelajaran, maka pembina dan/atau pelatih ekstrakurikuler menindaklanjutinya sebagaimana tercantum pada

Permendikbud RI Nomor 62 Tahun 2014 tentang Ekstrakurikuler Pasal 4 Ayat (2), bahwa Pengembangan berbagai bentuk Kegiatan Ekstrakurikuler Pilihan dilakukan melalui tahapan: (a) identifikasi kebutuhan, potensi, dan minat peserta didik; (b) analisis sumber daya yang diperlukan untuk penyelenggaraannya; (c) pemenuhan kebutuhan sumber daya sesuai pilihan peserta didik atau menyalurkannya ke satuan pendidikan atau lembaga lainnya; (d) penyusunan program Kegiatan Ekstrakurikuler; dan (e) penetapan bentuk kegiatan yang diselenggarakan.

Langkah berikutnya adalah menentukan sumber daya yang diperlukan dalam merealisasikan kegiatan. Atas dasar langkah ini maka disusunlah program kegiatan. Contoh program kegiatan dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2		Contoh Penyusunan Program					
Program Ekstrakurikuler	Nama Kegiatan	Rasional	Tujuan	Deskripsi kegiatan	Pengelolaan		
					Waktu	Sarpras	Penjaja
Kepramukaan model aktualisasi, Karya Ilmiah Remaja, Jurnalis	Proyek Pohon Asuh	Tuntutan keterampilan menganalisis data hasil observasi tentang berbagai tingkat keanekaragaman hayati (gen, jenis dan ekosistem) di Indonesia.	<ul style="list-style-type: none"> • Mencapai kompetensi pada aspek keterampilan dalam bentuk proyek • Menumbuhkan sikap dan perilaku yang peduli lingkungan 	Peserta didik melakukan kegiatan proyek yang mencakup perencanaan, pelaksanaan, analisis, dan pelaporan	Semester ganjil, dilaksanakan selama 1 semester	Lahan, Polybag, Pot, Peralatan berkebun	Pembina, Pelatih Guru mapel

Catatan:

- (1) Proyek Pohon Asuh dapat dilakukan pada kegiatan aktualisasi pada ekstrakurikuler wajib. Apabila sebagai ekstrakurikuler wajib maka kegiatan tersebut tidak digunakan pada ekstrakurikuler pilihan.
- (2) Proyek pohon asuh yang dikembangkan dalam kegiatan ekstrakurikuler dapat digunakan untuk mendukung beberapa mata pelajaran lain seperti mapel Geografi, bahasa Indonesia, dan Bahasa Inggris.
- (3) Kegiatan ini merupakan bagian dari komponen kesiswaan yang dirumuskan pada RKS/RKJM/RKT/RKAS.

c. Pelaksanaan Program

Penjadwalan Kegiatan Ekstrakurikuler dirancang di awal tahun pelajaran oleh guru mata pelajaran dan pembina ekstrakurikuler di bawah bimbingan kepala sekolah/madrasah atau wakil kepala sekolah/madrasah. Jadwal Kegiatan Ekstrakurikuler diatur agar tidak menghambat pelaksanaan kegiatan intra dan kokurikuler.

d. Penilaian dan Evaluasi Program

Pelaksanaan program kegiatan ekstrakurikuler perlu dilakukan penilaian dan evaluasi. Penilaian merupakan salah satu umpan balik untuk mengetahui ketercapaian hasil belajar. Untuk mengetahui pencapaian kompetensi ekstrakurikuler maka diperlukan penilaian. Pada akhir kegiatan ekstrakurikuler perlu diketahui pencapaian kompetensi yang dicapai oleh peserta didik. Penilaian kegiatan ekstrakurikuler menunjukkan kinerja peserta didik dalam bentuk kualitatif dan dilengkapi dengan deskripsi. Kriteria keberhasilan meliputi proses dan pencapaian kompetensi peserta didik dalam kegiatan Ekstrakurikuler.

Peserta didik wajib memperoleh nilai minimal “baik” pada kegiatan ekstrakurikuler pada setiap semesternya. Nilai yang diperoleh pada kegiatan ekstrakurikuler berpengaruh terhadap kenaikan kelas peserta didik. Bagi peserta didik yang belum mencapai nilai minimal perlu mendapat bimbingan terus menerus untuk mencapainya.

Dalam kegiatan ekstrakurikuler dilaksanakan penilaian dengan menggunakan penilaian yang bersifat otentik mencakup penilaian sikap dan keterampilan. Penilaian sikap dengan menggunakan penilaian berdasarkan pengamatan, penilaian diri, penilaian antar teman, dan/atau jurnal. Penilaian keterampilan sebagaimana dimaksud dengan menggunakan penilaian unjuk kerja, proyek, dan portofolio.

Seiring kegiatan ekstrakurikuler sebagai pendukung kegiatan intrakurikuler, maka penilaian pencapaian kompetensi yang diamanatkan dalam KD mata pelajaran dapat diperoleh melalui hasil kerjasama antara guru mata pelajaran dengan pelatih ekstrakurikuler.

Contoh kegiatan ekstrakurikuler berupa proyek Pohon Asuh yang terdapat pada uraian ini, dapat dilaksanakan pada ekstrakurikuler wajib (model aktualisasi) hasil penilaiannya dapat digunakan oleh mata pelajaran Biologi, Geografi, Bahasa Indonesia, dan/atau Bahasa Inggris untuk penilaian keterampilan. Nilai keterampilan tersebut diperoleh dari hasil penggunaan Rubrik Penilaian Proyek. Sedangkan nilai sikap diperoleh dari hasil penggunaan instrumen pengamatan. Nilai yang dituliskan pada rapor berupa sebutan: 1) Sangat Baik/SB, 2) Baik/B, 3) Cukup/C, dan 4) Kurang/K disertai dengan deskripsi yang menggambarkan sikap dan keterampilan kegiatan proyek pohon asuh.

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui keefektifan dan efisiensi pelaksanaan kegiatan ekstrakurikuler termasuk kendala dan masalah serta solusi yang dilakukan dalam pelaksanaan kegiatan tersebut. Dengan evaluasi ini diharapkan akan menjadi bahan pertimbangan dalam memperbaiki pelaksanaan kegiatan ekstrakurikuler agar menjadi lebih baik pada masa mendatang.

Aspek yang dievaluasi terkait dengan pelaksanaan kegiatan ekstrakurikuler meliputi:

- Program kegiatan ekstrakurikuler.
- Silabus kegiatan ekstrakurikuler.
- Rencana pelaksanaan kegiatan.
- Pelaksanaan kegiatan.

- Relevansi materi mata pelajaran dengan kegiatan ekstrakurikuler.

Berdasarkan rentang waktu, evaluasi dapat dilaksanakan dalam rentang per kegiatan, bulanan, atau semester. Dengan evaluasi yang dilakukan secara berkesinambungan akan dapat diambil berbagai langkah tindak lanjut, baik yang terkait dengan perbaikan program, kesinambungan program dan pematapan program.

Penilaian dan evaluasi kegiatan ekstrakurikuler dilakukan untuk mengukur ketercapaian tujuan pada setiap indikator yang telah ditetapkan dalam perencanaan. Satuan pendidikan hendaknya mengevaluasi setiap indikator yang sudah tercapai maupun yang belum tercapai. Berdasarkan hasil evaluasi, satuan pendidikan dapat melakukan perbaikan rencana tindak lanjut untuk siklus kegiatan berikutnya.

Contoh kegiatan ekstrakurikuler pada SMK yang juga memuat tentang panduan pelaksanaan, lembar kerja, sistematika laporan, penilaian adalah sebagai berikut:

Contoh Kegiatan Ekstrakurikuler untuk SMK

Panduan Pelaksanaan Kegiatan Proyek Pohon Asuh

Tujuan	Indikator
1. Mencapai kompetensi pada aspek keterampilan dalam bentuk proyek	<ul style="list-style-type: none"> • Menyusun perencanaan proyek Pohon Asuh • Melaksanakan proyek Pohon Asuh • Menyusun laporan hasil proyek Pohon Asuh
2. Menumbuhkembangkan sikap dan perilaku yang peduli lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> • Menyirami tanaman • Menyiangi tanaman • Memupuk tanaman • Tidak memetik bagian dari tanaman tanpa alasan tertentu

Contoh Lembar Kerja Tugas Proyek Pohon Asuh berdasarkan hasil analisis Tabel 3.1.

LEMBAR KERJA	
MATA PELAJARAN	: BIOLOGI
(Dasar Bidang Kejuruan pada Bidang Keahlian Kesehatan Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan)	
KELAS	: X
TUGAS PROYEK	: POHON ASUH
TUJUAN	: MENJAGA KEBERLANGSUNGAN HIDUP POHON
KOMPETENSI DASAR:	
1.1 Memahami nilai-nilai keimanan dengan menyadari hubungan keteraturan dan kompleksitas alam terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya..	
2.1 Berperilaku ilmiah: teliti, tekun, jujur terhadap data dan fakta, disiplin, tanggung jawab, dan peduli dalam observasi dan eksperimen, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, peduli lingkungan, gotong royong, bekerjasama, cinta damai, berpendapat secara ilmiah dan kritis, responsif dan proaktif dalam dalam setiap tindakan dan dalam melakukan pengamatan dan percobaan di dalam kelas/laboratorium maupun di luar kelas/laboratorium	
3.3 Mengdeskripsikan berbagai tingkat keanekaragaman hayati di Indonesia melalui hasil obesrvasi.	
4.3 Melakukan analisis ekologi di lingkungan sekitar.	
PERENCANAAN PROYEK	
Lakukan prosedur kerja untuk untuk persiapan penyelesaian proyek ini:	
1. Mempelajari berbagai literatur yang berhubungan dengan keanekaragaman hayati (gen, jenis, dan ekosistem)	
2. Menentukan lahan/lokasiproyek Pohon Asuh	
3. Menyediakan pohon yang akan digunakan dalam proyek	
4. Menentukan data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek.	
5. Menyiapkan peralatan yang digunakan untuk menggali data yang diperlukan	

(instrument/Lembar Kerja/camera/alat tulis, dll.).

6. Selesaikan proyek ini selamaminggu/bulan.
7. Buatlah jadwal rencana kegiatan untuk pengamatan, penggalian dan pengolahan data, serta pelaporan.
8. Lakukan bersama kelompok, jika mengalami kesulitan konsultasikan dengan Pembina/Pelatih/Guru

PELAKSANAAN PROYEK

1. Lakukan penempatan/penanaman pohon di lahan langsung, pot, polybag, atau pot gantung.
2. Rawat tanaman secara teratur dengan cara menyiram, menyiangi, memberi pupuk, dan menjaga seluruh bagian tanaman dari kerusakan.
3. Gali informasi/data tentang kondisi tanaman secara berkala dengan bantuan peralatan, instrumen/tabel/camera/alat tulis, dll.
4. Informasi/data yang telah diperoleh diolah dan dianalisis.
5. Buat simpulan atas kegiatan dan hasil yang diperoleh.

PELAPORAN HASIL PROYEK

1. Tulis berbagai kegiatan yang kalian telah lakukan mulai dari perencanaan hingga pelaksanaan proyek.
2. Lengkapi laporan hasil proyek dengan gambar-gambar yang kalian peroleh di lapangan untuk memperkuat bukti.
3. Gunakan sistematika berikut untuk memandu kalian dalam menuliskan deskripsi laporan hasil proyek.

Contoh Sistematika Laporan Proyek Pohon Asuh

SISTEMATIKA LAPORAN PROYEK	
MATA PELAJARAN :	BIOLOGI
(Dasar Bidang Kejuruan pada Bidang Keahlian Kesehatan Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan)	
KELAS :	X
TUGAS PROYEK :	POHON ASUH
TUJUAN :	MENJAGA KEBERLANGSUNGAN HIDUP POHON
A. PERENCANAAN PROYEK:	
1. Prosedur kerja	
2. Peralatan yang digunakan	
3. Penjadwalan	
B. PELAKSANAAN PROYEK:	
1. Kegiatan perawatan pohon (menyiram, menyangi, memberi pupuk, melindungi tanaman dari kerusakan).	
2. Kegiatan observasi dan penggalan Data	
3. Pengolahan dan Analisis Data	
4. Masalah dan pemecahannya	
5. Membuat gambar kondisi Pohon Asuh setelah mendapat perawatan	
C. HASIL PROYEK:	
Produk: Pohon Asuh yang terawat dan gambar kondisi Pohon Asuh	
D. SIMPULAN DAN REKOMENDASI	
E. DAFTAR PUSTAKA	

Contoh Rubrik Penilaian Proyek

Nama Siswa/Kelompok :

Judul Proyek : Pohon Asuh

Tujuan : Menjaga keberlangsungan hidup pohon.

Aspek yang dinilai	Skor			
	1	2	3	4
1. Perencanaan				
mempersiapkan prosedur kerja:				
Menentukan data yang akan digali				
Mempersiapkan peralatan (instrumen/Lembar Kerja/kamera/alat tulis)				
Penyusunan jadwal kegiatan proyek				
2. Pelaksanaan				
Menanam				
Menyirami				
Menyiangi				
Memberi pupuk				
Menjaga tanaman dari kerusakan				
Penggalian data				
Pengolahan data				
Analisis data				
Pemecahan Masalah				
Pembuatan Produk/gambar kondisi Pohon Asuh				
3. pelaporan				
Mendeskripsikan semua proses kegiatan yang telah dilakukan				
Didukung data hasil pengamatan, penggalian data, dan pengolahan.				
Penulisan laporan secara sistematis				
Menggunakan kaidah penulisan bahasa Indonesia yang baik dan benar.				
Komentar:			

Catatan:

1. Pembina/Pelatih/Guru mengembangkan kriteria skor 4, 3, 2, 1.
2. Kegiatan ini dapat digunakan sebagai model pembelajaran berbasis proyek pada kegiatan intrakurikuler.

Contoh Pengamatan Sikap Peduli Lingkungan dalam Kegiatan Proyek Pohon Asuh

No	Nama Peserta Didik	Indikator yang dinilai				Skor yang diperoleh	Nilai
		Menyirami	Menyiangi	Memupuk	Mengembangkan		
1	IGO	V	V	V	V	4	S
2	ENGGI	V	V	V	-	3	B
3	DIONI	V	V	-	-	2	B
4	AHMATO	V	-	-	-	1	C
5	JENG SINTA	-	-	-	-	0	K

Keterangan:

- a. Nilai yang diperoleh dari kegiatan ini sebagai nilai kegiatan ekstrakurikuler wajib, dan dilaporkan kepada guru mata pelajaran untuk memberikan nilai sikap peduli lingkungan, dan juga dapat dimanfaatkan oleh mata pelajaran lain yang bergabung dalam proyek pohon asuh, selain mata pelajaran biologi.
- b. Kriteria Nilai sebagai berikut: a) Skor <2: Kurang/K, b) Skor 2: Cukup/C, c) Skor 3: Baik/B, d) Skor 5: Sangat Baik/SB

e. Pelaporan

Laporan mempunyai peranan yang penting dalam pelaksanaan program kegiatan ekstrakurikuler karena dalam pelaksanaan kegiatan hubungan antara

guru pembina ekstrakurikuler dengan guru mata pelajaran merupakan bagian dari keberhasilan pelaksanaan kegiatan tersebut. Agar laporan itu efektif dan komunikatif maka penyusunan laporan minimal harus mencakupi aspek latar belakang, tujuan, sasaran, hasil yang diharapkan, program kegiatan, pelaksanaan, masalah dan solusi pemecahan masalah, serta simpulan.

f. Tindak Lanjut

Tindak lanjut merupakan komponen penting dalam siklus pelaksanaan suatu program. Pada akhir pelaksanaan kegiatan ekstrakurikuler ini diperlukan tindak lanjut untuk menentukan langkah berikutnya yang akan dilakukan. Tindak lanjut hasil evaluasi program kegiatan ekstrakurikuler dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi hasil laporan kegiatan ekstrakurikuler diantaranya kelengkapan Pembina/pelatih ekstrakurikuler yang berupa:

- Program kegiatan ekstrakurikuler
- Silabus materi kegiatan ekstrakurikuler
- Rencana pelaksanaan kegiatan
- Pelaksanaan kegiatan
- Penilaian hasil kegiatan
- Hasil evaluasi

Berdasarkan hasil evaluasi program kegiatan ekstrakurikuler yang telah dilakukan maka tindak lanjut berikutnya dapat berupa:

- Perbaikan program, jika memang ternyata tujuan yang telah ditentukan belum tercapai. Maka program kegiatan ekstrakurikuler tersebut perlu dirancang ulang untuk memperbaiki program berikutnya.
- Pemantapan program, jika program kegiatan ekstrakurikuler yang diprogramkan itu dapat dilaksanakan sesuai dengan yang telah direncanakan.
- Penyusunan program ekstrakurikuler untuk tahun berikutnya berdasarkan hasil evaluasi.

g. **Aktivitas Pembelajaran**

Secara umum aktivitas pembelajaran pada materi pengembangan ekstrakurikuler untuk aktualisasi diri peserta didik, diawali dengan **kegiatan persiapan:**

Kegiatan ini dilaksanakan untuk mempersiapkan sarana pendukung kegiatan pembelajaran di kelas sekaligus pengenalan dengan fasilitator di kelas.

Kegiatan pendahuluan:

Kegiatan ini untuk memberikan motivasi dan apersepsi/pengkondisian implementasi kurikulum serta penyampaian tujuan pembelajaran, dll.

Kegiatan inti:

Kegiatan inti dilaksanakan mengikuti urutan pembelajaran saintifik, meliputi aktivitas pembelajaran 1, membahas materi perbedaan dan keterkaitan antara kegiatan intrakurikuler dan ekstrakurikuler, dan kegiatan pembelajaran 2 membahas pengelolaan dan pengkoordinasian kegiatan ekstarkurikuler.

Kegiatan Penutup:

Kegiatan ini untuk merangkum hasil pembelajaran, refleksi dan umpan balik, dan tindak lanjut.

D. **Aktivitas Pembelajaran**

Aktivitas pembelajaran 1 adalah sebagai berikut:

1. Pada pembelajaran mata latih pengembangan ekstrakurikuler untuk aktualisasi diri peserta didik, aktivitas peserta didik mempelajari 2 sub materi latih yang dikemas pada kegiatan pembelajaran 1 dan 2, yaitu (1) materi perbedaan dan keterkaitan antara kegiatan Ekstrakurikuler dan Intrakurikuler, dan (2) materi pengelolaan dan pengkoordinasian kegiatan ekstrakurikuler.
2. Waktu yang tersedia untuk mempelajari kegiatan pembelajaran pengembangan ekstrakurikuler untuk aktualisasi diri disesuaikan dengan struktur program pendidikan dan pelatihan di PPPPTK BMTI, terdiri dari: kegiatan persiapan pembelajaran, kegiatan

- pendahuluan, kegiatan inti meliputi kegiatan pembelajaran 1 dan kegiatan pembelajaran 2, dan kegiatan penutup.
3. Selama mengikuti pembelajaran, Anda perlu berkonsentrasi, bekerja secara mandiri dan bekerja kelompok, serta menyiapkan bahan bacaan yang bersumber dari uraian materi pada buku ini, diantaranya:
 - a. Permendikbud Nomor 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses.
 - b. Permendikbud Nomor 57 tentang kurikulum 2013 SD/MI.
 - c. Permendikbud Nomor 58 tentang kurikulum 2013 SMP/Mts.
 - d. Permendikbud Nomor 59 tentang kurikulum 2013 SMA/MA
 - e. Permendikbud Nomor 60 tentang Kurikulum 2013 SMK/MAK.
 - f. Permendikbud Nomor 62 Tahun 2014 tentang Ekstrakurikuler.
 - g. Permendikbud Nomor 63 Tahun 2014 tentang Kepramukaan.
 - h. Permendikbud Nomor 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran.
 - i. Permendikbud Nomor 104 Tahun 2014 tentang Penilaian.
 4. Penyusunan program intrakurikuler dirancang menjadi satu kesatuan dengan kegiatan kokurikuler dan ekstrakurikuler. Kegiatan intrakurikuler yang dilaksanakan melalui pembelajaran di kelas maupun di luar kelas dapat dioptimalkan dengan memberikan tugas kepada peserta didik melalui kegiatan kokurikuler. Kegiatan ini dilakukan dalam rangka meningkatkan pemahaman terhadap materi yang diberikan pada saat intrakurikuler.
 5. Kegiatan pembelajaran perlu dibantu oleh pengurus kelas. Oleh karena itu Anda pilih satu orang sebagai ketua kelas, satu orang sebagai wakil, dan satu orang sekretaris. Apabila ada kegiatan kelompok, maka setiap kelompok memilih ketua dan sekretaris kelompok. Ketua kelas dan wakil bertugas mengkoordinasikan kegiatan pelatihan dari awal hingga akhir termasuk pengumpulan tugas-tugas, sedangkan sekretaris kelas mengatur notula kegiatan baik kegiatan kelas maupun kegiatan di masing-masing kelompok. Semua tugas dan notula dari awal hingga akhir kegiatan diserahkan kepada fasilitator di kelas pada hari terakhir pelatihan (sebelum kegiatan penutupan).
 6. Pada kegiatan pembelajaran satu Anda akan melaksanakan pembelajaran yang urutannya mengikuti alur saintifik sebagai berikut:

- a. Amati dan simaklah gambar/foto kegiatan intrakurikuler dan ekstrakurikuler secara individu melalui layar LCD di kelas.
- b. Carilah informasi tentang perbedaan dan keterkaitan kegiatan intrakurikuler dan ekstrakurikuler dari bacaan uraian materi kegiatan pembelajaran 1.
- c. Bekerjalah dalam kelompok, masing-masing kelompok beranggotakan 5 orang.
- d. Diskusikan dalam kelompok hasil pengamatan yang diperoleh dan tentukan fakta-fakta yang mendukung masalah yang dianalisis, kemudian tuliskan pada kertas plano.
- e. Komunikasikan data hasil diskusi kelompok yang telah dideskripsikan pada kertas plano (model penyajian di kertas plano diserahkan kepada kreativitas kelompok).
- f. Tempelkan kertas plano di dinding tembok kelas, kemudian secara bergantian masing-masing kelompok membaca hasil kerja kelompok lain, sekaligus memberikan masukan secara tertulis di kertas yang telah tersedia, jangan lupa setiap masukan harus diberi identitas nama dan asal kelompok.
- g. Diskusikan dalam kelompok untuk membandingkan fakta-fakta hasil pengamatan pada kelompok lain dengan hasil kerja kelompoknya sendiri.
- h. Kumpulkan hasil kerja tersebut kepada fasilitator melalui ketua kelas, jangan lupa memberi identitas kelompok dilengkapi dengan nama anggota.

Pertanyaan diskusi:

LK. 01

Bagaimana hasil analisis Anda tentang konsep, prinsip, manfaat dan langkah-langkah kegiatan intrakurikuler dan kegiatan ekstrakurikuler berdasarkan informasi yang telah Anda dapatkan?

LK. 02

Bagaimanakah keterkaitan antara kegiatan intrakurikuler dan ekstrakurikuler? Berikan contoh konkret berdasarkan pengalaman Anda atau berdasarkan informasi yang telah Anda dapatkan dari sumber bacaan!

- i. Di akhir kegiatan pembelajaran sub materi satu Anda akan mengomunikasikan hasil kerja kelompok pada kertas plano yang di tempel di dinding untuk diketahui dan diperbaiki oleh kelompok lain yang nantinya akan digunakan sebagai kesimpulan bersama.

Aktivitas pembelajaran 2 adalah sebagai berikut:

Pada kegiatan pembelajaran dua Anda akan melaksanakan pembelajaran yang urutannya mengikuti alur saintifik, akan tetapi setelah Anda menggali informasi Anda akan diminta bermain peran, yaitu memerankan komponen sekolah (KS, Wakasis, Pembina/Pelatih Eksktrakurikuler, dan Guru Mapel) dalam mengelola dan mengkoordinasikan kegiatan ekstrakurikuler. Langkah yang harus dilakukan pada aktivitas pembelajaran kedua ini adalah sebagai berikut:

1. Amati dan simaklah tayangan video kegiatan ekstrakurikuler secara individu melalui layar LCD di kelas.
2. Carilah informasi tentang pengelolaan dan pengkoordinasian kegiatan intrakurikuler dan ekstrakurikuler dari bacaan uraian materi pada bahan ajar ini atau dari sumber lain.
3. Lakukan kegiatan bermain peran untuk mensimulasikan seorang Kepala Sekolah sedang mengelola dan mengkoordinasikan kegiatan ekstrakurikuler mulai dari kegiatan identifikasi kebutuhan, potensi, dan minat peserta didik berdasarkan proses analisis

kompetensi mata pelajaran, analisis sumber daya yang diperlukan, menyusun program ekstrakurikuler, melaksanakan program, menilai dan mengevaluasi, melaporkan, hingga tindak lanjut kegiatan ekstrakurikuler, dengan langkah sebagai berikut:

- a. Pilihlah masing-masing satu orang untuk berperan sebagai:
 - Kepala Sekolah/KS.
 - Wakil Kepala Sekolah urusan Kesiswaan/Wakasis
 - Pembina/pelatih ekstrakurikuler/Pembina ekskul
 - Pelatih ekstrakurikuler/pelatih ekskul
- b. Peserta yang tidak berperan sebagai tersebut di atas, berperanlah sebagai guru, kemudian bagilah menjadi 5 jenis rumpun mata pelajaran yang berbeda.
- c. Peserta yang berperan sebagai Kepala Sekolah mengatur kegiatan penyusunan program kegiatan ekstrakurikuler dengan langkah sebagai berikut:
 - Guru mapel (ada 5 rumpun mapel) diminta melakukan analisis kompetensi mata pelajaran, kemudian hasilnya dituangkan ke dalam Format 1.
 - Hasil analisis kompetensi mata pelajaran dikomunikasikan dengan wakasis, pembina kesiswaan dan/atau pelatih ekstrakurikuler.
 - Wakasis bersama pembina dan/atau pelatih ekstrakurikuler menindaklanjuti hasil analisis kompetensi mata pelajaran, yang selanjutnya digunakan sebagai dasar penyusunan program kegiatan aktualisasi pada kegiatan ekstrakurikuler wajib, hasilnya dituangkan pada Format 2.

Komunikasikan hasil kerja tim di depan kelas, oleh 4 orang yang berperan sebagai KS, wakasis, pembina/pelatih, dan wakil guru mapel.

Program Ekstrakurikuler	Nama Kegiatan	Rasional	Tujuan	Deskripsi kegiatan	

- a. Di akhir kegiatan pembelajaran dua yang berperan sebagai KS, Wakasis, Pembina/Pelatih Ekstrakurikuler, dan Guru Mapel akan mengomunikasikan hasil kerja tim agar dapat diketahui oleh semua peserta.
- b. Tagihan yang harus Anda penuhi pada aktivitas pembelajaran dua adalah: hasil kerja kelompok yang dituliskan pada format LK. 03 dan LK. 04.
- c. Setelah Anda mengikuti seluruh rangkaian kegiatan pembelajaran, diharapkan secara jujur Anda dapat menjawab pertanyaan sebagai berikut:
 - 1) Bagaimana kebermanfaatan kegiatan ekstrakurikuler terhadap pencapaian kompetensi yang diamanatkan dalam program intrakurikuler?
 - 2) Bagaimana pendapat Anda terhadap program intrakurikuler dan ekstrakurikuler?
 - 3) Bagaimana peran pembina, guru, dan pelatih pada kegiatan intrakurikuler dan ekstrakurikuler?
 - 4) Bagaimana pendapat Anda tentang kesulitan dalam menyusun dan mengkoordinasikan program intrakurikuler dan ekstrakurikuler?

E. Rangkuman

1. Intrakurikuler merupakan kegiatan pengembangan diri yang dilaksanakan melalui kegiatan proses belajar mengajar yang merupakan inti dari proses yang terjadi di sekolah sebagai lembaga formal. Kegiatan ini dapat terjadi secara berkesinambungan antara konsep pembelajaran yang dilaksanakan di dalam kelas dan di luar kelas berdasarkan penerapan kurikulum yang dilaksanakan oleh satuan pendidikan.
2. Kegiatan intrakurikuler wajib diikuti oleh peserta didik, bersifat mengikat, dilaksanakan dengan jadwal dan waktu yang jelas, dilaksanakan terus menerus sesuai kalender akademik. Sasaran dan tujuan intrakurikuler adalah menumbuhkan kemampuan akademik peserta didik, dimana kegiatannya berada di bawah tanggungjawab guru mapel atau guru kelas.

3. Intrakurikuler dilakukan sekolah secara teratur, jelas, dan terjadwal. Kegiatan ini dikelola secara sistematis yang merupakan program utama dalam proses mendidik peserta didik. Intrakurikuler, kokurikuler, dan kegiatan ekstrakurikuler merupakan kegiatan kurikulum pada satuan pendidikan yang saling terkait satu dengan yang lain, dalam rangka mencapai mutu satuan pendidikan. Kegiatan kokurikuler adalah kegiatan kurikuler yang mendukung kegiatan intrakurikuler berupa tugas-tugas pendukung pembelajaran.
4. Kegiatan Ekstrakurikuler dapat memfasilitasi bakat, minat, dan kreativitas peserta didik yang berbeda-beda, dimana kegiatannya berada dibawah tanggungjawab pembina dan/atau pelatih ekstrakurikuler.
5. Kegiatan ekstrakurikuler meliputi ekstrakurikuler wajib dan ekstrakurikuler pilihan. Kegiatan ekstrakurikuler wajib berupa kepramukaan. Ada tiga macam model pelaksanaan kepramukaan, yaitu sistem blok, aktualisasi, dan reguler.
6. Ekstrakurikuler wajib adalah program ekstrakurikuler yang harus diikuti oleh seluruh peserta didik, terkecuali bagi Peserta Didik dengan kondisi tertentu yang tidak memungkinkan untuk mengikuti kegiatan Ekstrakurikuler tersebut.
7. Penyusunan program intrakurikuler dirancang menjadi satu kesatuan dengan kegiatan kokurikuler dan ekstrakurikuler. Kegiatan ini dilakukan dalam rangka meningkatkan penguasaan terhadap kompetensi yang diamanatkan dalam intrakurikuler.
8. Langkah penyusunan program intrakurikuler yang harus dilalui oleh pendidik adalah dengan melakukan analisis kompetensi mata pelajaran. Melalui analisis ini akan terpetakan Kompetensi Dasar tertentu yang memerlukan pengembangan atau aktualisasi lebih lanjut. Aktualisasi dari pembelajaran tersebut akan diwadahi pada kegiatan ekstrakurikuler.
9. Pelaksanaan Program Kegiatan Ekstrakurikuler yang telah disusun perlu dilakukan penilaian, evaluasi, laporan, dan rencana tindak lanjut.

F. Tes Formatif

Petunjuk:

- Kerjakan soal berikut ini dengan cermat
- Pilih salah satu jawaban yang paling tepat

Soal:

1. Peserta didik merupakan anggota masyarakat yang dipandang perlu mendapatkan layanan pendidikan agar dapat tumbuh menjadi individu berkualitas dalam dimensi sikap, pengetahuan, maupun keterampilan. Pada pernyataan manakah kegiatan yang mendukung bahwa satuan pendidikan perlu mengoptimalkan pembentukan sikap dan keterampilan?
 - A. Pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa.
 - B. Pendidikan bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab.
 - C. Setiap pendidikan harus dapat memerankan fungsinya membentuk individu berkualitas dalam dimensi sikap, pengetahuan, maupun keterampilan seiring dengangan tuntutan jaman.
 - D. Setiap satuan pendidikan wajib mengembangkan kegiatan untuk mewadahi potensi peserta didik sebagaimana tercantum pada Permendikbud Nomor 62 Tahun 2014 tentang Kegiatan Ekstrakurikuler pada Pendidikan Dasar dan Menengah dan Permendikbud Nomor 63 Tahun 2014 tentang Pendidikan Kepramukaan.

2. Berikut adalah pernyataan yang kurang tepat berkaitan dengan intrakurikuler, kokurikuler, dan ekstrakurikuler.
 - A. Intrakurikuler merupakan kegiatan pengembangan diri yang dilaksanakan melalui kegiatan proses belajar mengajar yang merupakan inti dari proses yang terjadi di sekolah sebagai lembaga formal.
 - B. Antara intrakurikuler, kokurikuler, dan ekstrakurikuler belum tentu ada keterkaitan atau belum tentu dapat dikaitkan satu dengan lainnya.
 - C. Agar supaya peserta didik memahami dan mendalami materi yang dipelajari pada kegiatan intrakurikuler maka diperlukan kegiatan kokurikuler, kegiatan kokurikuler ini dapat berupa tugas-tugas yang mendukung pembelajarannya.
 - D. Ekstrakurikuler dilaksanakan diluar intrakurikuler, kegiatan ekstrakurikuler terdiri atas kegiatan ekstrakurikuler wajib dan pilihan, waktu pelaksanaan, sasaran dan program, teknis pelaksanaan, evaluasi dan kriteria keberhasilan berbeda dengan kegiatan intrakurikuler.

3. Pernyataan berikut berkaitan dengan karakteristik untuk mengetahui perbedaan intrakurikuler dengan ekstrakurikuler, kecuali:
 - A. Kegiatan intrakurikuler wajib diikuti oleh peserta didik, bersifat mengikat, dilaksanakan dengan jadwal dan waktu yang jelas, dilaksanakan terus menerus sesuai kalender akademik.
 - B. Sasaran dan tujuan intrakurikuler adalah menumbuhkan kemampuan akademik peserta didik, dimana kegiatannya berada dibawah tanggungjawab guru mata pelajaran atau guru kelas, keberhasilan peserta didik dalam menguasai kompetensi disesuaikan dengan kurikulum yang diberlakukan oleh sekolah, dan dinilai dengan menggunakan tes dan non tes.
 - C. Kegiatan ekstrakurikuler wajib tidak harus diikuti oleh peserta didik, bersifat mengikat, dilaksanakan dengan jadwal dan waktu yang jelas, dilaksanakan terus menerus.

- D. Ekstrakurikuler pilihan disesuaikan dengan bakat dan minat peserta didik. Sasaran dan tujuan ekstrakurikuler adalah menemukan dan mengembangkan potensi peserta didik, serta memberikan manfaat sosial yang besar dalam mengembangkan kemampuan berkomunikasi, bekerja sama dengan orang lain.
4. Pengembangan berbagai bentuk kegiatan ekstrakurikuler pilihan dapat dilakukan melalui tahapan sebagai berikut. Manakah langkah yang tepat?
- A. (a) analisis sumber daya yang diperlukan untuk penyelenggaraannya (b); identifikasi kebutuhan, potensi, dan minat peserta didik; (c) pemenuhan kebutuhan sumber daya sesuai pilihan peserta didik atau menyalurkannya ke satuan pendidikan atau lembaga lainnya; (d) penyusunan program kegiatan ekstrakurikuler; dan (e) penetapan bentuk kegiatan yang diselenggarakan.
- B. (a) identifikasi kebutuhan, potensi, dan minat peserta didik; (b) analisis sumber daya yang diperlukan untuk penyelenggaraannya; (c) pemenuhan kebutuhan sumber daya sesuai pilihan peserta didik atau menyalurkannya ke satuan pendidikan atau lembaga lainnya; (d) penyusunan program kegiatan ekstrakurikuler; dan (e) penetapan bentuk kegiatan yang diselenggarakan.
- C. (a) analisis sumber daya yang diperlukan untuk penyelenggaraannya; (b) identifikasi kebutuhan, potensi, dan minat peserta didik; (c) pemenuhan kebutuhan sumber daya sesuai pilihan peserta didik atau menyalurkannya ke satuan pendidikan atau lembaga lainnya; (d) penetapan bentuk kegiatan yang diselenggarakan, dan (e) penyusunan program Kegiatan ekstrakurikuler.
- D. (a) identifikasi kebutuhan, potensi, dan minat peserta didik; (b) pemenuhan kebutuhan sumber daya sesuai pilihan peserta didik atau menyalurkannya ke satuan pendidikan atau lembaga lainnya; (c) analisis sumber daya yang diperlukan untuk penyelenggaraannya; (d)

penyusunan program kegiatan ekstrakurikuler; dan (e) penetapan bentuk kegiatan yang diselenggarakan.

5. Kegiatan ekstrakurikuler pada satuan pendidikan dikembangkan dengan menggunakan prinsip berikut:
 - A. Partisipasi aktif yakni bahwa kegiatan ekstrakurikuler menuntut keikutsertaan peserta didik dan orang tua peserta didik secara penuh sesuai dengan minat dan pilihan masing-masing; dan menyenangkan yakni bahwa kegiatan ekstrakurikuler dilaksanakan dalam suasana yang menggembirakan bagi peserta didik.
 - B. Partisipasi aktif yakni bahwa kegiatan ekstrakurikuler menuntut keikutsertaan peserta didik secara penuh sesuai dengan minat dan pilihan masing-masing; dan menyenangkan yakni bahwa kegiatan ekstrakurikuler dilaksanakan dalam suasana yang menggembirakan bagi peserta didik dan segenap warga sekolah.
 - C. Partisipasi aktif yakni bahwa kegiatan ekstrakurikuler menuntut keikutsertaan seluruh *stakeholder* secara penuh sesuai dengan minat dan pilihan masing-masing; dan menyenangkan yakni bahwa kegiatan ekstrakurikuler dilaksanakan dalam suasana yang menggembirakan bagi peserta didik.
 - D. Partisipasi aktif yakni bahwa kegiatan ekstrakurikuler menuntut keikutsertaan peserta didik secara penuh sesuai dengan minat dan pilihan masing-masing; dan menyenangkan yakni bahwa kegiatan ekstrakurikuler dilaksanakan dalam suasana yang menggembirakan bagi peserta didik.

G. Kunci Jawaban

1. D

2. B

3. C

4. B

5. D

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : BIOGAS

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan materi ini, peserta diklat diharapkan dapat mengerti dan memahami tentang biogas.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi, peserta mampu:

- Menjelaskan pengertian biogas
- Menyebutkan bahan untuk biogas

C. Uraian Materi

1. Definisi Biogas

Biogas satu gas yang dapat terbakar yang diproduksi oleh peragian anaerobik pada bahan organik dengan bantuan bakteri methanogenik. Gas ini sebagian besar terdiri dari metana dan karbon dioksida. Perkiraan komposisi biogas dapat bervariasi sesuai dengan kondisi eksperimental, sebagaimana dijelaskan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Rata-rata komposisi kandungan Biogas

Substansi	Simbol	Prosentase
Metana	CH ₄	50 - 70
Karbon dioksida	CO ₂	30 - 40
Hidrogen	H ₂	5 - 10
Nitrogen	N ₂	1 - 2
Vapour Air	H ₂ O	0.3
Hidrogen Sulphide	H ₂ S	Jejak

Metana menghasilkan lebih banyak panas dibandingkan minyak tanah, kayu, arang, dan bahan bakar tradisional apapun. Berat jenis metana (relatif terhadap udara) 0.55, temperatur kritis 82.5 °C, dan tekanan untuk pencairan 5000 psi. Udara yang diperlukan untuk pembakaran sebesar 9.33 m³/m³ dan temperatur pengapian 650°C.

2 Syarat-syarat yang diperlukan untuk pengoan anaerobik pada sampah organik

2.1 Rata-rata Pengisian (*Loading rate*)

Loading rate sejumlah bahan baku yang diisikan ke dalam digester per hari setiap volume unit dari kapasitas digester. Beban digester (*digester load/ DL*), diukur dalam kg dihitung dari Total solid ($VS/m^3 \times Vd \times \text{hari}$) digunakan sebagai ukuran dari efisiensi digester. Beban digester terutama bergantung pada empat faktor: substrat, temperatur, beban volumetrik dan jenis pembangkit. Untuk sebuah pembangkit biogas agrikultur dengan desain sederhana, batas atas untuk DL secara kasar $1.5 \text{ kg VS}/m^3 \times \text{hari}$ (Werner, Stohr dan Hees, 1989).

Khusus untuk pembangkit dengan kotoran sapi, aturan yang ditetapkan 6 kg rabuk segar setiap m^3 biodigester dalam kondisi hangat. sedangkan dalam kondisi dingin sebesar 7.5 kg sesuai kondisi iklim. Sesungguhnya rata-rata pengisian merupakan hal penting bagi efisisensi produksi gas. Jika pembangkit diisi berlebihan, kadar keasaman akan berakumulasi dan produksi metana akan melampaui batas, jika volume pengisian pembangkit kurang, maka produksi gas akan lebih sedikit.

2.2 Waktu Retensi

Waktu Retensi adalah jangka waktu rata-rata pada sisa isi bahan dalam digester. Dalam sebuah pembangkit kotoran sapi, waktu ingatan dihitung dengan cara membagi volume total digester oleh volume slurry yang ditambahkan setiap hari. Biasanya retensi waktu sebuah pembangkit kotoran sapi diperlukan 40 sampai 60 hari tergantung pada temperatur. Dengan begitu, saluran kecil peragian mempunyai volume antara 40 hingga 60 kali slurry yang ditambahkan setiap hari. Untuk sebuah tinja digester retensi waktu lebih panjang (70 hingga 90 hari) yang diperlukan untuk membunuh pathogens pada tinja manusia.

2.3 Pelemahan dan *Consistency Inputs*

Sebelum memberi makan digester, limbah tubuh seperti rabuk lembu segar

dicampur secara menyeluruh dengan air. Untuk solubilisasi sesuai bahan organik, perbandingan antara padat (*solid*) dan air 1:1 di atas/terhadap basis volume unit (, misalnya. volume sama dari air untuk satu volume diberikan dari padat (*solid*)) ketika barang sisa domestik digunakan. Bagaimanapun, jika rabuk dalam formulir/bentuk kering (itu dihancurkan sebelum memasuki pelabuhan digester), kuantitas dari air ditingkatkan maka untuk mencapai konsistensi diinginkan dari input (contoh. perbandingan bisa bervariasi dari 1:1.25 ke genap 1:2). Pelemahan dibuat untuk memelihara *total solid* (TS) sampai dengan 5 ke 10 persen. Jika campuran slurry terlalu melemahkan, partikel padat (*solid*) bisa mempercepat di dasar digester itu yang terlalu tebal aliran gas mungkin menjadi dirintangi. Dalam kedua kasus, produksi gas akan kurang dari optimum. Secara umum para pemakai mempunyai kecenderungan hingga lebih melemahkan slurry. Untuk pencampuran seksama dari rabuk sapi dan air (*slurry*), satu *Slurry Mixture Machine* mungkin menjadi menyesuaikan pintu masuk dari satu digester.

2.4 pH Value

pH campuran input memainkan peran sangat penting di dalam formasi metana. Lingkungan Acidic tidak baik untuk methanogenic memproses. Biogas Optimum produksi dicapai ketika pH nilai campuran input di digester dijaga antara 6 dan 7. pH dalam satu biogas digester juga satu fungsi dari waktu ingatan. Selama awal perioda peragian, sebagian besar asam organik diproduksi oleh asam membentuk bakteri. pH di dalam digester bisa mengurangi ke di bawah 5. Ini menghalangi atau bahkan menghentikan pencernaan atau proses peragian sebagai bakteri methanogenic sangat sensitif ke pH dan jangan tumbuh dengan subur di bawah satu nilai 6.0. Berikutnya, ketika proses pencernaan berlanjut, konsentrasi dari NH_4 meningkatkan sehubungan dengan pencernaan dari zat lemas, yang bisa meningkatkan nilai pH ke di atas 8. Ketika level produksi metana sudah stabil, jangkauan pH sisa buffered antara 7.2 dan 8.2. Bagaimanapun, sebagian dari bahan makanan barang sisa terutama yang berasal dari industri, mempunyai kecenderungan mengurangi pH pencernaan

slurry. Dalam hal kasus, pH mungkin menjadi menunda dengan cara menambahkan dihitung sejumlah limau/kapur perekat (CaCO_3). Di atas melabur berbahaya ke bakteri.

Ketika bahan nitrogenous digunakan untuk makanan, zat lemas dibebaskan dalam bentuk hidroksida ammonium selama proses dari formasi metana yang dapat meningkatkan di pH tingkat media. Jika beberapa kondisi tampak, penambahan dari jerami/sedotan akan membantu memperbaiki pH.

2.5 Temperatur

Aktivitas *Enzymatic* bakteri sebagian besar tergantung atas temperatur, faktor kritis untuk produksi metana. Methanogens non-aktip di temperatur tinggi dan rendah yang ekstrim. Sekali metabolisme terjadi reaksi eksotermik sangat menolong untuk produksi metana. Seandainya pencernaan mesophilic, jangkauan temperatur antara 30 dan 40 °C. Produksi gas optimum berlangsung di mesophilic pada temperatur optimum 35 °C. Oleh karena itu, di udara dingin temperatur dari substansi fermenting di digester diperlukan untuk meningkat sampai dengan 35 °C. Produksi gas menjadi signifikan dengan cara meningkat temperatur sampai dengan 55 °C, di atas itu produksi akan turun karena enzim bakteri akan mati pada temperatur yang terlalu tinggi. Dengan begitu, pencernaan thermophilic, antara 45 dan 55 °C. Di sisi lainnya, ketika suhu lingkungan turun ke 10 °C, produksi gas secara virtual stop. Produksi gas mungkin akan meningkat dalam udara dingin dengan memakai isolasi/penyekatan dari digester.

Dengan peningkatan temperatur, pertimbangan waktu pencernaan (periode proses) menjadi kurang. Artinya waktu proses lebih pendek jika temperatur dari digester sudah diatur ke tingkat yang diinginkan, sebagai contoh, dari jangkauan mesophilic (30 dan 40 °C) ke thermophilic (45 dan 55 °C).

2.6 Perbandingan Karbon-zat lemas (C:N)

Unsur-unsur yang diperlukan seperti karbon, hidrogen, zat lemas, fosfor dan

banyak microelements lain perlu dalam jumlah yang cukup untuk pertumbuhan normal dari mikroorganisma.

Semua organisme hidup memerlukan zat lemas untuk sintesa dari protein. Dengan tidak adanya zat lemas yang cukup, bakteri tidak akan mampu untuk memproses seluruh karbon dan proses tidak akan efisien. Secara umum, perbandingan sekitar 20 - 30: 1 mempertimbangkan terbaik untuk pencernaan anaerobic. C/N perbandingan tidak pernah ada lebih dari 35, dengan optimum pada 30. Jika C/N perbandingan sangat tinggi, zat lemas akan dikonsumsi dengan cepat dan akan mengurangi tingkat reaksi. Di sisi lainnya, jika C/N perbandingan sangat rendah, zat lemas akan dibebaskan dan diakumulasikan dalam bentuk amoniak, beracun di bawah syarat-syarat tertentu.

Kotoran ternak, terutama rabuk lembu, mempunyai rata-rata perbandingan C/N sekitar 24. Bahan biodigester seperti jerami dan serbuk gergaji mengandung karbon lebih tinggi. Kotoran manusia mempunyai perbandingan C/N sekitar 8. Perbandingan C/N dari materi pada umumnya disajikan di bawah:

Tabel 2. Perbandingan/ratio C/N beberapa material organic

No	Bahan baku	Perbandingan C/N
1.	Rabuk Bebek	8
2.	Kotoran Manusia	8
3.	Rabuk Ayam	10
4.	Rabuk Kambing	12
5.	Rabuk Babi	18
6.	Rabuk Domba	19
7.	Rabuk Sapi	24
8.	Sejenis bunga bakung air	25
9.	Rabuk Gajah	43
10.	Jerami (maizena/sejenis biodigester jagung)	60

11.	Jerami (beras)	70
12.	Jerami (gandum)	90
13.	Serbuk gergaji	Di atas 200

Bahan dengan perbandingan C/N tinggi bisa digabungkan dengan bahan yang perbandingan C/N rendah untuk menghasilkan perbandingan rata-rata dari gabungannya ke level yang diinginkan.

2.7 Tingkat keracunan

Ion Mineral, logam berat dan deterjen merupakan bagian dari bahan beracun yang menghalangi pertumbuhan normal dari *pathogens* pada digester. Untuk menstimulasi pertumbuhan, bakteri memerlukan ion mineral (contohnya natrium, kalium, kalsium, magnesium, amonium dan belerang) dalam jumlah sedikit. Hal ini disebabkan karena bagaimanapun konsentrasi berat dari ion yang sedikit ini akan menciptakan lingkungan beracun. Sebagai contoh, kehadiran dari NH₄ dari 50 ke 200 mg/l menstimulasi pertumbuhan dari mikroba, sedangkan konsentrasinya di atas 1,500 mg/l menghasilkan tingkat keracunan.

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Peserta diklat membaca uraian materi.
2. Setelah membaca uraian materi, peserta mengidentifikasi bahan organik disekitar dan mengklasifikasi perbandingan C/N.

E. Menghitung jumlah bahan hasil identifikasi yang bervariasi, sehingga

Rangkuman

3. menghasilkan perbandingan C/N sebesar 24.

Biogas adalah gas yang dapat terbakar dan diproduksi melalui proses peragian anaerobik

pada bahan organik oleh bakteri methanogenik.

Gas metana secara virtual tidak berbau dan tak terlihat pada cahaya siang hari. Gas metana terbakar menghasilkan nyala api biru yang terang, tidak berasap dan tidak meracuni lingkungan alam.

Syarat-syarat pengelolaan sampah organik anaerob terdiri dari pengisian rata-ratabiodigester perhari, waktu retensi, pH value,temperature, perbandingan karbon-zat lemas (C:N) dan tingkat keracunan

F. Tes Formatif

Jawab pertanyaan dibawah ini dengan benar dengan memilih salah satu pilihan yang tepat.

1. Gas yang dikeluarkan dari biodigester hasil peragian anaerobic yang digunakan untuk energy pembakaran :
 - a. Metana
 - b. Karbon dioksida
 - c. Hydrogen
 - d. Nitrogen
 - e. Vapour air

2. Banyaknya bahan baku yang diisikan ke dalam digester per hari setiap volume unit dari kapasitas digester disebut
 - a. *Loading rate*
 - b. *Consistency Inputs*
 - c. *Slurry Mixture Machine*
 - d. *Aktivitas Enzymatic*
 - e. Sampah Organik

3. Berapa besar pH campuran input supaya biogas enghasilkan gas metan yang optimum?
 - a. 0-1

- b. 2-3
 - c. 4-5
 - d. 6-7
 - e. 0-7
4. Produksi gas metan pada biodigester akan memuaskan pada kondisi yang berlangsung di mesophilic dengan temperatur optimum
- a. 20°C
 - b. 25°C
 - c. 30°C
 - d. 35°C
 - e. 40°C
5. Karbon-zat lemak (C:N) yang digunakan proses sintesa dari protein oleh bakteri yang baik mempunyai perbandingan C/N
- a. 10:1
 - b. 20:1
 - c. 30:1
 - d. 40:1
 - e. 50:1

G. Kunci Jawaban

1. a
2. a
3. d
4. d
5. c

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 : PENGGUNAAN DAN PEMANFAATAN BIOGAS

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan materi ini, peserta diklat diharapkan dapat mengerti dan memahami tentang penggunaan dan pemanfaatan biogas

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi peserta mampu:

- ✓ Memahami manfaat biogas secara langsung maupun tidak langsung
- ✓ Memahami peralatan pemanfaatan biogas

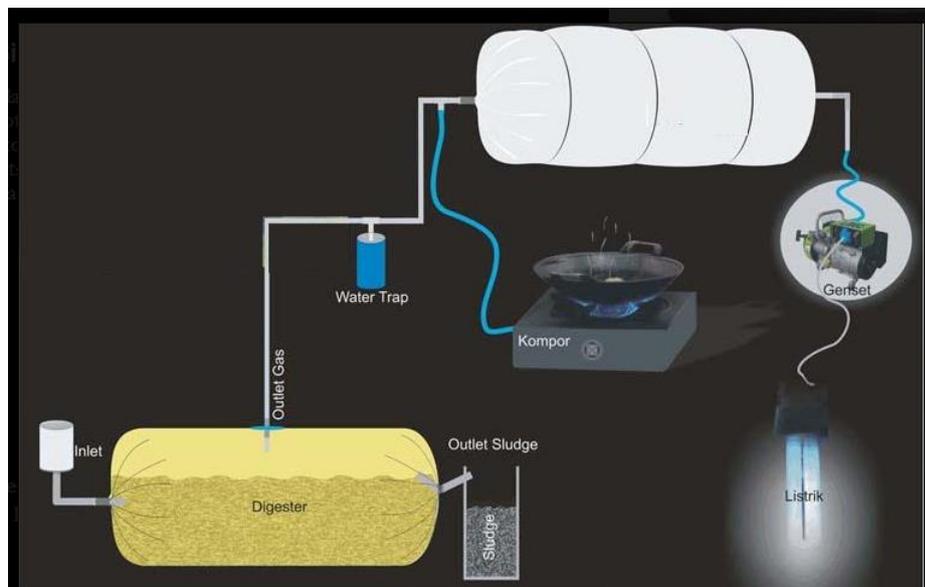
C. Uraian Materi

1. Penggunaan biogas.

Penggunaan biogas mempunyai berbagai manfaat langsung dan tidak langsung, diantaranya:

1.1. Ketersediaan dari Energi

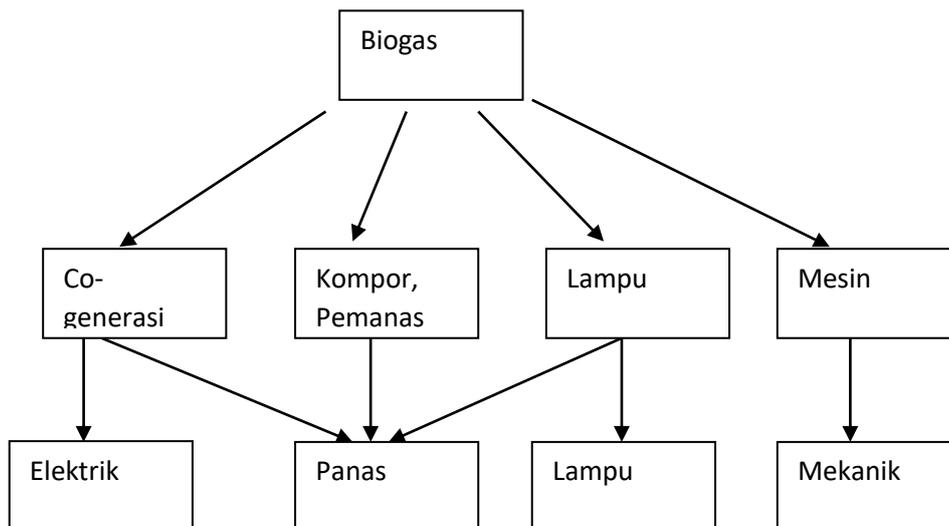
Gambar 3.1. Biogas sebagai energi



Sejalan dengan adanya biogas tersedia bahan baku, gas menjadi lebih murah

dan handal. Seperti umumnya bahan bakar lain, biogas mungkin bisa digunakan untuk rumah tangga dan industri. Prasyarat utama ketersediaan dari pembakar biogas atau peralatan konsumen yang dirancang/ dimodifikasi. Penggunaan biogas sebagai sumber energi sebagai berikut:

Gambar Diagram Pemanfaatan biogas

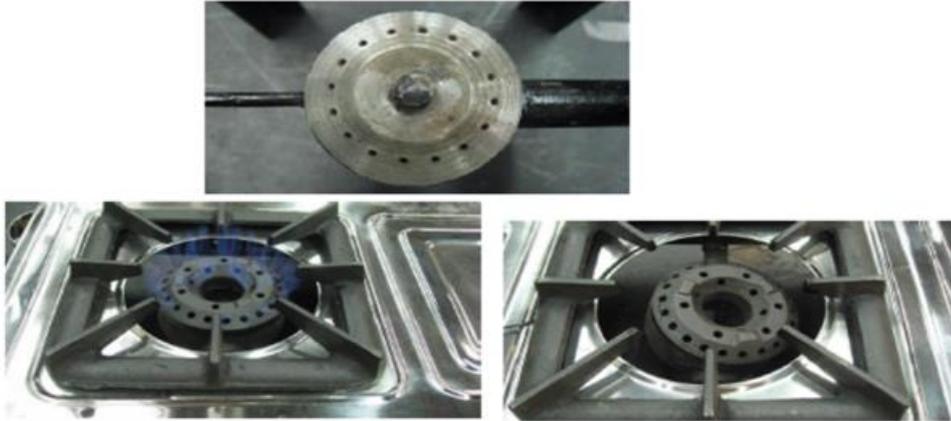


a. Kompor memasak

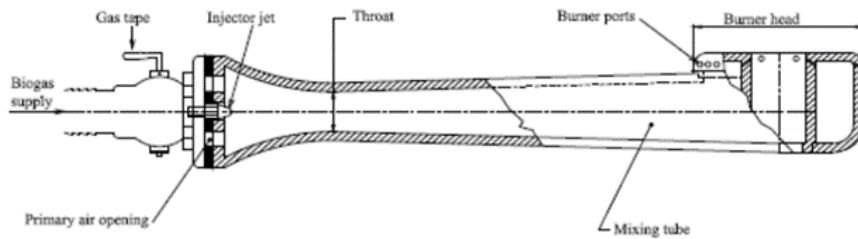
Di negara-negara berkembang, biogas digunakan sebagai sumber energi untuk memasak. Persyaratan gas untuk tujuan memasak diperkirakan 0.33 m^3 setiap orang per hari. Jika keluarga mempunyai 6 anggota maka satu reaktor biogas dirancang memproduksi 2 m^3 gas per hari.

Kompor biogas dapat dibuat khusus atau dimodifikasi dari kompor gas LPG. Untuk kompor biogas dari kompor gas LPG dilakukan dengan cara memodifikasi bagian *burner* atau saluran gas kompor tersebut.

Gambar 3.2. Contoh rancangan kompor biogas



Gambar 3.3. Contoh modifikasi burner kompor biogas



Gambar 4.3. . Kompor biogas digunakan memasak air



Cara Pengoperasian Kompor Biogas

- Buka sedikit kran gas yang ada pada kompor (memutar ke sebe kiri)
- Nyalakan korek api dan sulut tepat diatas tungku kompor.
- Apabila menginginkan api yang lebih besar, kran gas dapat dibuka lebih besar lagi, demikian pula sebaliknya. Api dapat disetel sesuai dengan kebutuhan dan keinginan kita.

b. Penerangan

Biogas digunakan untuk tujuan penerangan di pedesaan yang belum ada jaringan listrik PLN. Jenis lampu yang mengkonsumsi 0.07 - 0.14 m³ gas per jam digunakan untuk penerangan rumah tangga. Beberapa lampu memancarkan sinar terang setara dengan 40 - 100 daya lilin. Gas dari reaktor sebagai sumber energi untuk lampu. Ada berbagai macam lampu biogas yang tersedia di Indonesia dan semua sangat gampang untuk dioperasikan. Lampu biogas tidak terlalu beda dari sebuah lampu minyak.

Gambar 3.5 | Lampu biogas



c. Pendinginan

Biogas digunakan untuk mesin pendingin yang beroperasi dengan amoniak dan air. Dalam konteks ini, biogas berfungsi sebagai lemari es untuk menjaga temperatur sensitif bahan seperti obat dan vaksin di daerah terpencil. Persyaratan gas untuk lemari es memerlukan kapasitas 0.6 - 1.2 m³ per jam setiap lemari es.

d. Biogas sebagai bahan bakar mesin

Biogas digunakan untuk mengoperasikan mesin empat langkah dan mesin pengapian percikan. Mesin Biogas secara umum tepat untuk mesin-mesin penggerak traktor dan truk, yang tersukses pernah dicoba di Cina. Ketika biogas digunakan untuk bahan bakar beberapa mesin, mungkin saja yang diperlukan untuk mengurangi isi sulfid hidrogen jika itu lebih dari 2 persen. Menggunakan biogas untuk menyulut pengapian perlu banyak persediaan, sehingga akan memerlukan tangki biogas yang sangat besar.

Satu dari penggunaan biogas, menyulut mesin untuk menjalankan pompa irigasi. Contohnya sebuah mesin menyulut-rangkap tersedia di India, yang di campuran dari biogas dan diesel (80% biogas dan 20% diesel). Di dalam mesin ini, biogas digunakan sebagai bahan bakar sementara untuk pengapian pada diesel utama.

Pemurnian biogas

Biogas mengandung unsur-unsur yang tidak diperlukan dalam pembakaran khususnya air (H₂O) dan hidrogen sulfida (H₂S) . Saat biogas dimanfaatkan sebagai bahan pembakaran (kompor) kedua unsur hanya berpengaruh pada menurunnya daya nyala dari kompor tersebut. Namun, jika biogas digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik atau menjalankan generator, pencucian atau pemurnian biogas menjadi sangat penting karena kedua unsur tersebut akan mempengaruhi umur komponen mesin pembangkit.

Tujuan pemurnian (*biogas purification*) karena kondensat yang terbentuk dapat terakumulasi dalam saluran gas dan juga dapat membentuk larutan asam yang korosif ketika kontak dengan air. Disamping pencegahan korosi, pemurnian biogas juga menghindari keracunan H₂S (ambang batas maksimum 5 ppm) dan mencegah kandungan sulfur yang ketika terbakar menjadi SO₂ atau SO₃ dengan racun lebih kuat dari H₂S serta meminimalkan terbentuknya H₂SO₃ yang sangat korosif. Diketahui, komposisi metana (CH₄) yang terkandung dalam biogas sangat menentukan besaran kalori yang dihasilkan serta dampak negatif penggunaan pada perangkat.

Bagi penggunaan menyalakan kompor, dapat digunakan kualitas biogas terendah, misalnya pada kandungan CH₄ antara 40 hingga 50 % , walaupun memiliki kualitas nyala api rendah tapi sudah mampu menjadi bakar dalam memasak. Namun, ketika diperuntukan bagi bahan bakar generator set (genset) , akan memerlukan komposisi metana minimal 70 % serta sedikit mungkin kandungan H₂S, hidrogen (H₂O) , CO₂ dan N₂. Alat pemurni metan (*methane purifier*) ditujukan sebagai upaya untuk menaikkan *performance*, atau efisiensi panas biogas, agar berkualitas bagi penggunaannya sebagai bahan bakar pembangkitan listrik (generator set) , pengganti bensin premium yang makin mahal dan kepentingan menjadi sumber energi menjalankan perangkat elektrik.

Pemurni biogas/metan bisa dibuat dari tabung logam stainless, berisi kantong pellet penyerap (*absorbers*) CO₂, H₂S dan H₂O untuk memurnikan gas metan. Pellet penyerap terbuat dari campuran aneka mineral tambang dengan basa kuat (NaOH) , yang dapat diganti setiap 2 (dua) bulan pemakaian.

Alat pemurni metan dirancang dapat menahan tekanan gas hingga 10,5 bar, memiliki masa ekonomis lebih dari 10 (sepuluh) tahun. Pemurni metan (*methane purifier*) mampu menaikkan efisiensi kalori, memperbesar manfaat dan meningkatkan kualitas biogas hasil pembangkitan biogas dari reaktor atau

bak cerna (digester) dengan output 4 hingga 8 m³ gas per hari, serta mampu mengalirkan biogas bertekanan (dengan kompresor) serta menaikkan komposisi metan hingga 20 % , dan bersamaan dengan itu menurunkan kandungan CO₂, H₂O dan H₂S. Pellet aktivator dapat diganti ulang (*refill*) atau diregenerasi (pakai ulang) dengan cara direndam dalam aquades untuk maksimal 5x atau setara dengan penggunaan 1 (satu) tahun.

Pellet penyerap (*absorbers*) isi ulang (*refill*) berharga murah, dapat diperoleh dengan mudah, dan cukup dengan dosis 2,5 kg bagi pemurnian 4 m³/ hari selama 60 hari.

Gambar.3.6. Alat pemurni biogas/metan



e. Generator Listrik

Membangkitkan listrik adalah salah satu penggunaan biogas yang jauh lebih efisien dibandingkan menggunakan untuk lampu gas. Dari segi pandangan utilisasi energi, penggunaan biogas untuk membangkitkan listrik untuk

penerangan akan lebih ekonomis. Dalam proses ini, pemakaian gas sekitar 0.75 m³ bisa menyalakan sekitar 7 lampu biogas selama satu jam.

Mesin generator untuk menghasilkan listrik di area *rural* dengan *clustered*. Biodigesters digunakan untuk membersihkan sampah di kota dan membangkitkan listrik/penerangan. Pencernaan anaerobik proses menyediakan energi dalam bentuk biogas setiap ton dari pemerintah kota organik padat (solid) barang sisa dicerna. Salah satu dari pilihan untuk menggunakan biogas menghasilkan listrik adalah menggunakan satu motor gas atau turbin gas.

1.2 Ketersediaan dari Fertilizer

Sebelum menemukan dari biogas, rabuk/pupuk dalam bentuk briket rabuk juga digunakan sebagai salah satu dari sumber energi, baik dalam bentuk sumber energi untuk memasak atau dalam bentuk pupuk organik. **Teknologi Biogas telah membantu untuk memecahkan pencernaan dari rabuk primer mengeluarkan bahan bakar dan pada saat bersamaan slurry keluar digunakan sebagai pupuk biodigester.** Slurry lebih baik kandungannya sebagai pupuk dibanding dengan pupuk kompos tradisional. Humus terdapat di dalam slurry meningkatkan sifat fisis dari tanah seperti menahan kapasitas air, pengisian angin, air stabil dan meningkatkan produksi panen sampai dengan 20-30 persen.

1.3 Penghematan Waktu

Penggunaan biogas mengurangi beban kerja hampir 2.5 jam per hari bagi para wanita dalam menangani pekerjaan sehari-hari rumah tangga.

- Lebih sedikit waktu diperlukan untuk menyalakan biogas dibandingkan dengan membakar kayu bakar.
- Biogas membangkitkan temperatur lebih tinggi dan memerlukan lebih sedikit waktu untuk masakan.
- Perkakas pertukangan pembersihan mudah karena biogas tidak menghasilkan jelaga.

- Menghemat waktu dibanding mencari kayu dari hutan yang jauh jaraknya, memerlukan waktu lebih panjang untuk mengumpulkan kayu bakar. Oleh karena itu, itu menyelamatkan/menabung waktu patut dipertimbangkan untuk pengumpulan dan memotong dari kayu; dan
- Selamatkan waktu untuk membersihkan pakaian dan rumah, tidak menghasilkan asap dengan membakar pohon atau kayu keras.

1.4 Peningkatan dalam kesehatan dan sanitasi

Biogas membantu meningkatkan kesehatan anggota rumah tangga, khususnya ibu-ibu dan anak-anak karena mereka yang menghabiskan sebagian besar waktu mereka di dapur/ dirumah, dengan mengikuti cara sebagai berikut:

- Asap dari kayu bakar, kue rabuk dan residu biodigester mempengaruhi pernapasan serta penyakit mata. Biogas lebih sedikit menghasilkan asap sehingga mengurangi timbulnya dari beberapa penyakit.
- Biogas menerangi terang untuk pembacaan dan melakukan menit pekerjaan; dan
- Jika kakus dihubungkan ke reaktor biogas, di sekitarnya rumah akan membebaskan dari tinja dimana sumber terdapat benda pathogens. Hal ini akan mengurangi pengerumunan dari berbagai penyakit, 90-95 persen telur parasitik hancur di temperatur panas di digester.

1.5 Pengurangan pengeluaran dana keluarga

Walaupun biogas tidak mengarahkan pendapatan tunai, tetapi bisa mengurangi pengeluaran dana keluarga dengan cara sebagai berikut:

- Mengurangi pembelanjaan untuk kebersihan dengan cara menyimpan/menjaga rumah dan pakaian dari asap kotoran;
- Mengurangi biaya pengobatan karena dengan mengurangi asap yang mengganggu pernapasan dan penyakit mata; dan mengurangi sumber dari berbagai penyakit, dengan menyediakan kakus dihubungkan ke reactor biogas;
- Mengurangi biaya bahan bakar untuk memasak; dan

- Mengurangi biaya minyak tanah untuk penerangan.

1.6 Kesehatan Lingkungan

Penggunaan sumber energi tradisional (memasak dengan kayu bakar) dapat menyebabkan emisi/ pancaran dari substansi berbahaya seandainya pembakaran tak sempurna. Biogas salah satu energi yang bersih dari pencernaan anaerobic residu agrikultur dan kotoran binatang. Hal itu mengurangi emisi/ pancaran dari *Green House Gases* (GHG) sehingga mendukung ke arah perlindungan lingkungan. Biogas mengurangi polusi dalam ruangan dan di luar pada level lokal serta membantu mengurangi perubahan iklim pada level global. Penebangan hutan Katastropik yang sedang berlangsung pada sebagian besar negara-negara berkembang menjadikan tanah longsor serta bioerosio menyebabkan degradasi lingkungan. Sejak biogas bisa digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak dan penerangan serta pupuk organik (slurry) untuk bercocok tanam, maka hal itu membantu memelihara lingkungan.

1.7 Ekonomi dan Tenaga kerja

Pembangun Biogas melibatkan tenaga kerja seperti konsultan dan usahawan. Kebutuhan dari staf dan tenaga ahli meningkat setiap tahun sehubungan dengan ekspansi dari program biogas. Dengan begitu, potensi pengembangan biogas untuk menciptakan lapangan kerja lokal sangat memungkinkan.

1.8. Pemeliharaan Dan Perawatan Reaktor Biogas

- Hindarkan reaktor dari gangguan anak-anak, tangan jahil, ataupun dari ternak yang dapat merusak dengan cara memagari dan memberi atap supaya air tidak dapat masuk ke dalam galian reaktor.
- Isi selalu pengaman gas dengan air sampai penuh. Jangan biarkan sampai kosong karena gas yang dihasilkan akan terbuang melalui pengaman gas.
- Apabila reaktor tampak mengencang karena adanya gas tetapi gas tidak mengisi penampung gas, maka luruskan selang dari pengaman gas sampai

reaktor, karena uap air yang ada di dalam selang dapat menghambat gas mengalir ke penampung gas. Lakukan hal tersebut sebagai pengecekan rutin.

- Cegah air masuk ke dalam reaktor dengan menutup tempat pengisian di saat tidak ada pengisian reaktor.
- Berikan pemberat di atas penampung gas (misalnya dengan karung-karung bekas) supaya mendapatkan tekanan di saat pemakaian.
- Bersihkan kompor dari kotoran saat memasak ataupun minyak yang menempel.

Prosedur Pengoperasian :

- Tutup semua saluran pada tangki reaktor kecuali pada bagian input
- Masukkan kotoran sapi pada tangki reaktor
- Tunggu selama ± 1 hari, kemudian masukkan **bungkil jarak** sedikit demi sedikit ke dalam tangki reaktor
- Gas methana akan mulai dihasilkan Setelah hari ke 3, namun biogas baru bisa di gunakan setelah plastik penampung biogas terisi penuh
- Sambungkan selang output biogas dari penampung biogas pada kompor agar dapat digunakan untuk memasak.

Perawatan Alat :

- **Beri atap pada alat agar terlindung dari sinar matahari dan hujan**
- **Beri pagar pada sekeliling alat agar terlindung dari ternak dan tangan jail.**

Permasalahan dan Cara Penanggulangan :

Masalah	Penyebab	Cara Mengatasi
Plastik / dum penampungan gas tidak bisa penuh	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak ada hasil gas • Plastik/ dum penampungan 	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan baku yang digunakan untuk menghasilkan gas kurang • Segera tambal plastik /dum

	bocor	yang bocor
Reaktor Tank membengkak	Lubang pipa penyalur gas tersumbat	Bersihkan lubang selang penyalur gas dari kotoran

1.9. STRATEGI PEMASARAN

Untuk strategi pemasaran, Anda bisa merangkul masyarakat daerah dalam mempromosikan manfaat biogas sebagai bahan bakar maupun energi listrik alternatif. Sebagai contoh sederhana, Koperasi Peternak Susu Bandung Utara (KPBSU) kini mulai aktif mensosialisasikan penggunaan biogas kepada 7.000 anggotanya untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak yang harganya semakin hari semakin meninggi. Melalui pendekatan langsung kepada para konsumen, KPBSU mengarahkan masyarakat untuk membangun instalasi biogas sebagai sumber energi alternatif yang biayanya lebih terjangkau. Program tersebut ternyata cukup berhasil, sehingga sebagian besar peternak sapi di daerah Bandung dan sekitarnya mulai terbebas dari gas elpiji dan beralih memanfaatkan energi biogas untuk kebutuhan bahan bakar sehari-hari.

Banyaknya potensi hewan ternak di Indonesia, menjadi salah satu kunci sukses perkembangan bisnis biogas di negara kita. Semakin banyak limbah ternak yang dihasilkan, maka semakin besar pula gerbang kesuksesan yang Anda miliki untuk mengembangkan peluang usaha biogas limbah ternak. Yang terpenting, tingkatkan terus pengetahuan dan kemampuan Anda dibidang energi terbarukan, sehingga proses produksi biogas bisa berjalan lancar dan resiko kerugian bisa dihindarkan.

Analisa Ekonomi

Asumsi

Digester biogas menghasilkan 7,92 m³ gas = 4,3 L minyak tanah/hari

Harga biogas setara dengan 1 liter minyak tanah (Rp 11.500,00)

Limbah biogas (*slurry*) dijadikan pupuk dengan harga Rp 25.000,00/karung

Modal awal

2 ekor sapi x @ Rp 5.000.000,00 Rp 10.000.000,00

Pembuatan digester biogas :

Material (Batu, pasir, semen, besi beton, dll) Rp 5.000.000,00

Material instalasi (pipa, stop kran, klem, dll) Rp 1.000.000,00

Peralatan (ember, cangkul, sekop, dll) Rp 150.000,00

Jasa tukang (3 orang x Rp 250.000,00) Rp 750.000,00 +

Total Rp 16.900.000,00

Digester biogas mengalami penyusutan setelah 5 tahun :

1/60 bulan x Rp 6.900,000,00 = Rp 115.000,00/bln

Biaya operasional per bulan

Perlengkapan Rp 500.000,00

Biaya karyawan (@ Rp 800.000,00 x 2 org) Rp 1.600.000,00

Biaya transportasi (@ Rp 25.000,00 x 30 hr) Rp 750.000,00

Biaya penyusutan digester Rp 115.000,00 +

Total Rp 2.965.000,00

Omset per bulan

Omset produksi biogas per bulan :

30 hari x 7,92 m³ (4,3 L) x Rp 11.500,00 Rp 1.483.500,00

Omset pupuk kandang :

30 hari x Rp 25.000,00 x 5 karung Rp 3.750.000,00 +

Total omset per bulan Rp 5.233.500,00

Labanya bersih per bulan

$$\text{Rp } 5.233.500,00 - \text{Rp } 2.965.000,00 = \text{Rp } 2.268.500,00$$

ROI (Return of Investment)

$$(\text{modal awal : laba bersih per bulan}) = \pm 7,5 \text{ bulan}$$

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Hitunglah besarnya biaya pembuatan biodigester dengan bahan bangunan dan bahan plastic!.
2. Hitunglah besarnya biaya pengoperasian biodigester kapasitas 4 m³ selama satu bulan dan besarnya output yang dihasilkan!

E. Rangkuman

Penggunaan biogas untuk menambah ketersediaan energi, ketersediaan *fertilizer*, peningkatan dalam kesehatan dan sanitasi, pengurangan pengeluaran dana keluarga, kesehatan lingkungan, ekonomi dan tenaga kerja.

Penggunaan biogas sebagai sumber energi diantaranya kompor memasak, peneraangan, pendingin, biogas sebagai bahan bakar mesin, generator listrik.

Slurry lebih baik kandungannya sebagai pupuk dibanding dengan pupuk kompos tradisional.

Penggunaan biogas mengurangi beban kerja hampir 2.5 jam per hari dalam menangani pekerjaan sehari-hari rumah tangga.

Biogas membantu ke arah meningkatkan kesehatan anggota rumah tangga. Biogas bisa mengurangi biaya pemakai/ operasional rumah tangga.

F. Tes Formatif

Jawab pertanyaan dibawah ini dengan memilih jawaban yang paling tepat.

1. Di Negara berkembang aktifitas setiap hari orang memerlukan energi dan jika energi berasal dari biogas (memasak). Berapa banyak rata-rata penggunaan gas produksi biogas setiap orang per hari:
 - a. 0,11 m³
 - b. 0,22 m³
 - c. 0,33 m³
 - d. 0,44 m³

2. Berapa banyaknya gas dari hasil biodigester untuk menyalakan lampu gas selama satu jam (sinar lampu setara 40-100 daya lilin)...
 - a. 0.01-0.06 m³
 - b. 0.07-0.14 m³
 - c. 0.15-0.20 m³
 - d. 0.21-0.28 m³

3. Berapa banyaknya gas dari hasil biodigester untuk pengoperasian lemari es dengan energy gas selama satu jam?
 - a. 0.01-0.05 m³
 - b. 0.06-0.12 m³
 - c. 0.13-0.19 m³
 - d. 0.20-0.26 m³

4. Material dalam slurry dapat meningkatkan sifat fisis dari tanah seperti menahan kapasitas air, pengisian angin, air stabil dan meningkatkan produksi panen adalah ...
 - a. Humus
 - b. CO₂
 - c. Matana
 - d. H₂O

5. Plastik atau penampungan gas metan pada biodigester tidak bisa penuh dimungkinkan karena
- a. Tidak ada gas
 - b. Plastic kurang tebal
 - c. Lubang pipa penyalur tersumbat
 - d. Terlalu tinggi penempatan penampungan gas

G. Kunci Jawaban

1. c
2. b
3. b
4. a
5. a

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 : SEJARAH PENGEMBANGAN BIOGAS

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan materi ini, peserta diklat diharapkan dapat mengerti dan memahami tentang sejarah pengembangan biogas.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indicator pencapaian kompetensi peserta mampu :

- ✓ Mengetahui pengembangan teknologi biogas di luar negeri
- ✓ Mengetahui pengembangan teknologi biogas di Indonesia

C. Uraian Materi

Pada tahun 1630, Van Helmont menunjukkan adanya satu gas mudah terbakar dalam membusuk barang sisa dan kotoran binatang. Pada tahun 1667, Shirley menemukan "Gas-rawa". Pada tahun 1776, Volta mengenali kehadiran dari gas metana dalam rawa atau tempat berair. Priestly menyebutkan tentang gas ini pada tahun 1790 dan Dalton mencoba untuk menemukan rumus kimianya pada tahun 1804.

Pada tahun 1808, Humphrey Davy mempelajari peragian dari campuran air dan rabuk sapi serta dikumpulkan gas ukuran metrik. Gas dikumpulkan berisi 60% karbon dioksida dan sisanya terdiri atas satu campuran dari gas yang kaya akan metana serta zat lemas. Bagaimanapun, Davy ditingkatkan hanya dalam aspek/pengaruh pupuk dan tidak di potensial gas ini sebagai sumber energi. Sete satu kehilangan dari 60 tahun, pada tahun 1868, Riset menunjukan kehadiran dari metana dalam tumpukan pupuk pekarangan/galangan kapal ladang.

Pada bulan Februari 1884, Louis Pasteur menyajikan pekerjaan dari siswanya Ulysse Gayon di Academy Science dan peragian disimpulkan dari rabuk binatang bisa menjadi satu sumber energi digunakan bisa menjadi digunakan untuk pemanasan serta penerangan. Sesudah itu, banyak para ilmuwan lain yakni Schloesing, Omeliansky, Kontribusi berharga yang dibuat Deherain dan Dupoint ke arah produksi dari metana melalui peragian dari bahan organik (Lagrange, 1979).

PENGEMBANGAN BIOGAS DI NEPAL

Program Biogas secara resmi di Nepal mulai awal 70-an yang disebut “*Biogas Support Programme*” diluncurkan pada tahun 1991. Hingga Agustus 2009, total jumlah biogas yang dibangun di Nepal sekitar 210,000. Survey dilaksanakan oleh SNV/BSP menunjukkan bahwa sekitar 97% biodigester menginstall sedang berfungsi dan rata-rata biodigester volume te mengurangi sejak 1992 serta sekitar 7 m³ di saat sekarang. Nepal te mengembangkan ditetapkan desain kubah mulai dari 4 m³ ke 20 m³ tepat untuk keduanya, yaitu area sederhana/datar dan berbukit-bukit area bagaimanapun, biodigester sampai dengan 10m³ diberikan penekanan tinggi dengan begitu subsidi. Biogas Support Programme te berlari di atas tahap dan perencanaan ke-4 nya untuk tahap ke-5 yang dimulai pada tahun 2010.

Dari satu perspektif nasional, biogas mengurangi tekanan dari penebangan hutan. Dengan satu rata-rata tahunan produksi gas dari hampir 500 m³ setiap biogas, biodigester operasional di bawah SNV/Program BSP menghasilkan lebih dari 84 juta m³ biogas setiap tahun.

Produksi gas tahunan kumulatif setara dengan ke penggantian dari kira-kira 154,000 ton dari fuelwood dan 1,8 juta ukuran metrik dari minyak tanah. Konservatif memperkirakan mengemukakan satu penyelamatan/tabungan tahunan dari 0.03 ha area hutan setiap biogas. Dengan begitu, dengan lebih dari 168, 613 biodigester meng-install di bawah SNV/Program BSP pada ujung FY 2006/07, dari yang lebih dari 97 persen operasional, program akan menyelamatkan/menabung kira-kira 1850 ha hutan setiap tahun.

PENGEMBANGAN BIOGAS DI INDIA

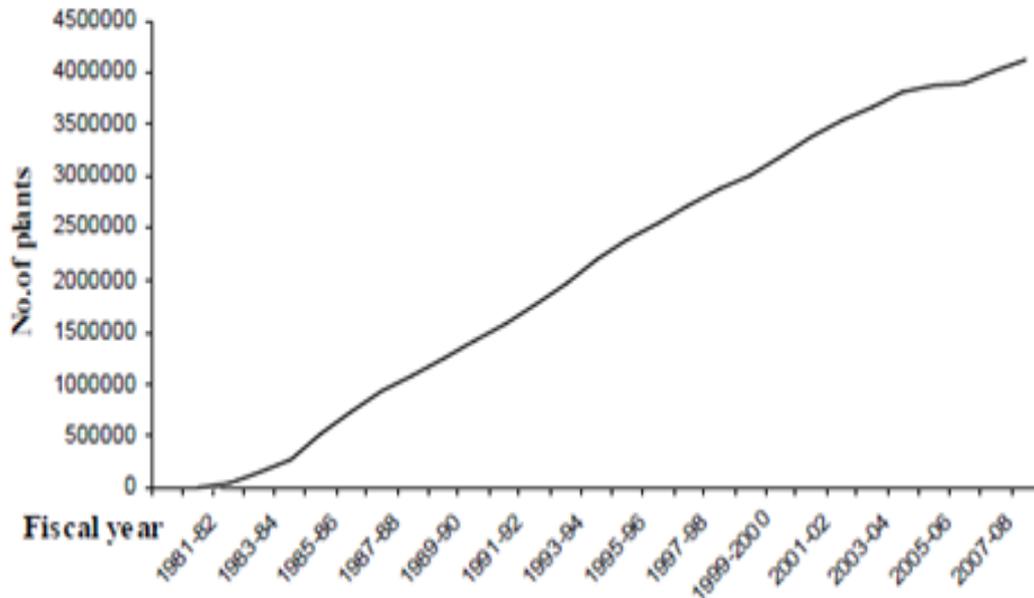
Indigenously berkembang, biogas domestik *simple-to-construct dan easy-to-operate* mempromosikan terutama untuk pemrosesan dari rabuk lembu di bawah satu *Currently Sponsored Scheme – Project* Nasional di atas/terhadap Biogas Development, sejak 1981 – 1982. *rechristened* sebagai National Biogas dan *Manure Management Programme* (NBMMP) pada tahun 2002 – 2003 dan melanjutkan selama *Eleventh Five Year Plan* (2007 – 2012). Sebuah multi-model promosi pendekatan diterapkan benar dari awal

dari program biogas untuk sesuaikan ketersediaan dari bahan bangunan dan keterampilan lokal, dan juga memerlukan dari . berbeda kelompok ekonomi dari keluarga rural. Menurut sejarah, Khadi dan Village Industries Commission, Mumbai (KVIC) menjelaskan ukuran biodigester dalam kaitan dengan kuantitas dari gas diproduksi sehari-hari, mengikuti hingga hari ini tetapi tidak dalam kaitan dengan volume dari digesters diikuti secara internasional. Ketika 25 kg rabuk basah (20% Total Solids), dapat dikumpulkan dari 2 – 3 lembu, tergantung atas/ketika umur, ukuran dan keturunan binatang, metoda dari penggembalaan, dan lain-lain., diberi makan ke dalam satu biodigester, sekitar 1 m³ gas diproduksi sehari-hari. Untuk tujuan domestik, ukuran biodigester: 1, 2, 3, 4 dan 6 produksi gas m³ per hari di antara yang 1 serta 2 m³ ukuran umum. Biodigester mempromosikan di area sampai dengan satu ketinggian 2000 meter dari permukaan laut. Biodigester mempunyai perioda ingatan 30, 40 dan 55 hari dikembangkan untuk sesuaikan area geografis yang berbeda atas dasar suhu lingkungan rata-rata selama bulan musim dingin (November ke Februari).

Kementerian New dan Renewable Energi (MNRE), sebelumnya memanggil/disebut Kementerian Non-conventional Energi Sources, sedang menerapkan NBMMP melalui Negara Bagian nodal Departemen/agensi nodal dan agensi Central, seperti, KVIC. Pada gilirannya mereka mencakup organisasi level distrik, organisasi bukan-pemerintah (NGOs) dan usahawan privat yang dilatih/terlatih. Badan lokal Desa, disebut 'Gram panchayats' terlibat dalam pemilihan dari penerima uang dan juga untuk monitoring tujuan. Untuk teknis dan dukungan pelatihan, Biogas Development dan pusat pelatihan (BDTCs) didirikan di sepuluh Negara Bagian berbeda.

NBMMP diterapkan dalam semua Negara Bagian dan Union Territories. Lebih dari 4 juta biodigester menyiapkan di negara dari 1981-1982 ke 2007-2008, , misalnya., di masa 26 tahun. Selama Five ke-10 Year Plan (2002 – 2006), target fisik satu juta biodigester dengan satu pengeluaran finansial dari IRs. 3,500.00 juta. Target fisik tahun-bijaksana dan terjadi prestasi serta ketetapan anggaran serta pembelanjaan menyerah tabel 18.1 (Bhatt, 2008).

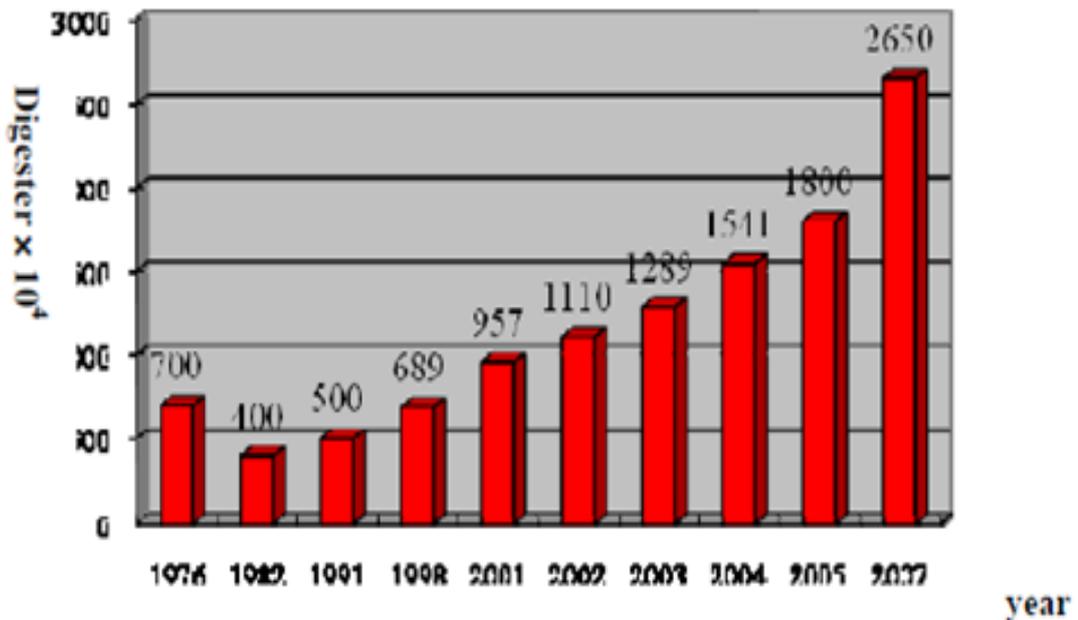
Grafik 1. Prestasi dari 1981–82 untuk 2007–08 di India



PENGEMBANGAN BIOGAS DI CINA/ KERAMIK

Biogas ditemukan dan direkam oleh orang di Cina ratusan tahun lalu serta biogas buatan tangan/manusia dimulai pada ujung abad ke-19. Pada 1920's, demonstrasi ilmiah dengan Tuan Luo Guori Model muncul. Pada akhir 1970's, masif biogas hidrolik digesters dipopulerkan di negara segera Setelah mantan presiden Mao zedong memanggil. Pada pertengahan 1980's, desain standar dari domestik biogas hidrolik digester dikeluarkan serta dipopulerkan di Cina serta meluas kepada negara-negara berkembang lain juga. Pada akhir 2007, total jumlah rumah tangga biogas digesters di area rural Cina sekitar 26.5 jutaan dengan total hasil gas dari 7.95 milyar m³ dibandingkan dengan 18 jutaan pada tahun 2005.

Grafik 2. Pengembangan Biogas di Pedesaan China



PENGEMBANGAN DARI BIOGAS DI RURAL AREAS CHINA

Di China ditargetkan total jumlah biogas domestik akan mencapai 84 jutaan pada akhir tahun 2020, yang akan bertanggung-jawab untuk 70 persen dari 120 juta, total potensial dari level rumah tangga biogas biodigester. Laju pertumbuhan setiap tahun di masa lalu dua tahun lebih dari 20 persen, misalnya, lebih dari 8 juta rumah tangga biogas digesters dibangun di area rural Cina. Sebagai contoh - di provinsi Sichuan, total jumlah biogas domestik digesters 3.4 jutaan pada akhir 2006 dan 3.95 juta pada tahun 2007. Pertumbuhan cepat dari beberapa pengembangan te secara efektif mengubah status dari energi rural, lingkungan, sanitasi dan ekologi dengan peningkatan di kamar kecil, tembel babi dan dapur demikian pula mengintegrasikan penggunaan biogas serta bio-slurry. Sementara itu, petani' hidup dan ekonomi jauh lebih meningkat.

Ukuran yang paling populer biogas domestik digester di Cina 6 - 8 m³ dan juga 10 m³,

dan model standar bawah tanah hidrolik mengetik membuat dengan semen serta batu bata. Beberapa biodigester *cast-in-place*, beberapa merakit setengah jadi beton, beberapa merakit setengah jadi gelas/kaca serat, beberapa daerah bahan lembut suka plastik khusus dan lain-lain. Digester secara normal terhubung ke tembok babi dan kamar kecil serta model memberi nama "Three-in-One" model terintegrasi.

Mempertimbangkan satu 6 m³ digester sebagai contoh, sekarang ini biaya rumah tangga standar biogas digester dengan sepenuh peralatan yang diperlukan berkisar antara 1,800 CNY (264 US\$) ke 3,000 CNY (441 US\$). Bagaimanapun, biaya ini bisa berubah tergantung atas/ketika daerah dengan syarat-syarat dan biaya tenaga kerja alami yang berbeda, jenis dari model dan bahan bangunan demikian pula peralatan dan lain-lain. Sebagai contoh, satu rumah tangga tipikal biogas digester dibuat dari semen dan batu bata dalam pinggiran dari Chengdu, Provinsi Sichuan biaya sekitar 2,000 CNY (294 US\$) sedangkan itu memerlukan biaya sekitar 2,500 CNY (367 US\$) di provinsi lain seperti Shanghai, Guangdong dan lain-lain

PENGEMBANGAN BIOGAS DI PAKISTAN

Government Pakistan, mencakup Planning Commission, Alternative Energi Development Board, Pakistan Council untuk *Renewable Energi Technologies* dan *Ministry Environment*, dengan teliti tertarik akan mempromosikan biogas domestik sebagai satu energi alternatif untuk bahan bakar dan pupuk serta mencari keahlian serta dukungan untuk setting atas satu program biogas nasional untuk secara signifikan menaikkan jumlah baik melakukan digesters di negara. Kekurangan dari energi dan harga tinggi dari minyak dianggap sebagai blok jalan ke pertumbuhan ekonomi serta pengurangan kemiskinan cepat negara. Walaupun rumah tangga biogas teknologi terkenal di Pakistan, jumlahnya dari instalasi sejauh ini membatasi ke sekitar enam ribu – hanya satu pecahan potensial dipercaya untuk ada/terjadi di negara. Orang **Rural** sedang sekarang ini memasak sebagian besar di atas/terhadap *unsustainably* memanen kayu bahan bakar, residu agrikultur dan mengeringkan pupuk binatang ke kerusakan dari hutan lokal serta produktivitas agrikultur. Negara satu luas besar sangat kekurangan manfaat terbukti dari rumah tangga biogas – terutama sekali kepada para wanita dan anak-anak dalam

kaitan dengan beban dikurangi dari koleksi kayu bakar serta pengotoran udara yang lebih tidak dalam ruangan.

Pengalaman Sebelumnya dari biogas di Pakistan bergaul dengan digesters dibangun pada 1980-an kegagalan dianggap sebagai yang secara luas. Biodigester dibangun pada akhir 1990-an nampak seperti secara teknis membunyikan dan sedang secara umum berfungsi dengan baik. Bagaimanapun jumlahnya dari biodigester te tersisa sedikit dengan tanpa lebih dari beberapa ratus sedang dibangun setiap tahun. Program bergantung pada dana bantuan pemerintah dan tidak ada mekanisme pasar pada tempatnya untuk para pemakai meningkat untuk secara rutin membeli sistem.

Pakistan tipikal dari banyak negara-negara di seluruh dunia dimana teknologi biogas mencoba dengan suatu kesuksesan di masa lalu tetapi mempunyai untuk menjadi secara luas mengadopsi. Government Pakistan mulai satu skema biogas menyeluruh pada tahun 1974 dan ditugaskan 4,1378 unit biogas pada 1987 di dalam negara. Ini biodigester besar dengan kapasitas bervariasi dari 5 untuk 15 produksi gas m³ per hari. Program ini dikembangkan pada tiga buat bertahap. Selama tahap pertama, 100 unit demonstrasi di-install di bawah satu dana bantuan dari pemerintah. Selama tahap kedua, biaya biogas membagi bersama antara penerima uang dan pemerintah. Dalam satu tahap ketiga berikut, pemerintah menarik dukungan finansial untuk biogas, walaupun pendukung teknis tetap menyediakan bebas dari memerlukan biaya. Sanya, Setelah penarikan dari dukungan finansial pemerintah, proyek tidak maju apapun lebih lanjut (Dunia Energi Council).

Sebagian besar biogas meng-install di tahun-tahun ini desain rumah tangga lebih kecil (3 dan 5 produksi gas m³ per hari) dibandingkan dengan biodigester lebih besar pada 1970-an dan '80-an. Program penyebaran Saat ini masih sebagian besar mempunyai satu karakter pengemudian pesawat; promosi komersial tidak sedang berlangsung. Organisasi yang paling dilibatkan tampak seperti mengikuti arus Government susunan promosi dengan cara menyediakan satu tunjangan 50% di atas/terhadap biaya instalasi.

PENGEMBANGAN BIOGAS DI BANGLADESH

Bangladesh te mendapat/mencapai satu besar potensial untuk menerapkan satu energi

dan program manajemen barang sisa berkesinambungan melalui penggunaan teknologi biogas. Populasi lembu termasuk kerbau liar sekitar 24.49 juta (1996), yang menghasilkan sekitar 242 juta kg barang sisa lembu per hari. Barang sisa ini mempunyai satu potensial untuk produksi dari 8.8 juta m³ gas. Sekalipun hanya 50 persen barang sisa lembu bisa menjadi digunakan untuk produksi biogas, sekitar 1.73 juta biogas digesters dengan kapasitas produksi gas dari 2.4 m³ bisa menjadi menyiapkan. Sebuah 2.4 m³ biogas digester memerlukan sekitar 65 – 70 kg rabuk sapi per hari, yang mungkin menjadi diperoleh dari 6 – 7 sapi atau 4 – 5 kerbau liar. Suatu biogas digester bisa menyediakan persyaratan energi yang diperlukan untuk masakan dan penerangan untuk sekeluarga 6 – 8 anggota. Terlepas dari energi, treaded slurry memproduksi sebagai sebuah dua-produk dari bio-digesters satu pupuk organik sangat baik.

Biogas Pertama biodigester di Banglades dibangun pada tahun 1972 di lokasi dari Banglades Agriculture Universitas (BAU) mengikuti KVIC India mengadopsi model drum. Selama 1972 – 1980, sebanyak 72 beberapa biodigester dibangun dengan bantuan teknik dari IFRD.

Pada 80-an, upaya dikerjakan oleh EPCD (150 drum mengambang dan 110 biodigester kubah- tetap Cina), BCSIR, DANIDA (sedikit parit dan jenis kantong digesters), LGED (lebih dari 200 biodigester), DLS (sekitar 70 biodigester) dan Grameen Bank (17 tas plastik digesters). Pada tahun 1992, IFRD dan Dhaka City Corporation bersama-sama membangun satu 85 m³ bio-digester di Dholpur menggunakan barang sisa kota. Beberapa skema pilot lain mengerjakan LGED selama 1992 – 1994 menggunakan barang sisa kota, limbah tubuh manusia, sejenis bunga bakung air dan unggas meneteskan.

Sebuah penyebaran lebih luas dari biogas berlangsung sementara BCSIR menerapkan "Pabrik-panduan Biogas Project" selama 1995 – 2000 (tahap ke-1) dan 2000 – 2004 (tahap ke-2). Selama periode ini, 21,858 biodigester kubah tetap dibangun di dalam negara. Selama 1998 – 2003, LGED juga menerapkan satu biogas paralel proyek membangun 1,120 biodigester domestik.

Baru-baru ini, Infrastruktur Development Company Limited (IDCOL), satu energi dan infrastruktur kepunyaan pemerintah membiayai perusahaan, dengan dukungan dari Belanda Development Organization (SNV) dimulai 'Domestic Nasional Biogas dan

Manure Programme' pada suatu kondisi dimana 36,450 ukuran domestik biogas biodigester dengan kapasitas berkisar 1.2 – 4.8 produksi gas m³ direncanakan untuk dibangun pada akhir 2009. Lebih dari itu, GTZ te menciptakan suatu fasilitas untuk mendukung konstruksi dan pembiayaan biogas digesters dengan kapasitas di atas 4.8 m³, di-install sebagian besar di buku harian komersial, unggas dan rumah jagal. Selain dari pada itu, Kementrian Youth dan Sports mempunyai satu program sedang berjalan pada tahun sepuluh area dari Banglades terpilih.

A 'Kelayakan dari National Programme di atas/terhadap Domestic Biogas di Banglades' mengatakan sekitar 950,000 rumah tangga sebagai potensial untuk membangun biogas. Data ini berdasarkan pada rumah tangga yang mempunyai lima atau lebih banyak kepala lembu. Lebih dari itu, disana ada/terjadi sekitar 116,000 ladang unggas seluruh negara dari yang sedikitnya 80,000 ladang mempunyai 200 – 1,000 burung. Sejak rabuk unggas bahan makanan baik sekali untuk generasi biogas, 80,000 biogas secara teknis mungkin untuk sized domestik biodigester menggunakan rabuk unggas sendiri.

Domestic Nasional Biogas dan Manure Programme (NDBMP) sekarang ini program biogas paling besar negara diterapkan oleh IDCOL dengan dukungan dari Belanda Development Organization (SNV). Di bawah program ini, sebanyak 36,450 sized domestik biogas direncanakan untuk dibangun selama 2006 – 2009. 30 organisasi mitra (PO), sebagian besar NGOs dan usahawan privat, terlibat dalam hormat ini dan sekitar 9,000 biogas dibangun hingga bulan Agustus 2009.

PENGEMBANGAN BIOGAS DI RWANDA

Untuk pertama kali di dalam sejarah dari Rwanda, dua bio-digesters 8 m³ dan 20 m³ di-install pada tahun 1982 di Centre National du Petit Élevage di Kabuye, Kigali di bawah FAO/UNDP – TCP/RWA/0106 (T) Proyek (Karki, A.B. 1982). Ini bio-digesters kubah tetap Shanghai model berbasis pada desain Cina dan te dioperasikan dengan kotoran badan dari binatang kecil, yakni unggas, babi dan kelinci. Segera ini bio-digesters ditemukan dalam kondisi dibatalkan tetapi ada kelompok kemungkinan untuk hidup kembali operasi dari biodigester ini, ketika struktur fisik dari biodigester dihakimi utuh genap Setelah satu kehilangan dari 26 tahun (lihat foto-foto di bawah).

Sebuah studi kelayakan dilaksanakan dengan pertolongan Belanda Development Organization (SNV) untuk melihat kelangsungan hidup dari satu program biogas. Beberapa penemuan meliputi lebih dari 100, 000 rumah tangga potensial bertemu persyaratan teknis untuk mendapatkan/mencapai satu biogas; gairah pemerintah dan kesanggupan untuk suatu program ; dan kapasitas serta kesediaan finansial petani untuk menanam modal dalam biogas. Setelah studi kelayakan, kementerian te menyiapkan satu National Domestic Biogas Programme (NDBP) dengan objektif jelas dari bangunan 15,000 keluarga sized, kualitas biogas biodigester pada akhir 2011 (tahap pertama dari 4 tahun).

PENGEMBANGAN BIOGAS DI VIETNAM

Biogas Programme (BPPI) di Vietnam meluas untuk 28 provinsi. Untuk pertama kali, provinsi memungkinkan untuk mulai aktivitas-aktivitas sebelum penerimaan kontribusi finansial mereka oleh Biogas Project Division (BPD) Kementerian Pertanian dan Pembangunan masyarakat desa (MARD). Hal ini mempunyai satu efek positif di atas/terhadap tepat waktu konstruksi dari biogas. Pada ujung bulan Oktober 2008, tunjangan membayar kepada sekitar 7,000 rumah tangga yang meng-install biodigester mereka pada tahun 2007 dan hampir 10,000 biodigester baru dibangun. Instalasi dari 50,000th biogas biodigester di bawah tahap pertama dan kedua program di Vietnam merayakan di atas/terhadap 6 November 2008.

Setelah penolakan dari pinjaman KfW oleh Government Vietnam (GoV) pada bulan Agustus 2007, beberapa jalan peluru dimulai untuk menjembatani gap pembiayaan dari BPPI. Bank pembangunan Asia (ADB) sedang mempertimbangkan suatu pinjaman kepada dan lain-lain mendukung program melalui kredit end user untuk disediakan melalui Vietnam Bank untuk Agriculture dan Pembangunan masyarakat desa (VBARD). SNV dan MARD sedang mengembangkan satu Project Design Document (PDD) untuk penjualan dari pengurangan emisi/ pancaran. Lebih banyak kepastian tentang kelayakan dari beberapa pembiayaan karbon diharapkan di setengah pertama dari 2009.

Embassy Kingdom Belanda (EKN) di Hanoi sedang berkeinginan kepada co-finance program pada tahun 2010 dan 2011, sekali syarat-syarat tertentu bertemu. Dan

akhirnya, SNV sedang berkeinginan untuk membiayai biaya aktivitas-aktivitas program pada tahun 2009 dari uang tabungannya. Itu mengharapkan bahwa satu solusi akhir untuk pembiayaan dari BPII akan menyimpulkan pada tahun 2009. Sa satu dari tantangan saat ini perjanjian dengan MARD tentang struktur manajemen dari BPD diperlukan. Sebuah baru, struktur yang lebih mendelegasikan mungkin saja yang diperlukan untuk memastikan bahwa semua rencana, mencakup pengembangan diperlukan di sektor, akan diterapkan dalam satu cara kualitatif.

PENGEMBANGAN BIOGAS DI CAMBODIA

Kementerian Pertanian, Ilmu kehutanan dan Fisheries (MAFF) mitra penerapan dari National Biodigester Programme (NBP) di Kamboja. Di level provinsial, Provincial Biodigester Programme 'Office' (PBPO) agensi penerapan utama. Ini PBPOs menjadi tuan rumah oleh Provincial Departments Agriculture (DoA) atau Center untuk Study dan Development di Agriculture (CEDAC), satu NGO nasional.

Akhir 2007, satu fasilitas kredit diluncurkan di kooperasi dengan Belanda Development Perusahaan pemberi kredit (FMO), SNV dan PRASAC, satu MFI nasional. Fasilitas ini dimulai untuk membedakan di atas/terhadap laju instalasi pada tahun 2008. Pada ujung Oktober, dekat dengan 2,000 biodigester dibangun.

Pada bulan Mei 2008, satu perjanjian jual beli VER menandatangani antara MAFF (penjual) dan Hivos. Belanda belakangan INGO melakukan diri sendiri untuk membeli VERs 5,000 biodigester selama masa 10 tahun. Angsuran Pertama te diterima pada bulan Juni 2008.

Di setengah pertama dari 2008, harga dari bahan bangunan di Kamboja meningkat secara luar biasa (sekitar 170%). NBP oleh karena itu memaksa untuk menaikkan tunjangan investasi dari US\$ 100 ke US\$ 150 per Mei 2008.

Berbasis pada satu penelitian melakukan pada tahun 2007, Bank Dunia menyediakan satu dana bantuan dari US\$ 65,000 untuk mendirikan/menetapkan satu struktur bisnis dari perusahaan konstruksi yang menyediakan layanan menyeluruh yang berhubungan dengan pemasaran, [mengontrak/memendekkan] dan manajemen dari konstruksi, instalasi, jaminan kualitas, pemeliharaan dan Setelah penjualan.

PENGEMBANGAN BIOGAS DI LAO PDR

Mitra penerapan dari Biogas Pilot Programme (BPP) di Lao PDR departemen Livestock dan Forestry (DLF) di bawah Kementerian Pertanian & Ilmu kehutanan (MAF). Program meluas ke dua provinsi lain di negara, Savanakheth dan Xiengkouang. Itu membuktikan untuk menjadi sulit untuk menciptakan permintaan untuk biogas, juga karena – Setelah unit demo pada tahun 2007 - tingkat tunjangan investasi mengurangi. Itu juga memerlukan waktu untuk melibatkan petugas dari provinsi dan distrik dalam program . Tantangan Lain peningkatan dari biaya biogas dan perputaran dari staf dari National Biogas Programme 'Office' (NBPO). Pada ujung bulan Oktober 2008, menyelesaikan sekitar 125 biodigester, kekurangan ditangani pada tahun 2009.

PENGEMBANGAN BIOGAS DI UGANDA

Biogas Pertama biodigester membangun oleh Gereja dari Uganda pada tahun 1960. Laporan konsultasi oleh Silrivasan pada tahun 1977 biogas merekomendasikan sebagai sebuah energi memungkinkan untuk Uganda. Pada tahun 1985 satu biogas Cina teknis tim melaksanakan satu studi kelayakan menyeluruh di atas/terhadap biogas potensial penutup enam provinsi di Uganda. Biodigester Cina dibangun kemudian dibiayai oleh Government Uganda tidak fungsional sekarang.

Pertama 3 biodigester demonstrasi Floating Drum India jenis, dibiayai oleh USAID dalam proyek dari Kirinya Women (Wakiso), Kakoro Livestock (Pallisa), dan Bugusege Livestock Project (Sironko). Desain ini sejak itu mampir HPI-U oleh karena nya banyak kekurangan. Agricultural Engineering dan Appropriate Technology Research Centre (AEATRC) mulai inisiasi untuk instalasi biogas di Uganda pada tahun 1995. Pada tahun ini, kontak membuat dengan teknisi dari Centre untuk Agricultural Mechanization dan Rural Technology (CARMATEC) yang melatih pertama 5 teknisi; dan mulai membangun Fixed Dome digesters atau CARMATEC yang dimodifikasi, pada mulanya model Cina. Lebih dari 500 biodigester sejauh ini dibangun daerah model ini, di ukuran berbeda: 12, 16, 30, 50

m3.

Disana mempunyai juga lain | memodelkan tabung plastik yang digunakan pada skala kecil tetapi bukan populer.

Pada tahun 2002, HPI-U memberikan fasilitas pelatihan dari 2 operator mesin dan menginstall satu biogas Appliances biodigester fabrikasi dengan bantuan dari CARMATEC merekayasa. Sejak itu, peralatan, misalnya lampu dan pembakar siap tersedia.

PENGEMBANGAN BIOGAS DI ETHIOPIA

Biomass Berhutan merepresentasikan utama membentuk dari masakan dan bahan bakar penerangan di area rural Etiopia. Suatu peningkatan pecahan dari populasi sedang dihadapkan dengan pilihan sulit antara makan makanan nya dengan buruk memasak dan bepergian jarak jauh untuk mengumpulkan bahan bakar untuk masakan. Kelangkaan dari kayu bahan bakar te mendorong ke arah ditingkatkan utilisasi dari rabuk dan agric-residues untuk masakan, mana bisa jika tidak digunakan untuk meningkatkan status nutrien dan tekstur tanah serta menyokong secara positif ke produksi agrikultur.

Biogas menawarkan satu pilihan menarik untuk menggantikan utilisasi unsustainable kayu dan arang. Itu mematuhi dengan prinsip mengemukakan di kebijakan Energi negara dan Environmental Protection Strategy ,dan dengan dekat bertemu isti rencana untuk Accelerated serta Sustained Development ke End Poverty(PASDEP) juga: lokal, sumber daya dapat diperbaharui dimana menghadapi kebutuhan dasar dari rumah tangga rural di antara yang energi; itu mendukung akses mendesentralisasi ke energi rumah tangga; nya by-product-bio-slurry-enhances agrikultur produktivitas dan mempromosikan organics bertani, dengan begitu menawarkan peluang untuk pasar relung dan ekspor. Di atas/terhadap keseluruhan, itu memastikan ketahanan lingkungan dan penggunaannya sebagai bahan bakar domestik meningkatkan kondisi pengembangan serta peluang untuk para wanita serta anak-anak perempuan. Terakhir tapi bukan tidak penting, itu beri kemungkinan untuk pengembangan komersial, karenanya mendukung pengembangan sektor swasta dan teknis serta kapasitas manusia dari Pendidikan kejuruan serta pusat pelatihan (TVETs).

Teknologi Biogas diperkenalkan di Etiopia pada tahun 1979.In awal terakhir dua setengah Decades, sekitar 1000 biogas dibangun dalam berbagai bagian-bagian dari

negara. Segera, kira-kira 40% biodigester ini tidak operasional sehubungan dengan kekurangan manajemen dan tindak lanjut efektif, permasalahan teknis, tingkat kerugian bunga/minat, saham binatang dikurangi, evakuasi dari kepemilikan dan permasalahan air. Alasan Lain untuk sukses terbatas dari teknologi di Etiopia meliputi adopsi dari satu proyek-mendasarkan berdiri sendiri pendekatan tanpa struktur tindak lanjut pada tempatnya, variasi di desain dan tidak adanya satu teknologi biogas menstandarisasi.

Sehubungan dengan diperbaharui minat akan biogas, dan dalam rangka untuk melepaskan tali potensial untuk bio-fuel di Etiopia, satu studi kelayakan ditugaskan untuk mengkaji prospek untuk biogas domestik di negara. Penelitian ini mendorong ke arah satu persekutuan formal antara orang Etiopia Rural Energi Promotion dan Development Centre (EREDPC) dan SNV/Etiopia dan satu tim membentuk untuk mengembangkan satu dokumen implementasi program . Satu stakeholder ekstensif' proses konsultasi di keduanya, yaitu tingkat regional dan nasional menghasilkan lebih dari 120 representatif' pemerintah, organisasi bukan-pemerintah dan pribadi serta sektor keuangan meningkatkan kesadaran tentang fitur serta fungsi memerlukan untuk satu biogas nasional progarmme (NBP), dan menyediakan input besar untuk pengembangan dari progarmme.

NBP mempertimbangkan satu tahap first-pilot-implementation (2009 – 2013) dengan konstruksi dari 14,000 biogas pada tahun empat daerah dan pengembangan satu sektor biogas yang secara komersial memungkinkan di negara. Pelajaran belajar dari tahap ini akan digunakan untuk merancang strategi untuk atas-scaling konstruksi dari biogas penutup lebih banyak area.

Pengembangan sektor biogas memerlukan sejumlah fungsi untuk diterapkan. Fungsi ini akan meletus oleh berbagai stakeholder, setiap kepada siapa keinginan menerima tanggung-jawab terbaik cocok untuk objektif nya dan setuju dengan stakeholder lain. EREDPC di level dan pertambangan nasional serta Energi Agencies (MEAs)/Energi Departments di level regional akan memimpin institusi. A National Biogas Programme Coordination 'Office' (NBPCO) dan Regional Biogas Programme Coordination 'Office' (RBPCO) akan didirikan/ditetapkan untuk memastikan manajemen operasional dari program biogas.

PENGEMBANGAN BIOGAS DI INDONESIA

Teknologi Biogas di Indonesia diperkenalkan pada 1970-an oleh perguruan tinggi, khususnya Institut Teknologi Bandung (ITB). Mereka menggunakan dua logam meminyaki drum dari 200 ukuran metrik masing-masing, satu sebagai sebuah digester dan lain sebagai sebuah pemegang gas. Ketika baja dari beberapa drum peka untuk karat, hidup dari biogas tidak lagi pendek/singkat. Didukung oleh FAO, Kementerian Pertanian mulai pada tahun 1981 untuk mendemonstrasikan biodigester kubah tetap dalam beberapa provinsi. Sekitar 200 unit di-install bebas dari memerlukan biaya. Ketika biaya konstruksi minyak tanah tinggi dan memberi subsidi memudahkan tersedia, penyebaran diusulkan dari teknologi tidak membuka.

Yayasan Mandiri, satu NGO utama di Bandung, mulai instalasi dari biodigester pada tahun 1984, didukung oleh Tool dan ITDG. Model drum mengambang menerapkan pertama, akan tetapi berubah untuk model kubah tetap. Ini NGO juga membangun biodigester kamar kecil publik di beberapa asrama seko Islam tradisional pada tahun 1986. Sehubungan dengan keberatan religius, aplikasi ini gagal. Pada tahun 1989, NGO lain di Solo, Institut untuk Rural Technology Development (LPTP) melaksanakan penelitian terhadap implementasi biogas di daerah Boyolali, pusat dari pertanian sapi perah di Jawa Tengah Province. Penelitian ini diikuti oleh konstruksi dari biogas pada tahun 1990, bekerjasama dengan Bremen Overseas Riset dan pengembangan Association (BORDA). Camartec menetapkan model kubah menerapkan dan dimodifikasi selama implementasi. LPTP juga melaksanakan program pelatihan untuk mempromosikan dan menyebarkan biogas serta mengembangkan satu model pembiayaan. Di tahap pertama, LPTP meng-install 25 biodigester dari bebas dari memerlukan biaya untuk demonstrasi dan promosi ke petani. Berikutnya, petani menginvestasikan tahap demi tahap sampai dengan biaya produksi dari biodigester (per 1995). LPTP membangun lebih dari 200 biogas di area Boyolali dan dekat dengan 100 sebaran biodigester atas/pada Kalimantan, Nusa Tenggara Barat, Aceh dan distrik lain di Jawa Tengah. Sekitar setengah mereka (150 biodigester) secara penuh membiayai oleh

petani.

Walaupun biogas diketahui karena 1970-an, penyebaran dari teknologi hingga 2000 tidak lagi lambat. Kayu bakar masih tersedia bebas dari biaya dan minyak tanah disubsidi. Hal ini membuat petani segan untuk menginvestasikan. Situasi ini mengubah ketika krisis energi terjadi, membuat minyak tanah yang lebih mahal. Berbagai organisasi mengembangkan aktivitas-aktivitas dalam perioda 2002 untuk 2004. Universitas ITB dan Padjajaran berkembang serta meng-install tas plastik digesters di Pangangalengan dekat Bandung. Mereka menggunakan dua unit dari tas plastik untuk sekeluarga lima anggota; satu sebagai sebuah digester (4 m³) dan lain sebagai sebuah pemegang gas (2.5 m³). Lagi pula, mereka mendirikan/menetapkan satu perusahaan swasta, bernama PT. Mulya Tiara Nusa (MTN), untuk mempromosikan dan mengembangkan satu bisnis terutama melalui kanal pemerintah nasional seperti Kementerian Pertanian serta Kementrian Cooperative, tetapi juga melalui pemda.

Di provinsi Jawa Timur, Koperasi Agroniaga Jabung melaksanakan pada tahun 2002 beberapa eksperimen untuk membangun kubah tetap biogas biodigester untuk masakan domestik di sub distrik Jabung - Malang. Pada akhir 2006, sekitar 50 unit di-install, secara penuh dibayar oleh petani. Di sekitar itu, di Tukur - distrik Pasuruan, petani lembu meng-install sekitar 70 biogas (dua kubah tetap, semua tas plastik lain), di-fasilitasi oleh satu kooperatif untuk pertanian sapi perah memanggil/disebut "Setia Kawan", ILO dan Laboratorium Agribisnis Prima Tani.

Pada tahun 2005, Riset dan pengembangan Center untuk Electricity serta Renewable Energi Teknologi (RDCERET) di bawah Kementrian Energi dan Mineral Resources bekerja sama dengan Yayasan Persada untuk meng-install 15 demonstrasi biogas biodigester (semua tas plastik digesters) di Cikajang Garut di Jawa Barat Province. Pada tahun 2007, RDCERET bekerja sama dengan Universitas Muhamadiyah Malang di atas/terhadap penelitian menyertakan tiga biodigester: satu kubah tetap, satu drum dan satu tas plastik mengambang. Pada saat bersamaan pada tahun 2005, DGEEU ditugaskan konstruksi dari lima biogas individual (satu kubah dan empat tas plastik tetap) di Cikajang Garut. Proyek ini disakiti untuk membandingkan model kedua-duanya. Pada

tahun 2007, DGEEU memperluas penelitian dengan cara memberikan fasilitas konstruksi dari sembilan biogas komunal.

Organisasi Lain, LIPI (Institut Indonesia dari Science) juga menerapkan beberapa biogas berbagai jenis (mengapung drum dan kubah tetap). Direktorat Jenderal dari Livestock Services juga memulai suatu proyek ke (lebih lanjut) mengembangkan berbagai model dari kubah tetap (glassfibre utuh kubah, glassfibre-brick bercampur menetapkan kubah, dan batu bata/beton menetapkan kubah), untuk mendemonstrasikan penggunaan gas untuk berbagai aplikasi (masakan, penerangan, generasi listrik) dan untuk mempromosikan penggunaan bio-slurry.

Sejak 2006, Kementerian Pertanian dan pemda para aktor utama untuk implementasi dan penyebaran biogas domestik biodigester di Indonesia melalui BATAMAS (Komunitas Livestock Biogas Programme) dan Rural Bio-Energi Programme.

Tiga jenis dari biodigester mempromosikan: Kubah tetap yang Batu untuk penggunaan komunal (10, 25, 50 dan 100 m³); tas plastik (9 m³) dan glassfibre menetapkan kubah (5-10 m³) untuk penggunaan oleh individu rumah tangga. Pada ujung 2007, 996 unit di-install menyertakan 1,693 sebaran keluarga atas/pada 17 121 distrik pada tahun 26 provinsi. Pada tahun 2008, BATAMAS merencanakan untuk meng-install sebanyak sekitar 550 biogas untuk 1,259 keluarga, keduanya, yaitu individu dan komunal.

Provinsi Jawa Barat melalui nya Energi dan Mining 'Office' masih sedang meng-install 750 biogas hingga akhir dari 2007. Pada pertengahan 2008, lain 369 biogas di-install. Hampir semua biodigester tas plastik digesters, dengan beberapa kubah tetap juga. Ukuran dari rata-rata biodigester 4 ke 5 m³ untuk rumah tangga individual dan 16 untuk 18 m³ untuk penggunaan komunal oleh 5 ke 10 keluarga.

Negara Bagian Kementrian Cooperatives mempromosikan biogas untuk mendukung anggota koperasi masyarakat yang mengelola meningkat dari lembu pertanian mengintegrasikan dengan agrikultur. Pada akhir 2007, sebanyak 450 biodigester di-install. Program Lain diterapkan oleh Negara Bagian Kementrian Environment menggunakan biogas sebagai satu solusi lingkungan untuk pemrosesan dari tofu memboroskan. Pada pertengahan 2008, sekitar 700 biogas meng-install. Secara keseluruhan, secara kasar diperkirakan, sekitar 6,000 biodigester small-sized biogas

untuk penggunaan individual atau komunal meng-install sejauh ini di dalam Indonesia. Pada tahun 2009 satu program biogas nasional memanggil/disebut “Indonesia Domestic Biogas Programme’ diterapkan oleh Hivos dengan dukungan finansial dari Belanda Government dan pendukung teknis dari SNV. Program mengarah ke meng-install minimum 8,000 biodigester kubah tetap kualitas tinggi pada 6 provinsi dari Indonesia.

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Mempelajari sejarah perkembangan biogas di dunia.
2. Mempelajari perkembangan biogas di Indonesia
3. Mengidentifikasi potensi dan perkembangan biogas di daerah masing-masing

E. Rangkuman

- Pada tahun 1808, Humphrey Davy mempelajari peragian dari campuran air dan rabuk sapi serta dikumpulkan gas ukuran metrik. Setelah 60 tahun, pada tahun 1868, Riset menunjukkan kehadiran gas metana dalam tumpukan pupuk di pekarangan/galangan kapal.
- Di Nepal program biogas secara resmi mulai awal 70-an hingga Agustus 2009, total jumlah biogas terpasang dan beroperasi di Nepal sekitar 210,000.
- Di India Project Nasional Biogas Development, sejak 1981 – 1982. Lebih dari 4 juta biodigester dari 1981-1982 ke 2007-2008
- Di Cina Biogas ditemukan dan direkam pada ujung abad ke-19. Total jumlah biogas domestik akan mencapai 84 jutaan pada akhir tahun 2020
- Di Pakistan mulai tahun 1980. Biodigester yang terdipasang sebanyak 100 unit pada program pertama.
- Di Bangladesh pengembangan biogas tahun 1996 sekitar 1.73 juta biogas digesters.

- Untuk pertama kali di dalam sejarah dari Rwanda, dua biodigesters 8 m³ dan 20 m³ dibangun pada tahun 1982. Terdapat 15,000 biogas biodigester pada akhir 2011.
- Pengembangan biogas di Vietnam pada awal bulan Oktober 2008, dana bantuan membayar kepada sekitar 7,000 rumah tangga yang meng-install biodigester mereka pada tahun 2007 dan hampir 10,000 biodigester baru dibangun.
- Di Kambodia fasilitas biogas dikembangkan pada tahun 2008. Pada awal Oktober 2008 dibangun 2,000 biodigester.
- Di Lao pengembangan biogas tahun 2007. Pada ujung bulan Oktober 2008, sekitar 125 biodigester selesai pembangunannya.
- Di Uganda, Biogas Pertama biodigester dibangun pada tahun 1960. Lebih dari 500 biodigester dibangun.
- Teknologi Biogas diperkenalkan di Etiopia pada tahun 1979. sekitar 1000 biogas dibangun.
- Teknologi Biogas di Indonesia diperkenalkan pada 1970-an oleh universitas (Institut Teknologi Bandung). Secara keseluruhan tahun 2008, diperkirakan, sekitar 6,000 biodigester *small-sized* biogas untuk penggunaan individual atau komunal dibangun di Indonesia. Dan tahun 2009 "*Indonesia Domestic Biogas Programme*" sedang diterapkan oleh Hivos dengan dukungan finansial dari Belanda Government dan pendukung teknis dari SNV. Program mengarah ke meng-install minimum 8,000 biodigester kubah tetap kualitas tinggi pada 6 provinsi di Indonesia.

F. Tes Formatif

1. Tahun berapa perkembangan teknologi biogas di Indonesia mulai dikembangkan?
 - a. 1945
 - b. 1960
 - c. 1970
 - d. 1980

2. Berapa jumlah perkiraan biodigester di Indonesia tahun 2008 ?
 - a. 4000
 - b. 5000
 - c. 6000
 - d. 7000

3. Berapa jumlah biodigester yang direncanakan pemerintah Indonesia yang diterapkan oleh HIVOS pada tahun 2009?
 - a. 5000
 - b. 6000
 - c. 7000
 - d. 8000

4. Negara mana yang telah membangun biodigester lebih dari 4 juta pada tahun 2008?
 - a. Nepal
 - b. India
 - c. Cambodia
 - d. Lao

5. Tahun berapa Humphrey Davy mempelajari peragian dari campuran air dan rabuk sapi.
 - a. 1808
 - b. 1880
 - c. 1908
 - d. 1948

G. Kunci Jawaban

1. c
2. c
3. d
4. b
5. a

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5 : DESAIN PEMBANGKIT BIOGAS

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan materi ini, peserta diklat diharapkan dapat mengerti dan memahami tentang berbagai desain pembangkit biogas

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi peserta mampu :

- ✓ Memahami model biodigester
- ✓ Memahami bahan baku biodigester
- ✓ Memahami denah lokasi biodigester yang baik

C. Uraian Materi

Perkembangan desain biogas di berbagai Negara.

Sejarah dari pengembangan biogas di seluruh dunia menunjukkan bahwa ratusan desain dari biogas dicoba oleh para ilmuwan, para insinyur dan akademisi. Sebagai contoh, desain dari digesters horisontal, segiempat, berbentuk bola, di bawah tanah, dan lain-lain. Dengan cara sama, bahan bangunan juga bervariasi dari baja ke lembar plastik ke pekerjaan batu (batu bata, semen, beton, dan lain-lain). Dalam bab ini, satu usaha dibuat untuk melukiskan sebagian dari sumur diketahui klasik dan bukan-klasik desain mengadakan percobaan serta mengadopsi di berkembang serta negara-negara berkembang di sekitar dunia.

Di antara faktor-faktor spesifik antara lain lokasi, ukuran-ukuran pemilihan dari satu desain ideal berdasar pada pertimbangan berikut:

- sederhana dalam kaitan dengan konstruksi dan pengoperasian
- hemat biaya dan tahan lama sehingga memungkinkan masyarakat umum bisa menerapkan teknologi ini

- efisien, misalnya produksi gas optimum setiap unit volume dari satu biogas untuk jenis dan kuantitas input
- dibangun dengan menggunakan bahan lokal sebanyak mungkin; dan
- mempunyai persyaratan perbaikan dan pemeliharaan minimal.

Biogas mungkin menjadi didefinisikan sebagai satu struktur dimana gas metana fisik (misalnya, biogas) diproduksi oleh pencernaan anaerobic bahan organik. Pencernaan Anaerobic bahan organik berlangsung melalui tindakan dari bakteri methanogenic, yang tumbuh dengan subur dalam satu lingkungan yang kekurangan udara (Oksigen) tetapi mempunyai temperatur baik.

Dalam literatur biogas pada umumnya dikenal bahwa konstruksi biogas mempunyai tiga komponen penting yaitu pintu masuk, reaktor bioreactor atau anaerobic, dan pintu keluar (*outlet*). Reaksi Anaerobic atau pencernaan dari bahan organik oleh bakteri methanogenic berlangsung dalam kamar pencernaan. Kamar diperlukan untuk kedap udara sebagai pencernaan dari bahan organik efektif di kondisi kekosongan oksigen.

Pintu masuk adalah satu struktur pintu masuk digunakan sebagai suatu medium untuk memberi makan bahan organik ke kamar pencernaan.

'outlet': Satu struktur 'outlet' diperlukan untuk menghilangkan bahan organik mencerna, keluaran digister dari kamar pencernaan. Elevasi (ketinggian) dari level 'outlet' selalu dirawat lebih rendah dari pintu masuk nya struktur seperti itu satu arah aliran slurry mencerna (keluaran digister) mungkin menjadi dirawat. Desain apapun yang memuaskan tiga ukuran-ukuran di atas bisa menghasilkan biogas dengan ketentuan bahwa bahan organik diberi makan ke kamar dan suhu lingkungan baik untuk bakteri untuk men-dekomposisi input organik.

2 Jenis pembangkit/digester

Walaupun, berbagai jenis dari biogas berkembang, ada tiga model dari biogas dasar yang populer dalam di negara-negara berkembang.

2.1 Drum mengambang Digester

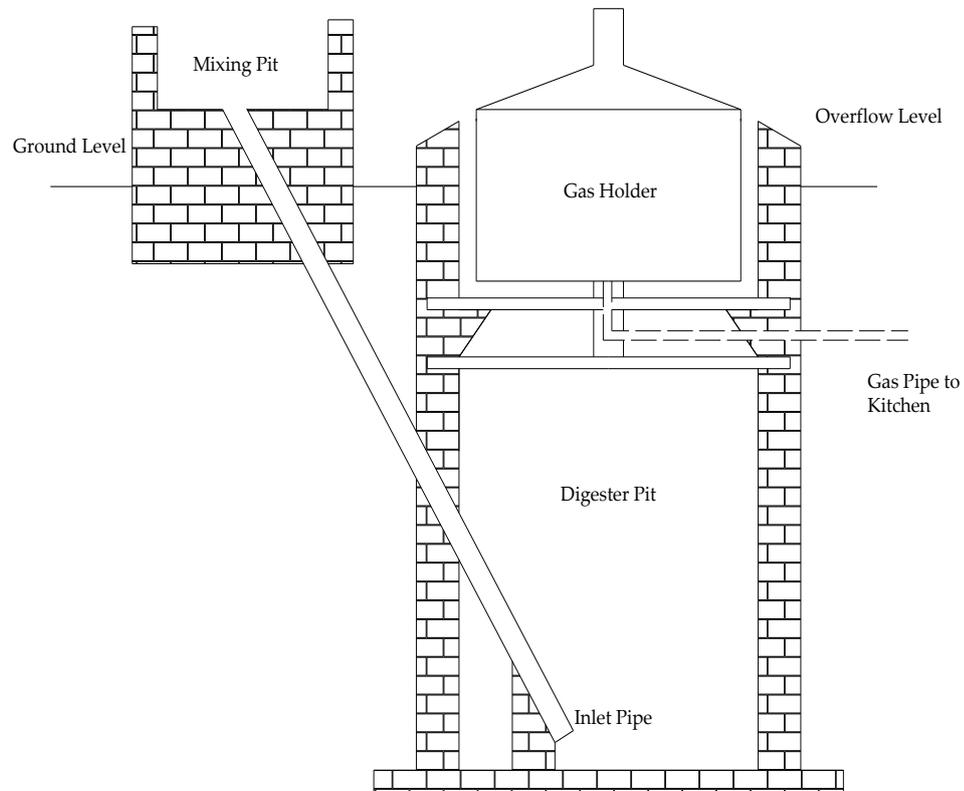
Di India, eksperimen di teknologi biogas mulai sejak 1930's. Pada tahun 1956

Jasu Bhai J. Patel mengembangkan satu desain mengapung drum biogas biodigester secara populer dikenal sebagai Gobar Gas Plant. Pada tahun 1962, Khadi Village Industries Commission (KVIC) dari India menyetujui desain dan model ini Patel segera popularitas meningkatkan di India demikian pula dalam sub-benua. Desain menurut bagan yang ini KVIC disajikan di bawah.

Di KVIC merancang, kamar digester terbuat dari batu bata batu di adukan kapur mati pasir air. Sebuah drum baja ditempatkan di atas sekali kamar digester untuk menyimpan gas diproduksi. Dengan begitu, ada dua struktur terpisah untuk produksi gas dan koleksi. Ketika gas metana diproduksi, tekanan gas mendorong drum baja naik/ke atas. Drum secara gradual menurunkan menurun/jatuh ketika memasang gas sedang digunakan untuk berbagai tujuan. Dengan begitu, dengan cara mengamati tingkat drum, satu bisa mengkaji tersedia volume gas. Desain KVIC nama ketika mengapung drum biogas biodigester ketika drum baja pada kenyataannya "pelampung" di slurry di atas kamar pencernaan.

Dengan pengenalan tentang kubah tetap Cina memodelkan biodigester, biodigester drum mengambang menjadi investasi dan biaya pemeliharaan usang sehubungan dengan yang secara komparatif tinggi bersama-sama dengan kelemahan desain lain. Sebagai contoh, drum baja berkarat dan diperlukan untuk menggantikan di dalam 5 – 10 tahun. Dengan cara sama, drum juga baik-baik anchored untuk mencegahnya dari overtopping sehubungan dengan tekanan gas tinggi.

Gambar 5.1. KVIC Floating Gas Holder System

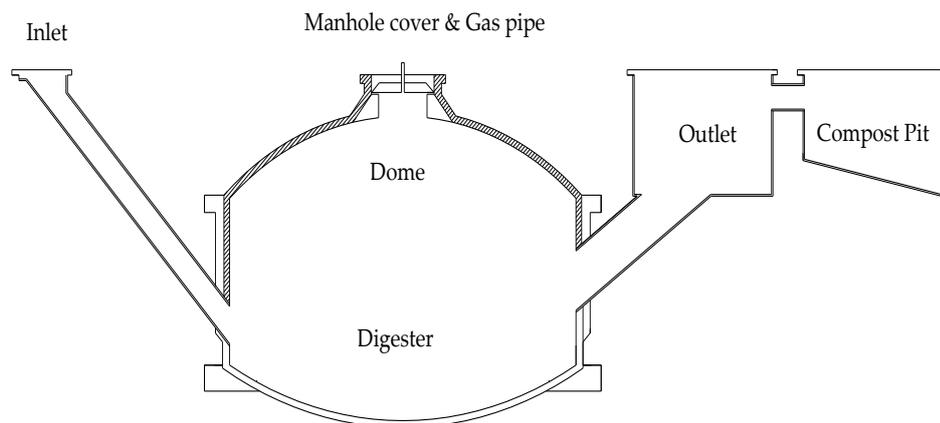


2.2 Model Cina Fixed Dome Biogas Plant

Kubah tetap Cina model biogas biodigester (juga disebut drumless digester) mengadakan percobaan di Cina pada permulaan tahun pertengahan 1930's. Model ini terdiri dari satu batu bata bawah tanah batu (adukan kapur mati pasir air) kompartemen untuk kamar pencernaan dengan satu kubah beton di bagian atas untuk tempat penyimpanan gas. Dengan begitu, dalam ini merancang kamar pencernaan dan kubah tempat penyimpanan gas menyatukan sebagai satu unit. Desain ini mengeliminasi penggunaan mahal tangki minyak baja. Hidup dari satu kubah tetap mengetik biodigester lebih panjang (20 untuk 50 tahun) dibandingkan dengan KVIC menanam, sebagai tidak ada menggerakkan bagian-bagian dan keduanya, yaitu beton serta semen batu secara relatif lebih

tidak peka ke karat. Berbasis pada prinsip dari kubah tetap Cina model, berbagai negara-negara telah memodifikasi desain untuk sesuaikan syarat-syarat lokal mereka. Sebagai contoh, Gobar Gas dan Alat-alat pertanian Development Company (GGC) dari Nepal telah mengembangkan satu desain pada umumnya dikenal sebagai model GGC. Dibandingkan dengan model kubah tetap Cina, model GGC lebih mudah untuk membangun sebagaimana struktur ini tidak membengkok profil (contoh, alas digester horizontal sebagai ganti dilubangi). Sebuah model Cina tipikal menetapkan kubah biogas biodigester disajikan di bawah.

Gambar 5.2. Model Cina *Fixed Dome Biogas Plant*

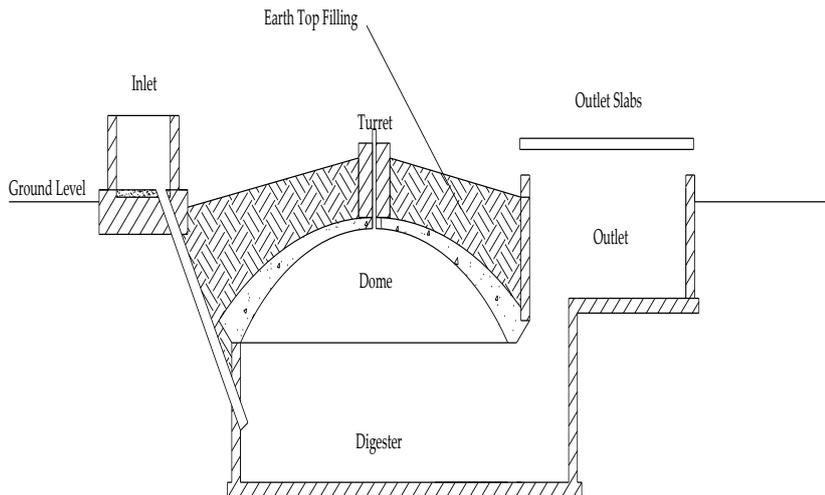


2.3 GGC Nepal Concrete Model Biogas Plant

GGC Nepal model biogas biodigester disajikan di bawah. Dalam kedua GGC dan model Cina, ukuran biodigester menyesuaikan dengan volume aktual. Sebagai contoh satu model GGC "8 m³ biogas biodigester" mempunyai satu total volume sekitar 8 m³ ketika volume dari kamar pencernaan dan kubah menambahkan. Volume kubah dari model GGC sekitar 30 persen total volume biodigester. Sedangkan, volume kubah dari model Cina sekitar 60 persen (ganda

dari model GGC). Bagaimanapun di model Cina, bagian dari kubah juga digunakan sebagai kamar pencernaan dan oleh karena itu volume tempat penyimpanan gas dekat dengan 30 persen (sama seperti model GGC).

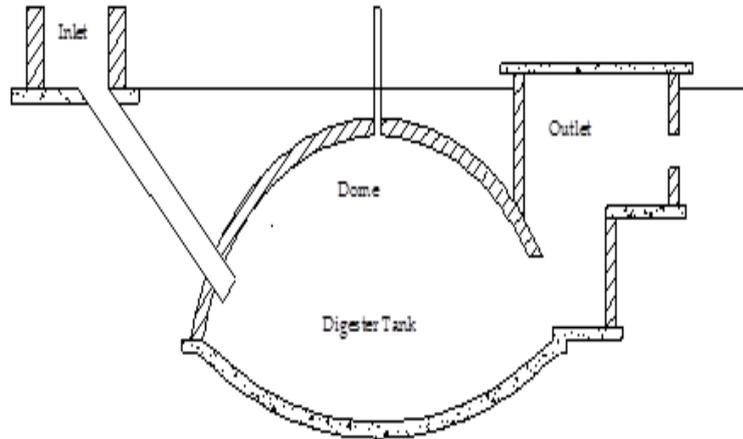
Gambar 5.3 . GGC Nepal Concrete Model Biogas Plant



2.4 Deenbandhu Model Fixed Dome Biogas Plant

Dalam satu usaha untuk menurunkan investasi biaya biodigester kubah tetap, Tindakan untuk *Food Production* (AFPRO), Delhi Baru memperkenalkan Deenbandhu (Translasi Hindi, "teman dari orang miskin") membentak 1984 AFPRO, Delhi Baru. Walaupun, model Deenbandhu juga berbasis pada kubah tetap memodelkan prinsip, struktur kubah membangun dari batu bata batu sebagai ganti beton. Sebuah desain tipikal dari model Deenbandhu disajikan di bawah, tidak sama dengan model GGC, biodigester Deenbandhu dikutip dalam kaitan dengan volume dari biogas yang diproduksi mungkin menjadi diproduksi di satu hari. Sebagai contoh satu 2 m³ Deenbandhu biodigester mengacu pada ukuran biodigester, yang bisa menghasilkan 2 m³ gas di satu hari.

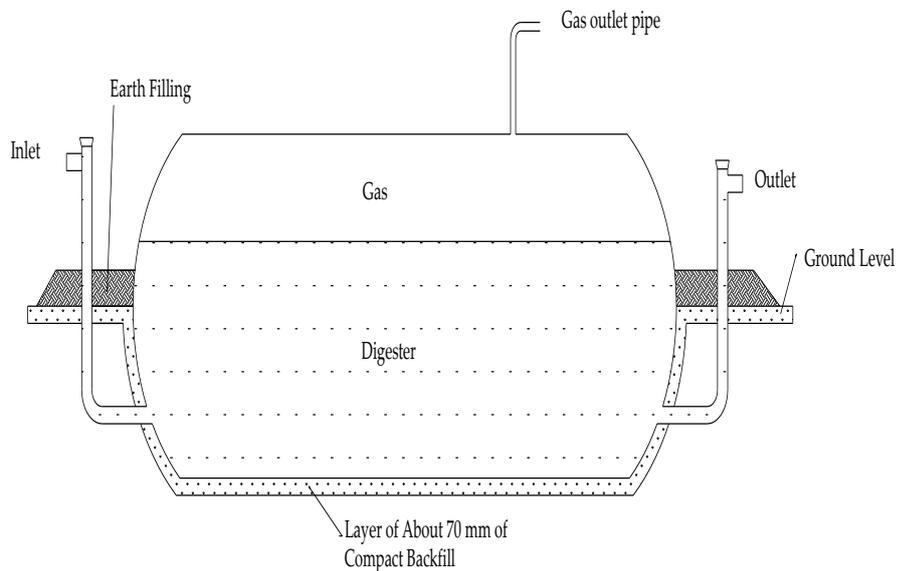
Gambar 5.4. Deenbandhu Biogas Plant



2.5 PVC Bag Digester:

Desain ini dikembangkan pada Taiwan pada tahun 1960-an. Itu terdiri dari satu PVC lama (plastik) silinder sebagai mungkin menjadi dilihat di bawah. Jenis ini dari digester dikembangkan untuk menggantikan batu bata/batu batu atau baja.

Gambar 5.5. Taiwanese PVC Bag Digester

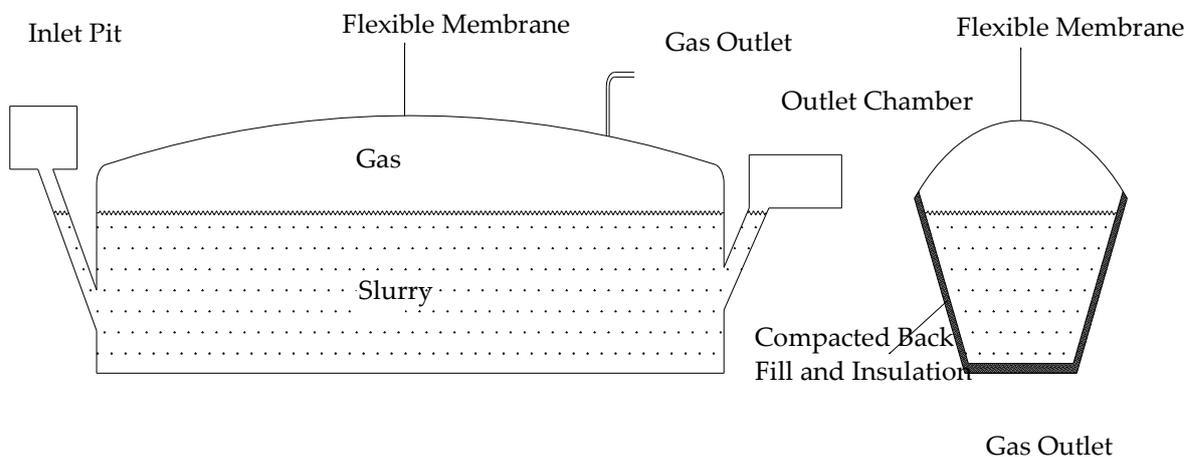


2.6 Plug Flow Digester:

Plug Flow Digester desain serupa dengan kantong digester. Itu terdiri dari satu

beton berjajar sepanjang (atau berjajar sepanjang dengan menggunakan suatu anggota tak dapat ditembus) parit yang dengan penuh pertimbangan lebih besar dari lebar atau kedalaman. Reaktor menutup dengan satu tangki minyak fleksibel, beton atau besi digalvanisasikan (GI) lembar. *Plug* aliran digester diperlihatkan di bawah. Penelitian di Universitas Cornell menunjukkan itu secara signifikan lebih banyak gas setiap kg input rabuk mungkin menjadi diperoleh dengan satu busi aliran biodigester di bawah syarat-syarat mengalami di AS (Biogas Newsletter Number 13, 1981).

Gambar. 5.6. *Plug Flow Digester*

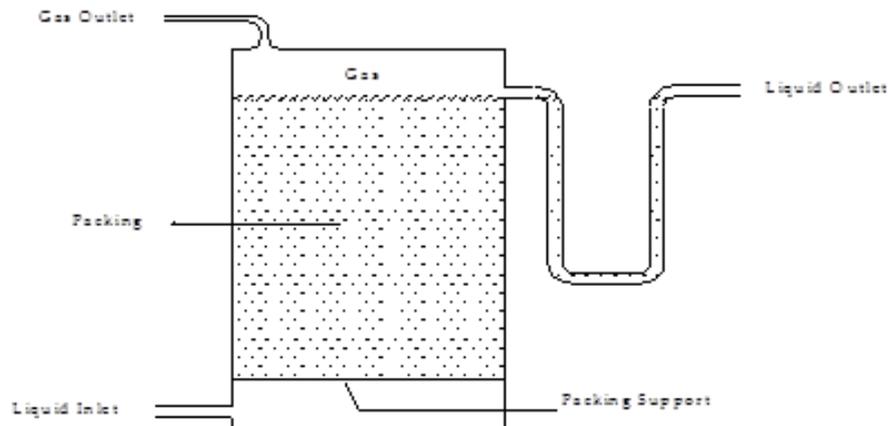


2.7 Anaerobic Filter:

Anaerobic Filter dikembangkan pada tahun 1950 untuk mengurangi penyumbatan dan sisa cairan dapat larut dengan menyaring atau pengendapan bahan padat. Salah satu jenis paling awal dan paling sederhana desain dikembangkan untuk mengurangi volume reaktor. Jenis berbeda dari bahan non-biodegradable seperti batu, plastik, karang dan lain-lain digunakan sebagai media pengepakan untuk anaerobic menyaring reaktor. Metana membentuk bakteri membentuk suatu film di atas/terhadap permukaan besar dari media dan tidak melaksanakan digester dengan keluaran digester. Untuk alasan ini ini reaktor juga dikenal sebagai "film tetap" atau "film dipertahankan" digesters

(Gambar 5.7).

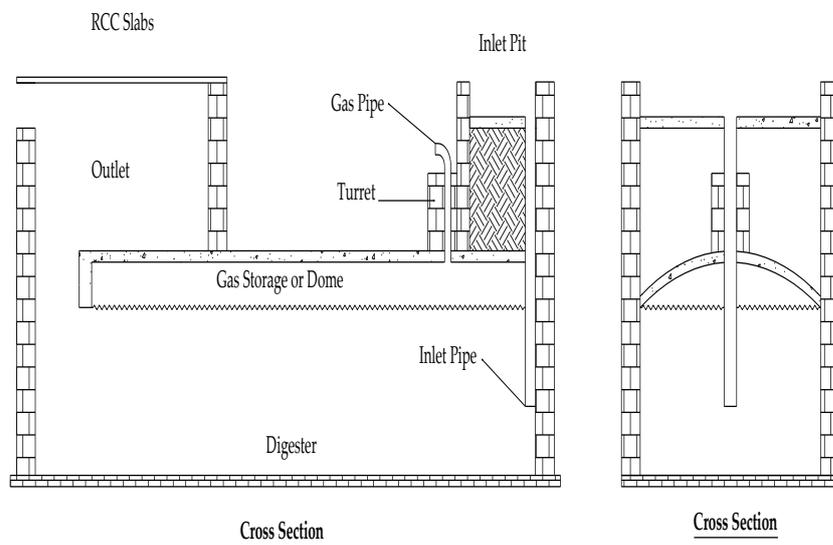
Gambar 5.7. Anaerobic Filter



2.8 Terowongan Tipe *Plant*:

Desain terowongan dari biogas diinspirasi oleh pekerjaan di atas/terhadap busi aliran reaktor parit melakukan di Universitas Cornell. Tidak seperti busi aliran digester, biodigester ini sepenuhnya bawah tanah dan meliputi tempat penyimpanan gas menggunakan prinsip penggantian/jarak. Dengan begitu berarti ada pergerakan dan pencampuran slurry keluar masuk reservoir serta dengan begitu, biodigester bukan dengan keras satu busi aliran reaktor (UMN, 1985).

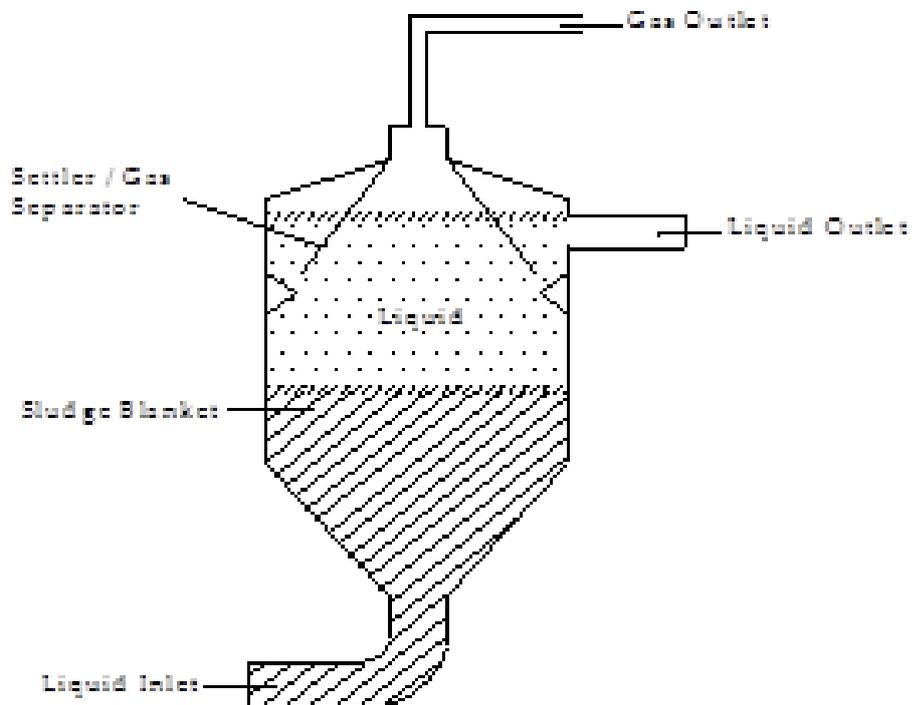
Gambar 5.8. Terowongan Tipe *Plant*



2.9 Upflow Anaerobic Sludge Blanket (USAB):

Desain USAB dikembangkan pada 1980-an di Belanda. serupa dengan filter anaerobic dalam kaitan dengan bahwa itu mencakup satu konsentrasi tinggi dari bakteri menghentikan dalam reaktor. Bagaimanapun, reaktor USAB berisi tidak ada medium pengepakan, sebagai gantinya, metana membentuk bakteri dikonsentrasikan di biji/butir halus tebal/padat dari selimut kotoran yang mencakup bagian dari reaktor lebih rendah. Inflow diberi makan dari dasar reaktor dan biogas diproduksi sementara aliran cairan atas melalui selimut kotoran. Jenis ini dari reaktor sering digunakan di Eropa untuk memperlakukan tukang jahit dan sketsa waste.A industri yang melemahkan desain USAB disajikan di berikut ini

Gambar 5.9. Upflow Anaerobic Sludge Blanket (USAB)



2.10 Kitchen Waste Biogas Model:

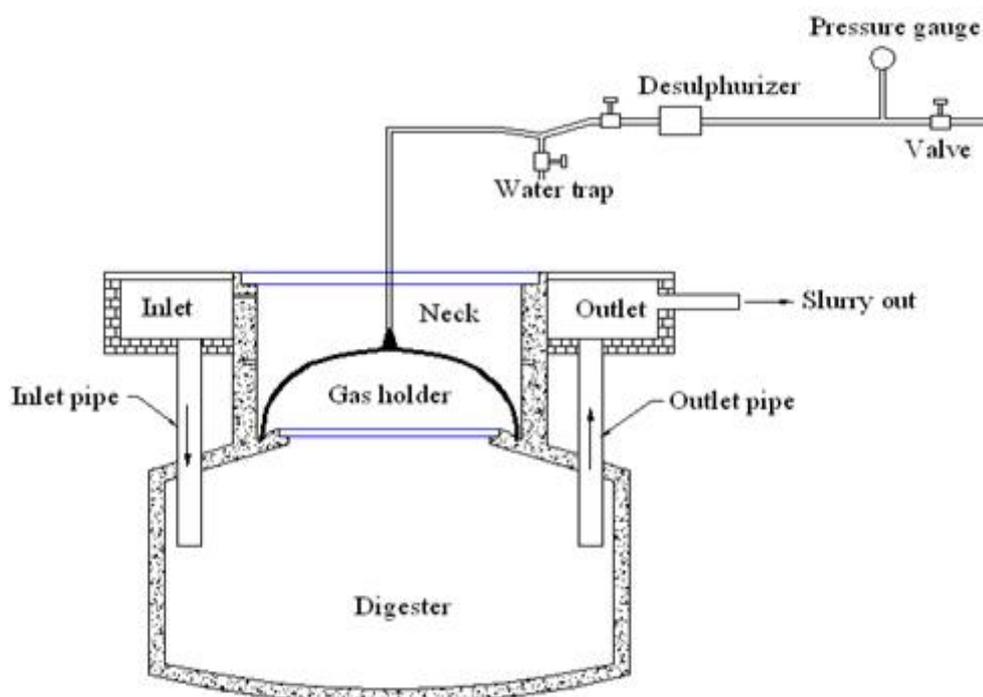
A 200-liter experimental model biogas biodigester berbasis pada prinsip kubah tetap dengan bahan baku dinding baja dirancang oleh Ajoy Karki untuk penggunaan di perumahan Lalitpur, Nepal. Biodigester ini telah sukses mendemonstrasikan biogas yang dapat dimanfaatkan di level rumah tangga dengan menggunakan barang sisa dapur sebagai materi dijadikan umpan.

2.11 Puxin Biogas System

Model Puxin biogas sistem dikembangkan oleh Shenzhen Puxin Ilmu pengetahuan dan teknologi Co. Ltd. di Cina untuk memenuhi permintaan berkembang dari sistem biogas hidrolis. Desain dasar dari sistem ini meliputi

beton digester dan gelas serat memperkuat pemegang gas. Sistem membangun dari semen dan beton menggunakan perancah baja dalam satu hari tetapi tidak mempunyai baja penguatan. Puxin biogas sistem dari ukuran 6 m³ dan 10 m³ diperkenalkan serta dijual baru-baru ini di Nepal oleh satu perusahaan swasta bernama Innovative Enterprises. Volume dari tangki minyak untuk 6 m³ dan 10 m³ sized sistem 1 m³ serta 1.2 m³ berturut-turut.

Gambar 5.10. Schematics Puxin Plant



3 PEMILIHAN LOKASI

Dalam mengambil keputusan secara hati-hati dipilih lokasi terbaik dibuatnya pemasangan biogas di level rumah tangga, untuk instalasi biodigester. Hal ini dalam rangka untuk memastikan ketahanannya. Faktor faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi biodigester:

- Jarak antara lokasi dan lokasi dimana gas diusulkan akan dikonsumsi (misalnya. Dapur) - pipa gas mahal;

- Jarak antara lokasi dan suplai dari bahan input (, misalnya., kandang sapi) – jarak dekat menyelamatkan/menabung membawa upaya;
- Jarak antara lokasi dan lokasi dimana keluaran digister mungkin menjadi disimpan (contoh, lubang (galian) kecil pupuk kompos) – jarak dekat bantu ke arah memastikan aliran keluaran digister ke lubang (galian) kecil tempat penyimpanan tanpa banyak menangani;
- Jarak antara lokasi dan sumber air seperti sumur-sumur – jarak jauh untuk mencegah pencemaran (mengatakan 10 untuk 15 m). Bagaimanapun, jika mata air kejauhan, itu akan mengambil/menangani lebih banyak waktu dan usaha untuk menyiapkan slurry sejak untuk volume diberikan dari rabuk satu volume sama dari air menambahkan;
- Jarak antara lokasi dan pohon/bambu – jarak jauh untuk mencegah kerusakan ke struktur dari akar dari biodigester;
- Kedalaman Air tanah – konstruksi akan secara relatif mudah di lokasi dimana tabel air tanah rendah
- Kondisi pondasi/tanah yang tepat, tekanan pondasi cukup untuk menahan beban dari biogas dan slurry di dalamnya.

Di lokasi tertentu ada yang tidak mungkin untuk memenuhi semua ukuran-ukuran di atas. Bagaimanapun, upaya dibuat untuk menemukan ukuran-ukuran sebaik mungkin seperti pertimbangan biaya sehingga dapat menurunkan biaya dan operasi biodigester lebih mudah.

4 Merancang parameter biogas

Parameter desain Relevan memerlukan komposisi yang baik, untuk parameter satu biogas diringkas di tabel di bawah .

Merancang Parameters untuk ukuran satu Biogas Plant

S.N.	Parameter	Nilai
1.	C/N Ratio	20 – 30
2.	pH	6 – 7
3.	Temperatur Pencernaan	20 – 35
4.	Retention Hidrolik Time (HRT)	40 –100 hari
5.	Energi Biogas isi	6 kwh/m ³
6.	Satu hasil sapi	9 – 15 kg rabuk/hari
7.	Produksi gas setiap kg rabuk sapi	0.023 – 0.04 m ³
8.	Produksi gas setiap kg rabuk babi	0.04 – 0.059 m ³
9.	Produksi gas setiap kg rabuk ayam	0.065 – 0.116 m ³
10.	Produksi gas setiap kg limbah tubuh manusia	0.020 – 0.028 m ³
11.	Persyaratan gas untuk masakan	0.2 – 0.3 m ³ /orang
12.	Persyaratan gas untuk penerangan satu lampu	0.1 – 0.15 m ³ /hr

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Mengidentifikasi desain biodigeseter dari berbagai Negara
2. Mengamati desain biodigester sehingga mendapatkan keunggulan dan kekurangan jika diterapkan di Indonesia
3. Memilih desain yang sesuai dengan kondisi/ lingkungan di Indonesia

E. Rangkuman

Para ilmuwan, para insinyur dan akademisi mendesain biogas sudah beberapa macaam diantaranya digesters horisontal, segi-empat, berbentuk bola, di bawah tanah, dan lain-

lain, dan bahan bangunan juga bervariasi dari baja ke lembar plastik ke pekerjaan batu (batu bata, semen, beton, dan lain-lain).

Pertimbangan desain biogas diantaranya sederhana, hemat biaya, efisien, bahan local dan perbaikan yang sedikit.

Jenis pembangkit/digester yaitu drum pengambang digester, *Cina fixed dome biogas plant*, *GGC Nepal Concrete Model Biogas Plant*, *Deenbandhu Model Fixed Dome Biogas Plant*, *Deenbandhu Model Fixed Dome Biogas Plant*, *Plug Flow Digester*, *Anaerobic Filter*, Terowongan tipe plant, *Upflow Anaerobic Sludge Blanket (USAB)*, *Kitchen Waste Biogas Model*, *Puxin Biogas System*.

Faktor faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi biodigester diantaranya jarak Antara lokasi dengan konsumen, suplai kotoran ternak, pemanfaatan limbah/slurry, sumur sumber air bersih, pohon, kedalaman air tanah, kondisi pondasi/tanah.

Di lokasi tertentu ada yang tidak mungkin untuk memenuhi semua ukuran-ukuran di atas. Bagaimanapun, upaya dibuat untuk menemukan ukuran-ukuran sebaik mungkin seperti pertimbangan biaya sehingga dapat menurunkan biaya dan operasi biodigester lebih mudah.

F. Tes Formatif

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan memilih salah satu jawaban yang paling tepat.

1. Faktor faktor yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan tempat biodigester dibawah ini, kecuali ..
 - a. Dekat dengan sumber air
 - b. Dekat dengan kandang ternak
 - c. Dekat dengan penampungan limbah/slurry
 - d. Dekat dengan konsumen biogas
2. Faktor faktor spesifik tentang desain biodigester dibawah ini, kecuali ..

- a. Sederhana dalam konstruksi dan pengoperasian
 - b. Hemat biaya dan tahan lama
 - c. Dapat memproduksi biogas yang optimum
 - d. Perbaikan dan pemeliharaan yang mudah
3. Bagian utama biodigester pada umumnya dibagi menjadi tiga yaitu bagian ...
- a. Pintu masuk, reaktor, pintu keluar
 - b. Pintu masuk, penampung gas, pintu keluar
 - c. Reaktor, penampungan gas, pintu keluar
 - d. Reaktor, penampungan gas, pemanfaatan gas
4. Perbandingan C/N sebagai parameter suatu biogas plant yang baik adalah ..
- a. 10-20
 - b. 20-30
 - c. 30-40
 - d. 40-50
5. Berapa rata-rata nilai produksi gas setiap kilogram kotoran/rabuk sapi dalam proses biodigester..
- a. 0,015-0,028 m³
 - b. 0,023-0,04 m³
 - c. 0,04-0,06 m³
 - d. 0,065-0,11 m³

G. Kunci Jawaban

1. a

2. c

3. a

4. b

5. b

KEGIATAN PEMBELAJARAN 6 : TEKNIK KONSTRUKSI RANCANGAN KUBAH TETAP

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan materi ini, peserta diklat diharapkan dapat mengerti dan memahami tentang teknik konstruksi rancangan kubah tetap

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi peserta mampu :

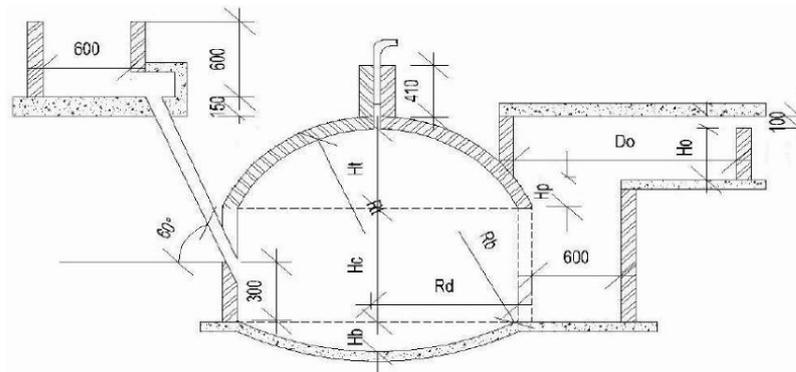
- ✓ Memahami konstruksi digester kubah tetap
- ✓ Memahami bahan baku digester kubah tetap

C. Uraian Materi

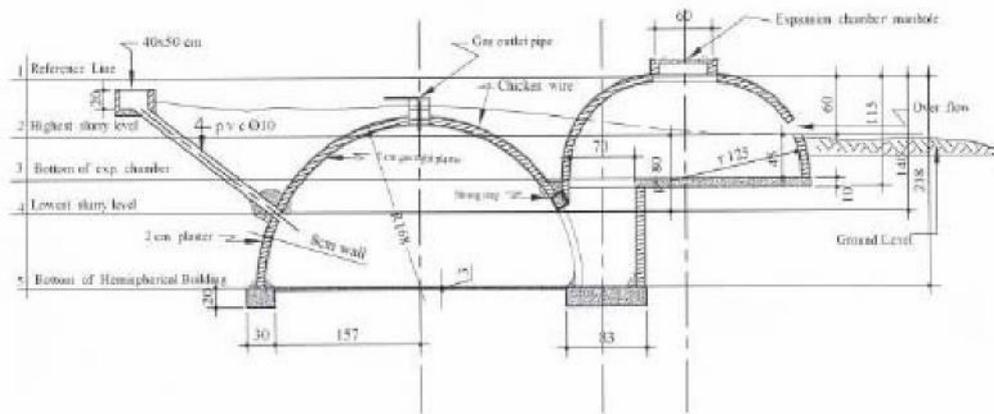
Jenis-Jenis Konstruksi reaktor Biogas

Konstruksi reaktor biogas sudah banyak dikembangkan di beberapa negara Eropa, Asia dan Afrika, dengan beragam material. Beberapa contoh reaktor yang ada di berbagai negara adalah seperti yang ditunjukkan gambar-gambar berikut ini:

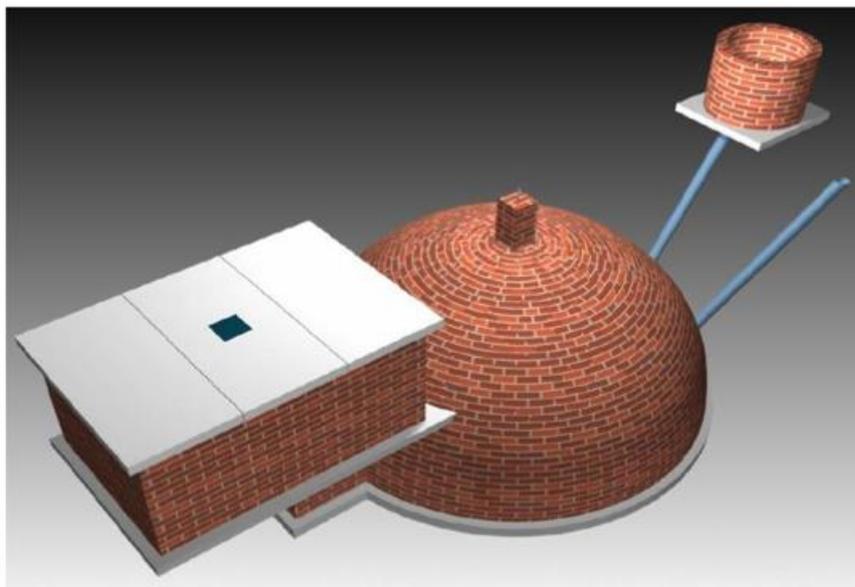
Gambar 6.1 Reaktor yang Ada di Bangladesh



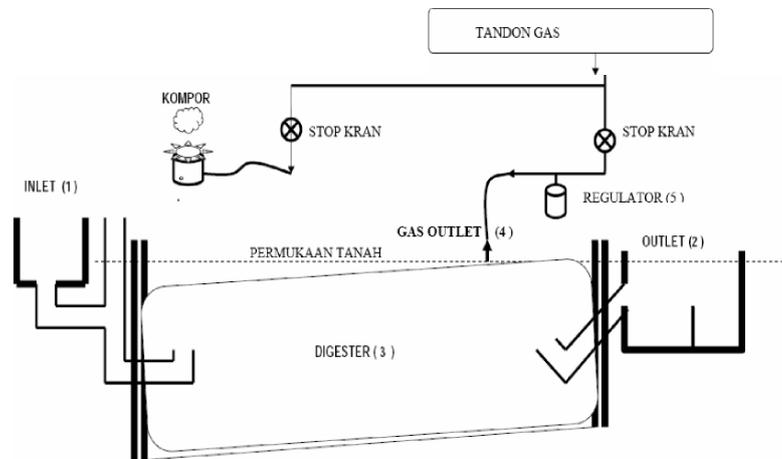
Gambar 6.2 Reaktor yang Ada di Tanzania



Gambar 6.3 Reaktor yang Ada di KambBoja



Di Indonesia terdapat berbagai jenis reaktor biogas dengan bahan antar lain dari plastik (biogas plastik), *fibreglass* serta batu dan beton, sebagaimana terlihat pada gambar-gambar berikut ini.



Gambar 6.4 skemabiogas plastik



Biogas

Gambar 6.5 Reaktorbiogasdarih fiberglass

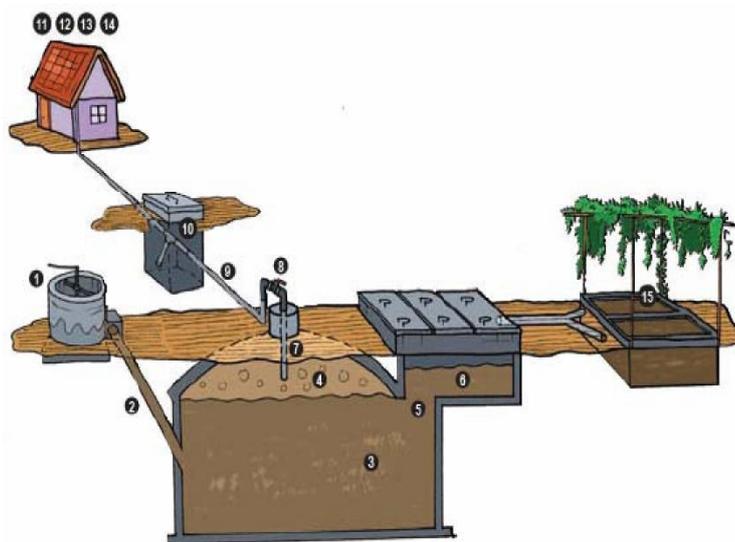


Gambar 6.6 Reaktor Biogas Dengan Bahan Dari Lembaran Baja



Komponen Reaktor Biogas

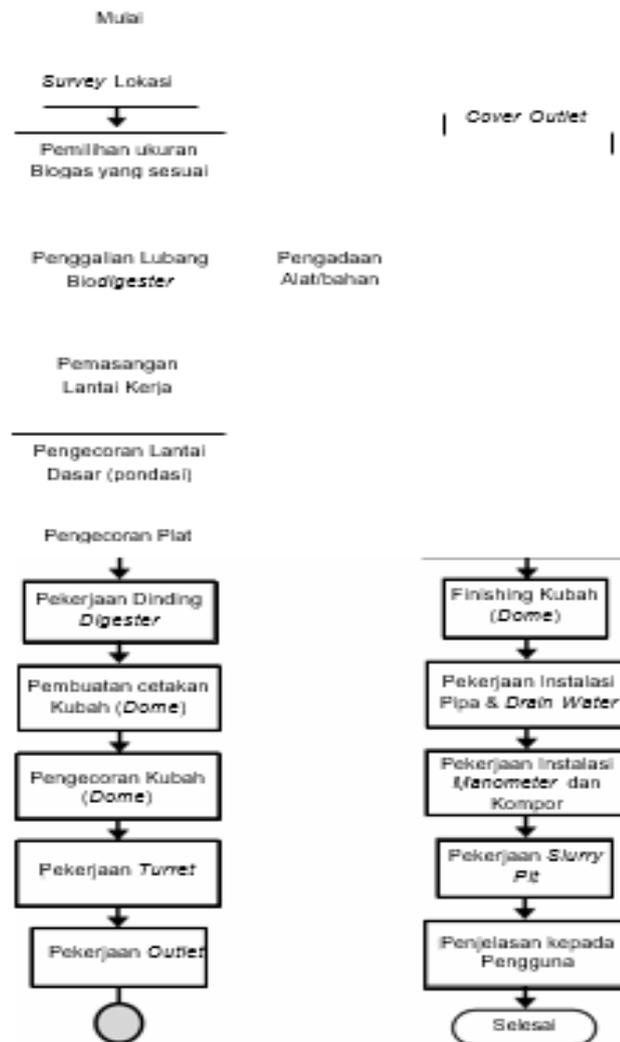
Reaktor yang akan dipelajari dan dibangun/dipasang pada diklat ini merupakan reaktor yang diadaptasi dari negara Nepal yaitu reaktor *fixed dome*, yaitu jenis reaktor yang mempunyai lokasi tetap (tidak dapat dipindah-pindah). Berbeda dengan jenis reaktor yang terbuat dari plastik dan *fibre glass*. Komponen-komponen tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Komponen Bangunan Reaktor Biogas

- 1) *Inlet* (tangki pencampur)
- 2) *Pipa inlet* (bisa dihubungkan ke wc)
- 3) *Digester*
- 4) Penampung Gas (Kubah)
- 5) *Manhole*
- 6) *Outlet & Overflow*
- 7) *Pipa Gas Utama dan Turret*
- 8) Katup Gas Utama
- 9) *Saluran Pipa*
- 10) *Waterdrain (penguras air)*
- 11) *Pengukur tekanan*
- 12) Keran Gas
- 13) Kompor Gas dengan pipa selang karet
- 14) Lampu (Pilihan)
- 15) Lubang *Bio-slurry*

Bagan alir dari langkah-langkah pembangunan/pemasangan reaktor bio- gas adalah sebagai berikut (jika dilakukan oleh 1 orang tukang biogas) ::



Gambar 6.7 Skema Bagan Alir dari Langkah-Langkah Pembangunan/Pemasangan Reaktor Biogas



Survey Lokasi

Langkah pertama dan penting dilakukan setelah calon user (pengguna) menginginkan dan setuju di lokasinya dibangun sebuah reaktor biogas adalah melakukan survey lokasi. Survey lokasi dimaksudkan untuk menentukan apakah lokasi calon user layak untuk dibangun reaktor biogas.

Pemilihan lokasi dimana konstruksi akan dibangun umumnya adalah berdasarkan faktor-faktor sebagai berikut :

1. Lokasi harus mempermudah pekerjaan konstruksi, antara lain harus mempertimbangkan transportasi bahan ke lokasi.
2. Lokasi yang dipilih harus sedemikian rupa sehingga biaya konstruksi dapat diminimalisir. Lokasi yang selalu tergenang air sewaktu hujan misalnya harus dihindari. Juga harus diperhatikan apakah tanah dimana reaktor harus dibangun merupakan bekas timbunan dan tidak terlalu bergelombang atau curam.
3. Memilih lokasi yang mudah dijangkau untuk penggunaan dan pemeliharaan. Tempat pengolahan, katup gas utama, saluran penggunaan, dan pengecekan gas harus mudah dicapai.
4. Lokasi tempat pengolahan harus aman dalam arti bukan merupakan tempat lalu lalangnya hewan besar serta tidak dijadikan tempat bermain anak-anak.

Berdasarkan faktor-faktor diatas, pemilihan lokasi harus mempertimbangkan hal berikut :

1. Agar dapat berfungsi efektif, suhu yang benar (20-35°C) harus dapat dijaga di bagian dalam reaktor. Karenanya, tempat dingin dan berkabut harus dihindari. Tempat hangat yang disinari matahari lebih baik.
2. Lokasi konstruksi sebaiknya memiliki permukaan yang datar.

3. Lokasi harus lebih tinggi dibandingkan sekitarnya untuk mencegah genangan air dan memperlancar aliran *bio-slurry* dari *outlet* ke lubang pembuatan kompos. Tempat pengolahan sebaiknya berlokasi dekat dengan kandang ternak untuk memudahkan penggunaan dan menghindari kehilangan bahan baku, khususnya kotoran ternak.
4. Pertimbangkan jumlah air yang dibutuhkan untuk dicampur dengan kotoran. Sumber air yang jauh akan merepotkan. Untuk menjaga air supaya tidak terkena polusi, jarak sumur atau sumber mata air minimal 10 meter dari reaktor biogas, khususnya lubang *bio-slurry*.
5. Pipa gas yang terlalu panjang akan menambah resiko kebocoran gas dan biaya yang lebih tinggi. Katup gas utama yang terpasang di atas penampung gas harus dibuka dan ditutup sebelum dan sesudah biogas digunakan. Akan lebih baik jika tempat pengolahan dekat dengan tempat pemakaian.
6. Ujung tempat pengolahan minimal 2 meter dari fondasi rumah atau bangunan lain.
7. Lubang kompos harus cukup luas karena bagian ini merupakan satu kesatuan dari reaktor biogas.
8. Lokasi harus cukup jauh dari pepohonan untuk menghindari kerusakan reaktor biogas yang disebabkan oleh akar pohon.
9. Jenis tanah harus dapat menahan muatan untuk mencegah bangunan ambles ke dalam tanah.
10. Apabila luas tempat menjadi masalah, kandang hewan ternak dapat didirikan di atas tempat pengolahan setelah reaktor biogas selesai di cor.

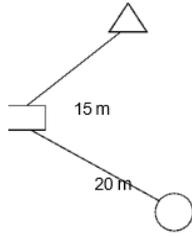
Perlu diingat bahwa mustahil dapat memenuhi seluruh pertimbangan yang disebutkan di atas. Namun harus diupayakan agar sebagian besar poin tersebut dapat terpenuhi.

Apabila supervisor telah selesai melakukan survei lokasi dan mengambil kesimpulan bahwa lokasi layak sebagai tempat reaktor biogas, maka kontraktor akan mengisi formulir pra-konstruksi sebelum mempertimbangkan pembangunan reaktor biogas pada Rumah Tangga. Formulir ini bertujuan untuk memastikan bahwa ukuran

reaktor benar, material cukup tersedia dan reaktor dijamin berfungsi dalam periode yang lebih lama. Setelah formulir diisi, kontraktor akan kirimkan ke IDBP untuk persetujuan awal untuk membangun reaktor yang diusulkan . Formulir yang dimaksud adalah sebagai berikut:

Tabel 6.1 Formulir Pra-Konstruksi

1.	Nama Kepala keluarga	
2	Alamat	Rt ----- , Desa Kecamatan-----
3.	Jumlah anggota keluarga orang
4.	Jumlah ternak atau unggas	Ternak (sapi/kerbau): -----
5.	Total tanah yang dimiliki oleh m2
6.	Total area terbuka yang dimiliki m2
7.	Apakah mereka ingin	Ya ---
8.	Berapa banyak kotoran yang	Kotoran ternak: -----Kg
9.	Kebutuhan gas ?	Memasak -----jam/hari
10.	Ukuran reaktor yang diusulkan	m3
11.	Jarak reaktor biogas yang diusulkan	Dari Dapur : ----- meter Dari kandang ternak/unggas-----meter Dari sumber air terdekat ----- meter
12.	Berapa banyak rumah menggunakan gas jika di distribusikan ke	----- rumah
13	Modal awal pendanaan; - Subsidi - Kredit - Kontribusi rumah tangga - Sumber lainnya (sebutkan) Total Modal Perkiraan total biaya; - Material dan bahan baku	Rp.2.000.000 Rp Rp Rp Rp..... Rp.....

14	<p>Sebuah sketsa sederhana dari reaktor yang diusulkan</p> <p><i>Catatan :</i> <i>Untuk sketsa digunakan simbol sebagai berikut :</i></p> <p style="text-align: center;">= <i>Rumah</i></p> <p style="text-align: center;">= <i>Kandang</i></p>	
----	--	--

Pemilihan Ukuran Biogas

Reaktor yang dibangun dalam program BIRU adalah berukuran 4 m³, 6 m³, 8 m³, 10 m³ dan 12 m³. Pada dasarnya reaktor biogas dapat dibangun dengan ukuran melebihi yang disebutkan di atas, akan tetapi program BIRU hanya mengkhususkan ke lima ukuran tersebut dimana ukuran- ukuran ini digunakan untuk kebutuhan berskala kecil, dan layak menerima subsidi dari *Hivos*.

Faktor-faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam memilih/menentukan ukuran reaktor biogas adalah luas lahan tempat reaktor akan dibangun, jumlah ternak yang dimiliki oleh pengguna serta anggota keluarga yang akan menggunakan gas yang akan dihasilkan. Dari ke tiga faktor tersebut yang paling menentukan adalah jumlah kotoran hewan yang tersedia atau jumlah ternak yang dimiliki oleh pengguna.

Alasan ini dapat diterima, karena proses yang terjadi di dalam reaktor disamping proses fermentasi adalah proses terdorongnya *bio-slurry* keluar dari *outlet* secara hidrolis yang diakibatkan oleh adanya tekanan gas dari hasil fermentasi tadi. Jika kotoran hewan yang dimasukkan ke dalam reaktor sangat kurang, maka tekanan gas

juga menjadi berkurang di dalam kubah. Hal ini akan menyebabkan bio-slurry yang terdapat pada *outlet* akan menekan atau kembali masuk ke dalam *digester*, bahkan akan melewati tinggi kubah yang menyebabkan masuknya *slurry* ke dalam pipa gas utama. Hal ini sudah tentu tidak diinginkan terjadi.

Oleh karena itu tabel di berikut ini akan sangat membantu dalam menentukan volume reaktor biogas yang akan dibangun.

Tabel 6.2. Jumlah Ternak yang Dibutuhkan dan Produksi Gas Per Hari.

No.	Kapasitas tempat	Produksi gas per hari (m ³)	Kotoran hewan yang dibutuhkan per hari ** (kg)	Air yang dibutuhkan setiap hari	Jumlah ternak yang dibutuhkan (ekor)
1.	4	0,8 - 1,6	20 – 40	20 – 40	3 – 4
2.	6	1,6 - 2,4	40 – 60	40 – 60	5 – 6
3.	8	2,4 - 3,2	60 – 80	60 – 80	7 – 8

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

** *rata-rata waktu penyimpanan: 50 hari*

Pemasangan Lantai Kerja

Lantai kerja merupakan bagian konstruksi reaktor biogas yang pertama kali dipasang. Fungsi dari lantai kerja adalah agar diperoleh bidang permukaan yang rata dan cukup kuat untuk mengerjakan pondasi. Lantai kerja dapat terbuat dari batu bata, batu kali (disebut juga batu kosong) dan kerikil. Pada konstruksi bangunan gedung berskala besar lantai kerja umumnya terbuat dari campuran beton tumbuk setebal 50 mm dengan campuran 1:3:5.

Selanjutnya pada lantai kerja reaktor biogas celah-celah antara batu bata/batu kali/kerikil tersebut harus diisi dengan pasir agar diperoleh kedudukan yang stabil

dalam arah horizontal.

Sebelum pemasangan lantai kerja, maka permukaan tanah harus rata dan dibersihkan terlebih dahulu serta periksa kembali ukuran dari lubang *digester* dan *manhole* apakah telah sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Kemudian pasang pipa besi pada titik as lingkaran lubang *digester*, yang nantinya juga berfungsi sebagai titik as mal untuk pekerjaan-pekerjaan berikutnya, seperti pekerjaan pondasi, pemasangan dinding *digester*, bekisting kubah dan pengecoran kubah. Untuk memperoleh permukaan lantai kerja yang rata dan datar maka dapat digunakan mal yang telah disediakan sebelumnya atau dengan pertolongan *waterpass* dan mistar penolong.

Berikut adalah gambar-gambar yang memperlihatkan langkah-langkah pemasangan lantai kerja.

- 1) Periksa kembali ukuran-ukuran lubang galian



- 2) Periksa kembali kedataran dan kedalaman tanah dasar lubang galian



- 3) Pastikan lantai tanah sudah rata dan bersih



- 4) Pasang tiang as pembantu berupa pipa besi galvanisir.



- 5) Pasang mal pada tiang as pembantu



Tujuan daripada penggunaan mal adalah untuk :

- a. Membantu memeriksa kedataran tanah;
- b. Membantu kedataran lantai kerja;
- c. Membantu kedataran lantai pondasi;
- d. Membuat lingkaran layout dinding *digester*;
- e. Membantu pemasangan bata dinding *digester*;
- f. Membantu membuat jalur plesteran dinding *digester*;
- g. Memeriksa kerataan plesteran dinding *digester*;

6) Rendam/siram batubata



) Susun batu bata



- 8) Hamparkan pasir sehingga mengisi celah-celah batu bata, kemudian percikkan air agar pasir di dalam celah menjadi lebih padat. Cara lain adalah dengan merendam pasir terlebih dahulu, baru kemudian menghamparkannya di atas susunan batu bata.



- 9) Periksa kembali kedataran lantai kerja.



Pengecoran Lantai Dasar

Lantai Dasar atau Pondasi berfungsi untuk mendukung *digester* (dinding melingkar) dan kubah di atasnya. Pondasi terbuat dari beton tanpa tulangan tebal 70 mm. Campuran adukan untuk pondasi adalah 1:3:6. Pondasi dicor dengan diameter sesuai dengan yang telah ditentukan untuk masing-masing volume reaktor.

Langkah-langkah pemasangan lantai dasar adalah sebagai berikut :

- a) Buat adukan beton dengan campuran 1:3:6 sesuai dengan kebutuhan.
- b) Agar adukan lebih merata maka aduk terlebih dahulu semen dan pasir. Setelah merata baru kerikil diaduk bersama-sama dengan kedua bahan terdahulu.
- c) Apabila ketiga bahan tersebut sudah tercampur dengan sempurna, maka tambahkan air secukupnya. Jumlah air yang baik adalah berkisar antara 0,35 – 0,40 dari berat semen. Tapi mengingat kondisi di lapangan, biasanya jumlah komponen-komponen adukan biasanya dinyatakan dengan volume, sehingga jika jumlah semen 10 ember maka jumlah air yang digunakan adalah ± 4 ember.
- d) Setelah adukan tersedia maka adukan tersebut dapat dihamparkan di atas lantai kerja yang telah kita pasang sebelumnya.
- e) Untuk menentukan tebal lantai dasar maka dapat digunakan mal sebagai pertolongan.



f) Hamparkan adukan hingga merata di atas lantai kerja.



g) Lantai dasar tidak perlu diplester atau *finishing* saat ini. *Finishing* dilakukan bersamaan dengan selesainya *digester*, yang perlu dilakukan adalah merapihkan permukaan lantai kerja.



Pekerjaan dinding melingkar

Dinding melingkar merupakan tempat penampungan kotoran hewan yang masuk dari *inlet* melalui pipa *inlet*. Dinding *digester* biasanya dipasang bersamaan dengan dinding *manhole*. Dinding *digester* dipasang dengan ketebalan 10 – 15 cm termasuk tebal plesteran, variasi tebal ini bergantung pada lebar bata.

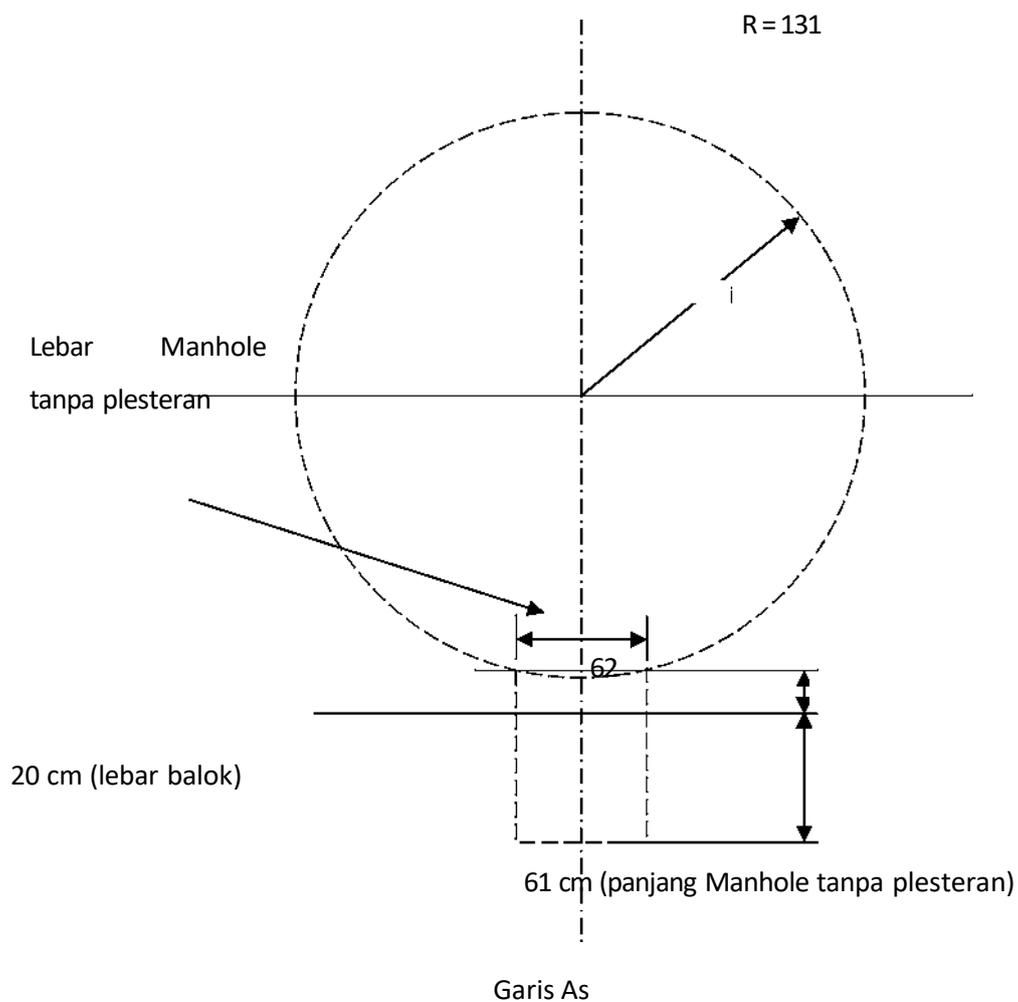
Tinggi dinding *digester* bergantung pada volume reaktor yang kita bangun. Untuk reaktor dengan volume 6 m^3 , maka tinggi dinding *digester* adalah sebesar 85 cm.

Langkah-langkah pemasangan dinding *digester* untuk reaktor biogas dengan ukuran 6 m^3 adalah sebagai berikut :

- 1) Gambar *lay out digester* pada lantai dasar.

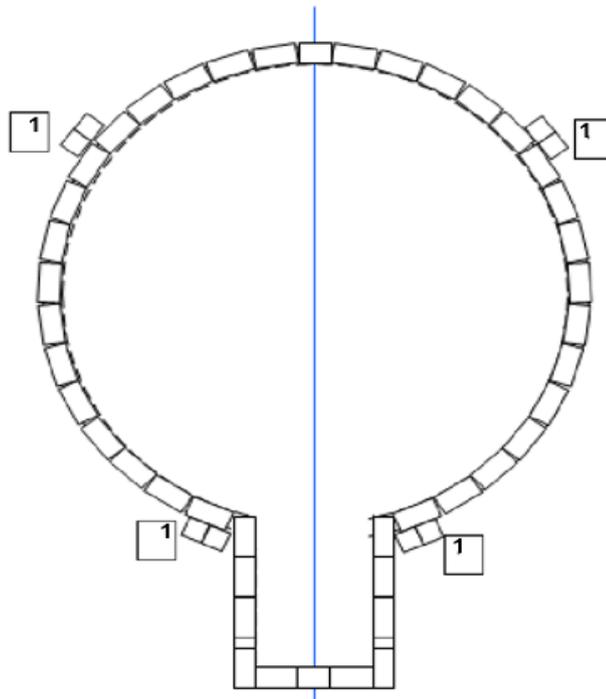


- 2) Untuk menggambar *lay out digester* langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :



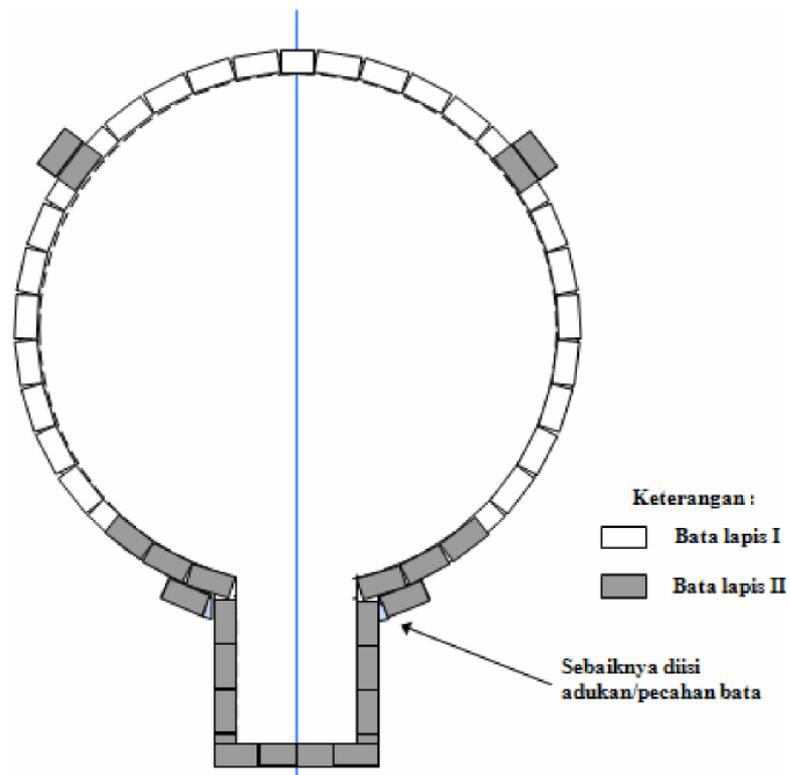
- ☐ Gambarkan garis as yang melalui as yang telah ditetapkan sebelum menggali lubang *digester*.
- ☐ Buat lingkaran dengan diameter 131 cm. Ini adalah diameter lingkaran dalam dinding *digester* tanpa plesteran, dimana plesteran kita ambil sebesar 1 cm.

- ☐ Gambarkan 2 garis sejajar garis as selebar 62 cm, yaitu lebar *manhole* tanpa plesteran.
- ☐ Tarik garis melalui perpotongan ke dua garis dengan lingkaran dalam, dan tarik garis dengan jarak 20 cm dari garis tersebut. Garis ini merupakan lebar balok untuk mendukung kubah di atas *manhole*.
- ☐ Gambar lagi garis sejajar garis tersebut dengan jarak 61 cm yang merupakan lebar *manhole* tanpa plesteran.



- ☐ Susun bata sebelum dipasang (tanpa adukan) untuk memastikan posisi masing-masing bata. Susunan bata tersebut merupakan susunan batu bata lapis I.

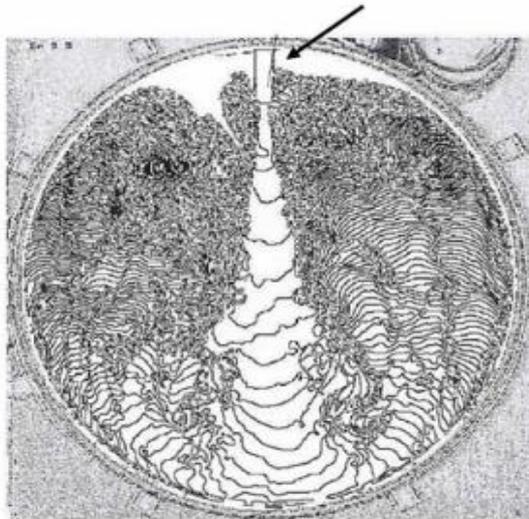
- ☐ Susun bata untuk perkuatan (kolom/pilaster) dengan cara membagi bagian yang melengkung menjadi 3 bagian (1).
- ☐ Susun lagi batu bata untuk lapis 2, seperti gambar di berikut ini. Perhatikan bahwa tidak ada garis siar (nat) yang nantinya terjadi setelah batu bata disusun.



- ☐ Selanjutnya adalah memasang batu bata dengan menggunakan adukan. Setelah susunan batu bata mencapai ketinggian 35 cm, pasang pipa *inlet*. Pipa *inlet* harus terletak pada garis as, dan jika pengguna juga ingin memanfaatkan kotoran dari toilet rumah tangganya, pipa *inlet* tersebut dipasang dengan jarak tidak lebih dari 30⁰ dari pipa *inlet* utama.

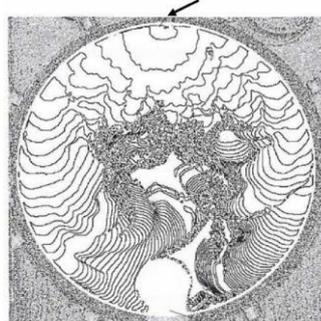
- 2) Pemasangan pipa *inlet* sebaiknya rata dengan dinding *digester* (termasuk plesteran), atau tidak ada bagian pipa *inlet* yang menonjol. Ke 2 gambar berikut menunjukkan perbedaan aliran *slurry* di dalam *digester* antara pipa *inlet* yang menonjol dengan pipa *inlet* yang rata dengan dinding melingkar (*digester*).

Pipa Inlet



Pola aliran *slurry* di dalam *digester* dengan pipa *inlet* yang menonjol dari dinding *digester*.

Inlet



Pola aliran *slurry* di dalam *digester* dimana pipa *inlet* rata dengandinding *digester*.

- 3) Menata batu bata sebelum dipasang



4) Pemasangan batu bata

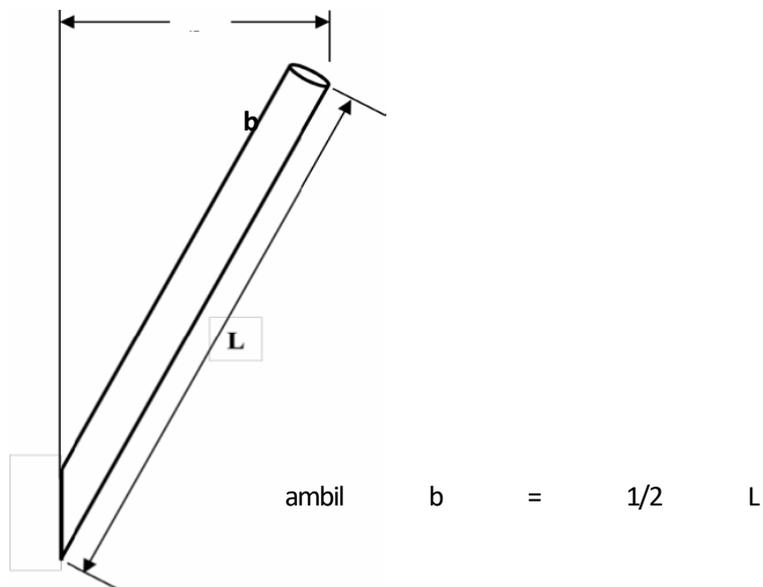


Perhatikan bahwa mal harus tepat ditengah-tengah batu bata

5) Pemasangan Pipa *Inlet*



- 6) Kemiringan pipa *inlet* dapat ditentukan dengan menggunakan tabel- gam bar berikut :



- 7) Lakukan pengkamprotan pada dinding *digester* dan *manhole* apabila tinggi dinding telah mencapai 85 cm.



- 8) Buat jalur pada dinding sebagai persiapan untuk pemlesteran



- 9) Selanjutnya lakukan pemlesteran dengan berpatokan pada jalur yang telah dibuat.



- 10) Isi celah/rongga antara dinding *digester* dan *manhole* dengan dinding galian. Kemudian padatkan secara perlahan-lahan dan tidak menekan dinding bata yang masih belum kuat benar.



- 11) Selalu lakukan pemeriksaan ketegakan, kedataran, kelurusan dan kerataan dinding.



- 12) Lakukan *finishing* lantai pondasi dengan lapisan semen.



- 13) Pekerjaan dinding *digester* dan *manhole* telah selesai dilakukan. Mal tidak hanya terbuat dari rangka besi saja, tapi dapat juga terbuat dari kayu atau bambu. Dan dalam keadaan darurat dapat digunakan kawat logam, bahkan tali plastik, akan tetapi jangan sekali-kali menggunakan benang karena benang sangat elastis.

- 14) Contoh mal dari bambu



- 15) Contoh mal dari kayu



Pembuatan Cetakan Kubah

Kubah dibangun setelah dinding melingkar selesai. Sebelum membangun kubah perlu dibuat cetakan terlebih dahulu. Cetakan kubah dapat terbuat dari tanah ataupun cetakan khusus yang dibuat untuk tujuan itu. Sebagai contoh adalah cetakan yang terbuat dari bahan logam, akan tetapi cetakan ini harganya cukup mahal, sebagaimana terlihat pada gambar- gam bar berikut ini :

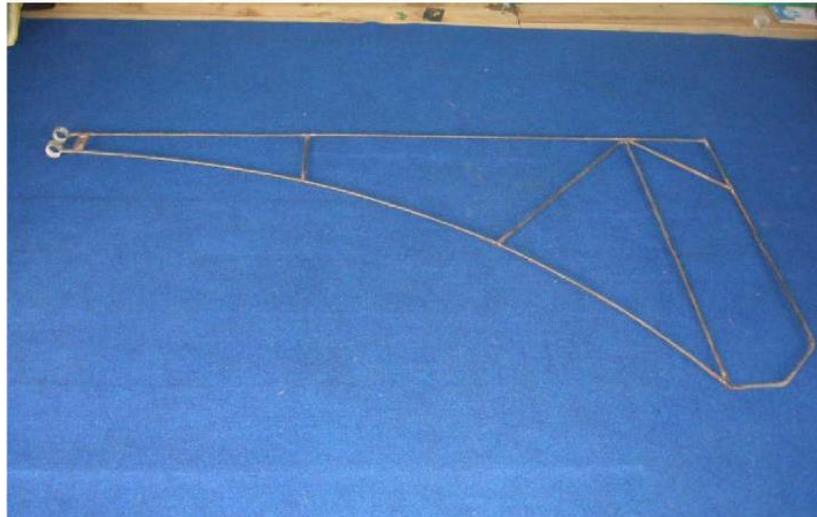




Pada diklat ini cetakan kubah terbuat dari tanah sisa galian yang diisikan ke dalam dinding melingkar. Untuk membuat bentuk kubah lebih simetris dan sesuai ketentuan/gambar maka digunakan mal yang terbuat dari besi yang dibuat khusus untuk membuat cetakan tersebut. Setelah selesai/ sesuai dengan ukuran dan bentuk yang diinginkan, maka cetakan tanah dilapisi dengan pasir basah setebal 1 cm.

Langkah-langkah pembuatan cetaka kubah ini adalah sebagai berikut :

- 1) Persiapkan terlebih dahulu mal dari besi yang akan digunakan untuk membuat cetakan kubah.



- 2) Pasang dinding sementara dari batu bata tanpa adukan antara *digester* dan *manhole* agar tanah tidak masuk ke dalam *manhole*, dan akan berfungsi juga untuk menahan bekisting balok kubah.



- 3) masukkan tanah ke dalam *digester* sambil dipadatkan. Pemasangan dilakukan lapis demi lapis.



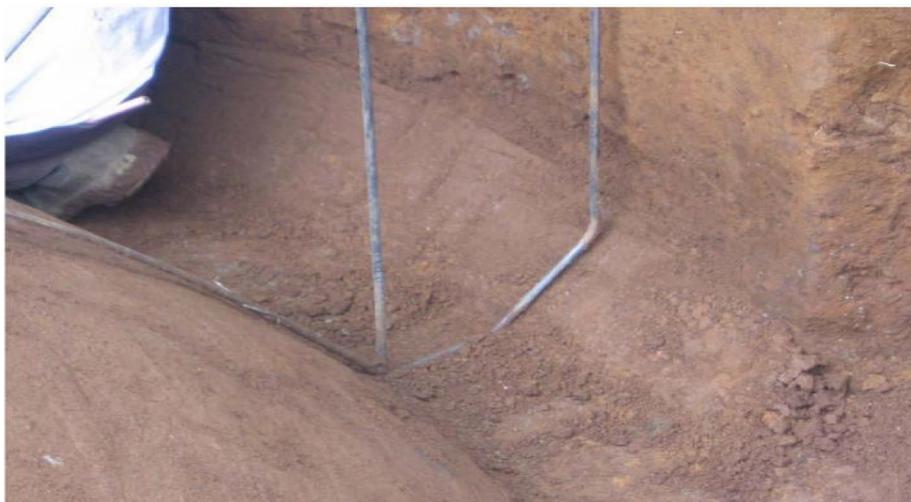
- 4) Pasang bekisting untuk balok kubah. Balok yang akan dicor mempunyai ukuran 20 x 25 cm.



- 5) Ketika tanah sudah mencapai ketinggian yang diinginkan maka permukaan tanah sudah dapat mulai dibentuk, dengan tetap sambil dipadatkan.



6) Bagian tepi bawah juga harus dibentuk sesuai dengan bentuk mal.



- 7) Apabila cetakan sudah sesuai dengan bentuk yang diinginkan, maka lapisi dengan pasir basah. Fungsi dari pasir ini disamping untuk lebih menutup lubang-lubang kecil, juga bertujuan agar tanah tidak melekat pada bagian dalam kubah.



- 8) Lakukan pelapisan hingga seluruh cetakan tertutup dengan pasir dan siap untuk digunakan.



Pengecoran Kubah

Kubah merupakan salah satu bagian konstruksi reaktor biogas yang paling penting, artinya apabila terjadi kebocoran akibat kesalahan pekerjaan konstruksi, maka akan diperlukan pekerjaan serta waktu yang banyak untuk memperbaikinya. Oleh karena itu pengecoran kubah harus dilakukan dengan sangat hati-hati dan teliti. Pengecoran kubah dilakukan setelah cetakan tanah selesai dikerjakan. Mal untuk pengecoran kubah dapat terbuat dari besi maupun kayu. Jika mal tidak ada maka dapat digunakan patok-patok kayu kecil yang ditanam pada bekisting dengan bagian yang menonjol sesuai dengan ketebalan kubah pada masing-masing posisi. Bagian yang menonjol inilah yang nantinya dijadikan patokan untuk pengecoran kubah.

Pada akhir pengecoran pipa gas utama harus dipasang dan tidak menunggu hingga beton mengering, karena hal ini akan menyebabkan kemungkinan terjadinya kebocoran pada sambungan sangat besar. Pipa gas utama harus dipasang setegak mungkin dan untuk itu dapat digunakan unting-unting atau lot. Tetapi cara paling praktis adalah menggunakan *waterpass*.

Sebagaimana disebutkan mal yang terbuat dari besi adalah mal yang kita gunakan pada pembuatan cetakan kubah dari tanah. Sebagai acuan ketebalan kubah dapat digunakan sebatang pipa PVC. Gambar-gambar berikut menunjukkan mal yang terbuat dari besi maupun kayu.

Campuran beton yang digunakan untuk kubah adalah 1 : 2 : 3. Setelah pengecoran selesai kubah harus dirawat antara lain dengan cara disiram air. Beton dianggap telah mempunyai kekuatan setelah berumur 3 hari, yaitu sebesar $\pm 40\%$ dari kekuatan pada umur 28 hari.

Contoh gambar-gambar yang menunjukkan mal untuk pengecoran kubah.

- a. Mal besi dengan menggunakan pipa PVC untuk acuan ketebalan beton.



- b. Mal dari kayu dengan lukisan lengkung sebagai acuan pengecoran.



Langkah-langkah pengecoran kubah adalah sebagai berikut :

- 1) Setelah mal disiapkan, maka curahkan adukan di atas cetakan, dimulai dari yang paling bawah



-
- 2) Kemudian curahkan adukan secara perlahan-lahan ke bagian atas mengikuti lengkungan mal. Adukan tidak boleh terlalu ditekan, karena hal ini akan menyebabkan adukan menekan cetakan kubah.



3) / Cor beton bagian demi bagian.



- 4) Bagian puncak tidak dicor penuh. Hal ini nantinya sebagai tempat untuk meletakkan pipa gas utama.



5) Pasang pipa gas utama



6) Pastikan posisi pipa gas utama benar-benar tegak.



- 7) Rapihkan permukaan kubah setelah pipa gas utama selesai dipa- sang.



Pengecoran Plat Penutup *Outlet*

Fungsi dari Penutup *outlet* adalah untuk menghindari manusia (khusus nya anak-anak) dan hewan jatuh ke dalamnya dan untuk menghambat air hujan masuk ke dalam reaktor dan membantu mencegah penguapan *bio-slurry* pada musim kering. Ukuran dari plat penutup *outlet* adalah sedemikian rupa sehingga mudah dibawa oleh 3 – 4 orang.

Penutup *outlet* dapat dicor bersamaan pada saat proses pengecoran kubah, maksudnya adalah agar :

- ☐ Adukan sisa pengecoran kubah dapat dimanfaatkan untuk penge- coran plat penutup *outlet*.

☐ Pengecoran yang lebih awal akan memperpanjang umur perawatan beton pada saat akan dipindahkan dari tempat pengecoran ke *outlet* yaitu menjadi paling tidak 5 hari. Perlu diketahui bahwa plat ini nantinya harus diangkat dari tempat pengecoran, sehingga plat harus mempunyai kekuatan berhubung bentuknya yang persegi panjang.

Campuran adukan beton untuk plat penutup *outlet* adalah 1 : 2 : 4.

Yang perlu diperhatikan juga adalah hindari adanya lubang pada pelat, untuk menghindari karat pada tulangan akibat uap pada *Outlet*, jika terdapat lubang maka harus segera ditutup dengan adukan serta pada saat meletakkan pelat penutup *Outlet* ke *Outlet*, maka bagian atas harus tetap berada di atas, tidak boleh terbalik.

Agar plat penutup *outlet* dapat diangkat oleh 3 – 4 orang, maka ukurannya sebaiknya mengikuti sebagaimana terdapat pada tabel berikut :

Tabel 6.3 Ukuran plat penutup *outlet* dan tulangan yang dibutuhkan

Ukuran	Ukuran penutup dalam cm		Jumlah	Diameter besi	Jumlah besi baja yang dibutuhkan
	Panjang	Lebar			
4	164	6	3	8	4
6	174	2	3	8	5
8	184	6	3	8	6

Tebal plat penutup *outlet* adalah 6 – 7,5 cm dengan selimut beton sebesar 2 – 2,5 cm.

Langkah-langkah pengecoran plat penutup *outlet* adalah sebagai berikut:

- 1) Siapkan bekisting untuk pengecoran plat penutup *outlet*.



2) Potong besi tulangan sesuai dengan kebutuhan.



- 3) Pasang besi tulangan pada bekisting.



- 4) Lakukan pengecoran beton pada bekisting



- 5) Rapihkan permukaan plat penutup *outlet*. Perlu diperhatikan bahwa pegangan untuk mengangkat beton dapat dibuat/dipasang bergantung kepada permintaan pengguna.



- 6) Untuk memeriksa isi *outlet* tanpa harus membuka plat penutup dapat dibuatkan lubang dari pipa PVC. Lubang ini nantinya ditutup dengan menggunakan *dop*.



Pekerjaan *Turret*

Turret adalah menara kecil yang terdapat di atas kubah. Fungsi *Turret* adalah untuk melindungi pipa gas utama agar terlindung dari gangguan yang dapat menyebabkan pipa gas utama bergeser dari posisi semula. *Turret* dipasang paling lambat sehari setelah kubah dilapisi semen, menara kecil harus dibangun. Jika terlambat, dapat menyebabkan kebocoran antara pipa gas utama dan kubah. Pembangunan menara kecil ini harus dilakukan pada saat beton di permukaan luar kubah kering;

Menara dapat dibangun dengan menggunakan beton apabila ada sisa adukan dari lapisan kubah. Ukuran menara disesuaikan dengan ukuran batu dan batu bata. Menara boleh berbentuk persegi atau lingkaran. Jika berbentuk persegi ukuran *Turret* adalah 36 x 36 cm sedangkan apabila dibuat berbentuk lingkaran, diameternya harus sebesar 20 cm. Tinggi menara sekurang-kurangnya adalah 40 cm.

Langkah-langkah untuk pemasangan *Turret* adalah sebagai berikut :

- 1) Jika bahan yang digunakan batu bata maka gambar dulu *lay out Turret* di atas kubah. Kemudian pasang batu bata. Selalu periksa kedataran, ketegakan, kelurusan dan kerataan pasangan *Turret*.

Pemeriksaan dilakukan setiap pemasangan 1 lapisan selesai.



2) Periksa kesikuan setiap pemasangan 1 lapisan selesai



3) Lakukan pemlesteran *Turret*.



4) Lakukan pengacian pada *Turret*.



5) Pemasangan *Turret* dengan menggunakan adukan beton dan berbentuk persegi. Buat terlebih dahulu bekisting *Turret*, jaga agar bekisting tidak bergeser dengan cara memberi perkuatan. Kemudian masukkan adukan beton dengan campuran 1 : 3 : 5 @ 6



6) *Turret* yang telah selesai dicor.



Pekerjaan *Outlet*

Outlet disebut juga dengan ruang hidrolis atau ruang pemisah berfungsi sebagai tempat penampungan *bio-slurry* sebelum dialirkan menuju *slurry pit* melalui *overflow*. *Outlet* sangat penting untuk membantu proses penekanan gas di dalam kubah untuk dialirkan ke kompor di dapur.

Penggalian untuk ruang *outlet* dilakukan tepat dibelakang *manhole* tingkat kedalaman galian diukur dari lantai *digester* (tidak termasuk tebal lantai *digester*). Ukuran harus akurat sesuai kapasitas mengingat fungsinya yang telah disebutkan di atas.

Tangki *outlet* dibuat lebih tinggi dari tanah dasar sekeliling untuk mencegah masuknya air limbah dari luar, ketinggian ini adalah sebesar 15 cm. Pada *outlet* dibuatkan lubang kecil atau *overflow* yang berfungsi untuk mengalirkan *bio-slurry* pada *outlet* untuk kemudian ditampung pada *slurry pit*. Ukuran *overflow* adalah 10 x 20 cm

Langkah-langkah untuk memasang overflow adalah sebagai berikut :

- 1) Periksa kembali lubang galian yang disediakan untuk *outlet*. Kemudian ratakan dan bersihkan permukaan tanah dimana *outlet* akan dipasang.
- 2) Susun bata sedemikian rupa sebagai lantai kerja. Jangan lupa untuk memeriksa kedataran lantai kerja tersebut.



- 3) Setelah susunan bata tersebut selesai hamparkan pasir di atas susunan batu bata kemudian gunakan sapu lidi agar pasir masuk ke dalam celah-celah batu bata. Percikkan air ke permukaan lantai kerja, kemudian hamparkan lagi pasir untuk mengisi celah yang terjadi akibat percikan air tadi. Langkah ini persis sama ketika pemasangan lantai kerja pada pemasangan *digester*.



- 4) Lakukan persiapan untuk pengecoran lantai *outlet*, diantaranya dengan memasang bekisting pada *manhole*.



- 5) Setelah persiapan selesai hamparkan adukan beton ke atas lantai kerja. Campuran untuk lantai kerja adalah 1 : 3 : 5 @ 6. Kemudian rapihkan permukaan lantai dasar *outlet*.



- 6) Setelah lantai dasar *outlet* kering, lakukan persiapan untuk mema sang dinding *outlet*, antara lain dengan membuat profil untuk pemasangan batu bata.



- 7) Lakukan *lay out* dengan cara menyusun batu bata lapis tanpa adukan.



- 8) Pasang batu bata lapis demi lapis. Tetap periksa ketegakan, kedataran, kerataan dan kelurusan pemasangan.



- 9) Kamprot dinding *outlet* sebagai persiapan pemlesteran. Bagian luar dari dinding tidak perlu diplester, melainkan hanya dikamprot saja.



- 10) *Overflow* pada *outlet*



Overflow 10 x 20 cm

11) *Outlet* siap digunakan.



Pekerjaan *Inlet*

Inlet atau tangki pencampur adalah tempat mencampur kotoran hewan dengan air sebelum dialirkan ke dalam *digester* melalui pipa *inlet*. Biasanya *inlet* baru dibangun setelah *outlet* selesai dibangun, namun bisa saja keduanya dikerjakan bersamaan. Pipa *inlet* ditempatkan sejajar dengan posisi tiang pipa gas utama dan *overflow outlet*.

Ketinggian dasar bangunan *inlet* dapat ditentukan dengan cara lantai tangki *inlet* ditempatkan lebih tinggi kira-kira 15 cm dari *overflow outlet*. Tujuannya adalah agar kotoran hewan tidak kembali keluar melalui *inlet*, bahkan dapat juga mengakibatkan *slurry* masuk ke dalam pipa gas utama.

Tinggi bangunan *inlet* minimal 50 cm dan maksimal 100 cm dari tanah dasar, dengan diameter *inlet* 60 cm. Untuk mengaduk kotoran hewan *inlet* dibangun dengan memasang *mixer* didalamnya. Pada saat ketinggian bundaran lubang telah mencapai 45 cm, batang pengikat *mixer* harus dipaskan untuk mengencangkan *mixer*. Pisau *mixer* berada maksimal 3 cm dari dasar *Inlet*.

Jika pengguna menginginkan kotoran dari *toilet* dimasukkan ke dalam reaktor maka pipa *inlet* yang berasal dari toilet tidak boleh lebih 30° dari garis lurus dan 15 cm diatas ketinggian dari *overflow outlet*.

Letak *inlet* bergantung kepada kondisi dari lokasi dan permintaan pengguna. Apakah tepat di atas mulut pipa *inlet* atau dekat dari kandang sehingga jauh dari mulut pipa *inlet*.

Langkah-langkah pemasangan *inlet* adalah sebagai berikut :

-) Gambarkan *lay out* untuk pondasi *inlet* berupa lingkaran dengan diameter sebesar diameter luar *inlet* \pm 5 cm. Susun batu bata, atau batu atau kerikil pada lubang pondasi yang telah digali tadi. Pasang as dari kayu as dari kayu atau pipa besi (pipa besi bekas as dari pengecoran kubah). Selanjutnya isi celah-celah batu bata dengan pasir atau pasir dari sisa pengayakan.



- 2) Hamparkan adukan beton 1 : 3 : 5 @ 6 dengan ketebalan 5 – 7 cm. Untuk bekisting dapat digunakan batu bata.



- 3) Gambarkan *lay out inlet* kemudian pasang dinding batu bata.



- 4) Pasang pipa saluran dari *inlet* menuju mulut pipa *inlet*.



- 5) Pasang kotak pada mulut pipa *inlet*



- 6) Pada saat pemasangan batu bata mencapai ketinggian 45 cm, maka *setting out mixer* pada *inlet*.



- 7) Kemudian cabut kembali *mixer* dan lakukan *finishing* pada *inlet*.



- 8) Kemudian pasang kembali *mixer* dan selesaikan sisa batu bata yang belum terpasang.



- 9) *Inlet* yang telah selesai dipasang/dikerjakan.



Pekerjaan Instalasi Pipa

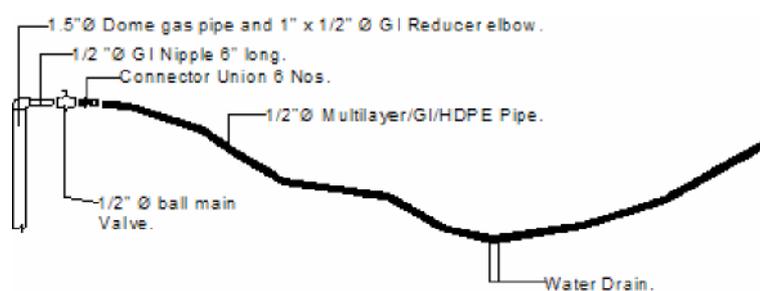
Instalasi pipa merupakan penghubung antara reaktor dengan instalasi kompor di dapur dan berfungsi menyuplai gas yang dihasilkan di reaktor biogas tersebut. Untuk sistem penyuplai gas ini digunakan pipa PVC dan pipa Besi. Diameter pipa besi dan pipa PVC yang digunakan adalah sebesar 1/2 “.

Pemasangan instalasi jaringan pipa ke rumah bisa terletak di atas atau ditanam di dalam tanah dengan kedalaman 30 cm minimal. Karena umumnya diperlukan pipa yang cukup panjang, maka pipa harus disambung dengan menggunakan fitting. Setiap fitting harus dililit dengan selotip teflon pipa.

Berhubung kebocoran gas dapat terjadi pada sistem perpipaan, maka sebaiknya sambungan pipa diminimalisir agar dapat mengurangi peluang kebocoran gas.

Selain gas reaktor juga menghasilkan air. Air yang terperangkap di dalam gas dapat mengakibatkan tidak lancarnya aliran gas yang menuju kompor. Salah satu indikator bahwa terdapat air yang terperangkap di dalam pipa adalah nyala api di kompor yang bercampur warna kuning.

Untuk membuang air yang terperangkap tersebut, maka dibuatkan instalasi Water drain. Water drain diletakkan pada titik terendah pada jaringan pipa, sedangkan jumlah Water drain dimungkinkan lebih dari satu, bergantung pada kondisi lapangan.



Langkah-langkah pemasangan instalasi pipa reaktor biogas adalah sebagai berikut :

- 1) Pasang pipa penyambung antara pipa gas utama dengan pipa PVC yang telah tersedia dan memenuhi standar *Hivos* (Biru) pada pipa gas utama.



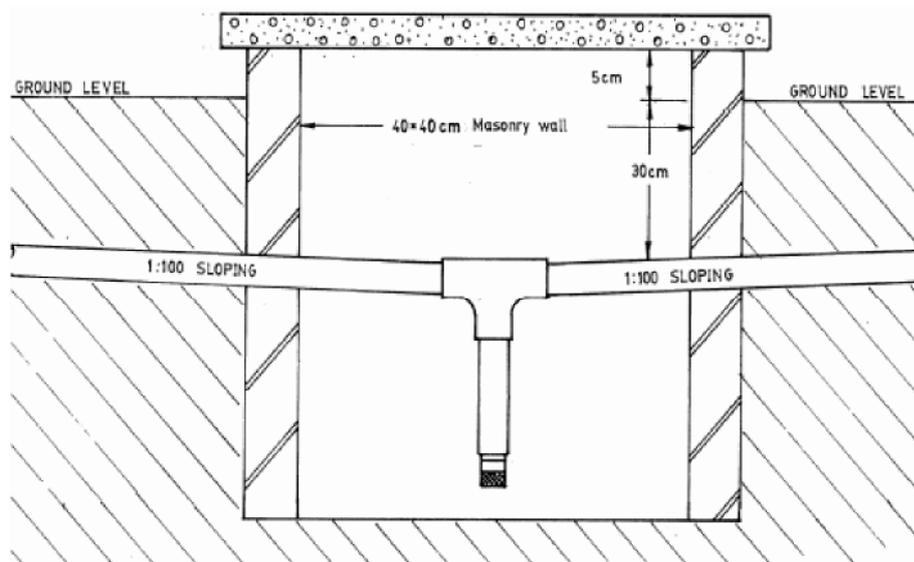
- 2) Pasang pipa PVC dari pipa gas utama hingga ke dapur atau tempat lain dimana kompor atau lampu terdapat.



-) Tentukan letak titik terendah dari jaringan pipa PVC tersebut, dimana *Water drain* akan diipasang.



- 4) Konstruksi *Water drain* adalah sebagai berikut :





- 5) Contoh kasus *Water drain* tanpa menggunakan kotak pelindung.

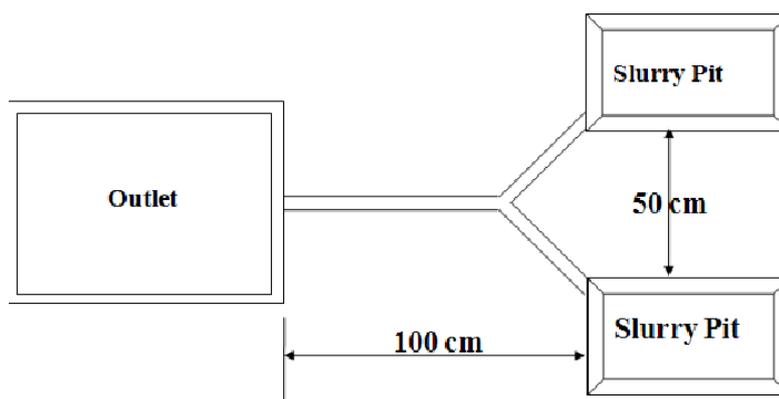


Pekerjaan Slurry pit

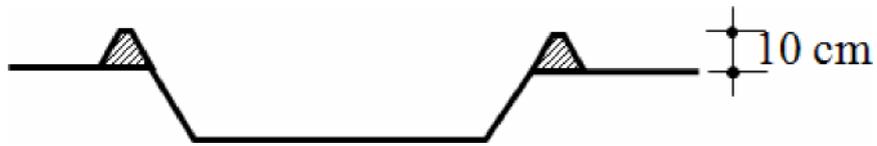
Slurry pit (lubang kompos) merupakan tempat pembuangan *bio-slurry* setelah selesainya proses fermentasi di dalam *digester*. *Slurry* yang telah dibuang sudah tidak berbau sehingga tidak mengganggu lingkungan dan dapat digunakan langsung sebagai pupuk organik.

Slurry pit digali dekat dengan *Outlet*. Minimal ada dua *slurry pit* yang harus digali, dengan jarak minimum 100 cm dari *outlet*. Volume (isi) dari kedua *slurry pit* paling tidak sama dengan isi tempat pengolahan (*digester*). Kedalaman lubang kompos tidak boleh melebihi 1,00 meter

dan jarak antara kedua lubang maksimal 50 cm.



Panjang dan lebar di bagian atas harus melebihi bagian bawah. Tepi *slurry pit* harus ditinggikan 10 cm di semua sisi untuk mencegah masuknya air limpasan masuk ke lubang kompos.



Slurry pit yang menjadi standar *Hivos* terbuat dari tanah tanpa pasangan. Tapi ada kasus tertentu dimana *slurry pit* terbuat dari pasangan bata, hal ini disebabkan oleh :

- 1) Ada batu bata cadangan yang kebetulan dimiliki pengguna.
- 2) Lokasi *slurry pit* selalu tergenang banjir pada waktu hujan setinggi antara 0,50 – 1,00 m.

Pembuatan *slurry pit* dengan pasangan batu bata adalah atas permintaan pengguna dan tidak termasuk dalam pembiayaan yang disediakan oleh *Hivos*, melainkan dibebankan kepada pengguna.

Berikut ini adalah beberapa contoh *slurry pit* yang telah selesai dibangun.

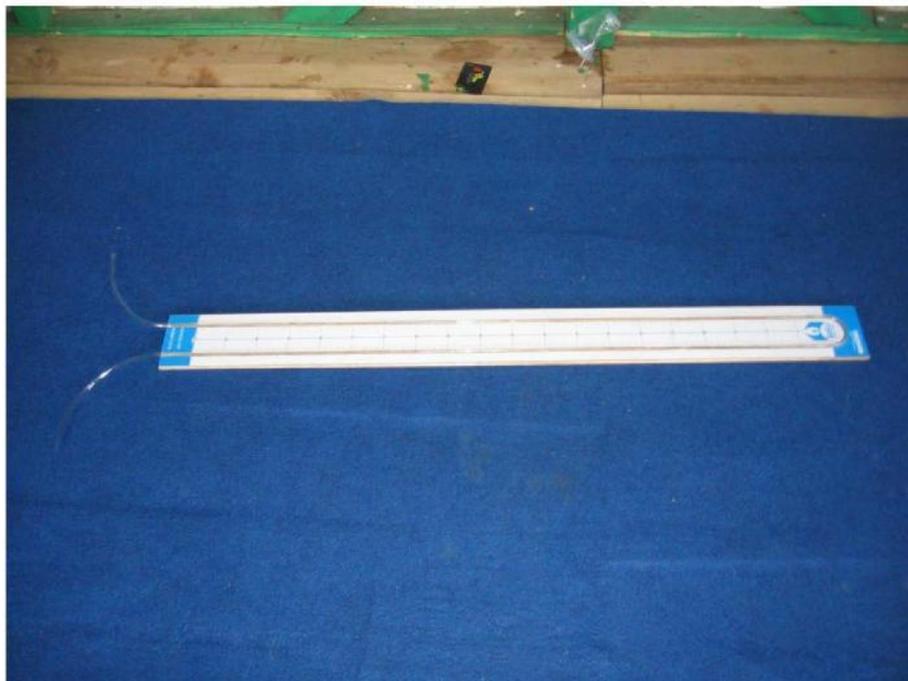




Pekerjaan Instalasi Manometer & Kompor Gas

Pekerjaan pemasangan instalasi Manometer dan Kompor Gas dilakukan setelah pekerjaan instalasi pipa selesai dilakukan. Manometer dan kompor gas beserta perangkatnya yang akan dipasang pada reaktor biogas ini harus telah disetujui oleh *Hivos*. Manometer berfungsi untuk mengetahui besarnya tekanan gas pada reaktor. Dengan demikian pengguna dapat langsung menggunakan gas berdasarkan ketersediaan yang ada. Sistem ini merupakan salah satu kelebihan dari sistem reaktor dengan menggunakan plastik atau *fibre*. Manometer dihubungkan dengan instalasi pipa dengan menggunakan *nipple* yang juga merupakan standar *Hivos*.

Contoh manometer standar *Hivos*.

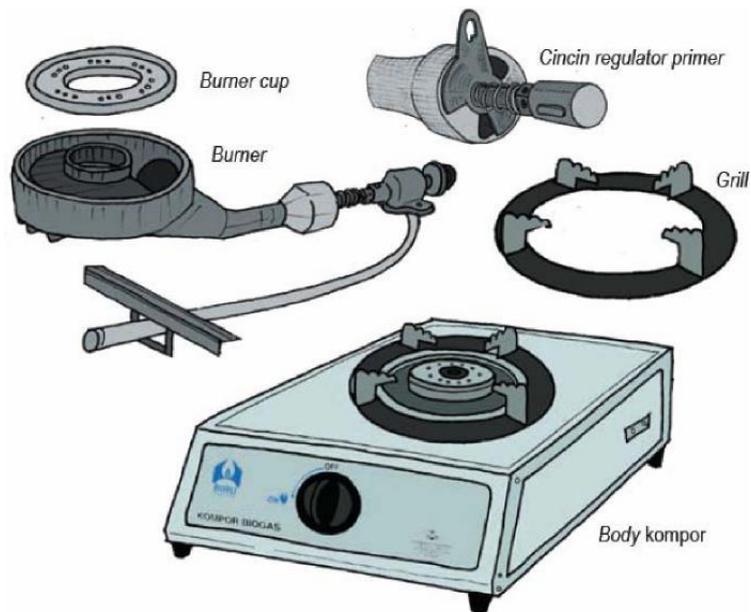


Untuk cairan pada manometer dapat digunakan minuman ringan dan sebaiknya yang warna merah.



Contoh kompor biogas standar *Hivos*





Komponen kompor biogas *Hivos*

Setelah instalasi manometer dan kompor gas selesai dipasang, sebaiknya dilakukan pemeriksaan instalasi pipa secara keseluruhan. Cara paling mudah memeriksa kebocoran sistem pemipaan adalah dengan menggunakan air sabun.

Langkah-langkah pemasangan instalasi manometer dan kompor gas adalah sebagai berikut :

- 1) Pasang *fitting* T sebelum akhir dari jaringan pipa, yaitu ujung terakhir yang menghubungkannya dengan kompor.



2) Kemudian pasangkan *nipple* pada *fitting* tersebut



- 3) Hubungkan *nipple* dengan selang manometer.



- 4) Pasang *knee* pada ujung instalasi pipa kemudian pasang kran gas pada *knee* tersebut.



5) Hubungkan kran tersebut dengan kompor dengan menggunakan pipa PE



6) Contoh instalasi manometer dan kompor yang sudah terpasang.



- 7) Setelah instalasi manometer dan kompor selesai dilaksanakan maka lakukan pemeriksaan kebocoran. Kebocoran yang paling umum ditemukan adalah pada sambungan yang menghubungkan pipa/selang plastik manometer dengan *nipple* , atau pada sambungan-sambungan pipa. Gambar berikut menunjukkan salah satu temuan kebocoran pada pipa.



- 8) Kebocoran pada *nipple*



Finishing Kubah

Kubah yang telah dicor masih memungkinkan adanya lubang-lubang atau pori-pori kecil yang dapat mengakibatkan keluarnya gas. Oleh karena itu kubah bagian dalam perlu dilakukan *finishing* dengan memberi lapisan- lapisan tambahan.

Finishing dapat dilakukan setelah cetakan kubah (tanah) digali keluar dari *digester*, tanah boleh dikeluarkan setelah Kubah (*dome*) telah mempunyai kekuatan dan kubah dianggap telah mempunyai kekuatan setelah berumur 3 hari.

Prosedur *finishing* kubah adalah sebagai berikut :

Setelah tanah benar-benar terangkut dari *digester*, bersihkan bagian dalam kubah dengan cara menggaruk dengan sikat dan menggosoknya. Pada saat proses *finishing* tidak diperbolehkan ada orang yang lalu lalang di atas kubah.

Selanjutnya lapiasi bagian dalam kubah yang telah bersih tadi dengan 6 (enam) lapisan sebagai berikut :

- 1) Lapisan 1 : semen dicampur air (1:5), kemudian disapukan di dalam kubah.
- 2) Lapisan 2 : 10 mm plesteran dengan adukan semen pasir (1:3), pemlesteran dilakukan dengan menggunakan cetok semen dan roskam.
- 3) Lapisan 3 : semen dicampur air (1:5), kemudian disapukan di dalam kubah.
- 4) Lapisan 4 : 3 sampai 5 mm, semen-campuran pasir (1:2) dengan sendok semen dan roskam.
- 5) Lapisan 5 : plesteran dengan campuran semen dan cat acrylic emulsion paint mix (10:1) 3 sampai 5 mm diplaster tipis memakai roskam dan sendok semen dihaluskan.
- 6) Lapisan 6: dicat menggunakan lapisan tebal tersusun dari semen- acrylic emulsion paint (2:1) diratakan dengan kuas (lebar 10 cm).

Gambar-gambar pelaksanaan *finishing* kubah :











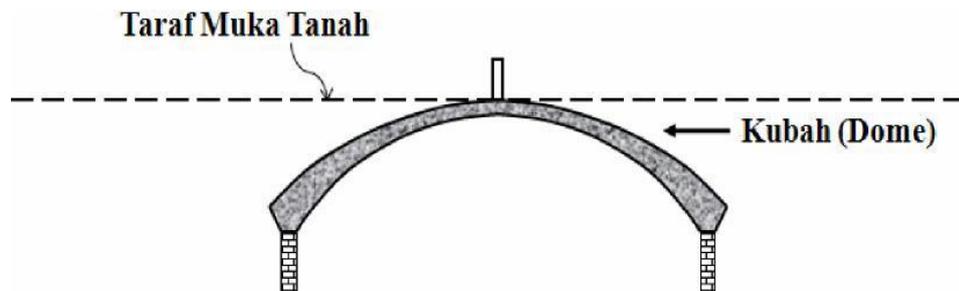
Penggalian Lubang Biodigester

Penentuan galian lubang untuk reaktor biogas perlu dilakukan dengan teliti agar pembangunan reaktor tidak mengakibatkan galian ataupun timbunan yang terlalu banyak/berlebihan. Untuk itu sebelum penggalian perlu diperhatikan kondisi permukaan tanah di lapangan, apakah permukaan tanah di lokasi reaktor akan dibangun mempunyai permukaan yang datar atau konturnya sedemikian rupa sehingga permukaan tanah mempunyai kemiringan tertentu serta permukaannya bergelombang.

Langkah-langkah penggalian lubang untuk pembangunan reaktor biogas dengan ukuran 6m^3 adalah sebagai berikut :

- 1) Bersihkan permukaan tanah setelah lokasi reaktor, *outlet*, serta *inlet* ditentukan;
- 2) Tarik garis lurus yang menghubungkan *inlet*, reaktor, dan *outlet* (biasanya disebut sebagai garis pertengahan atau garis as);

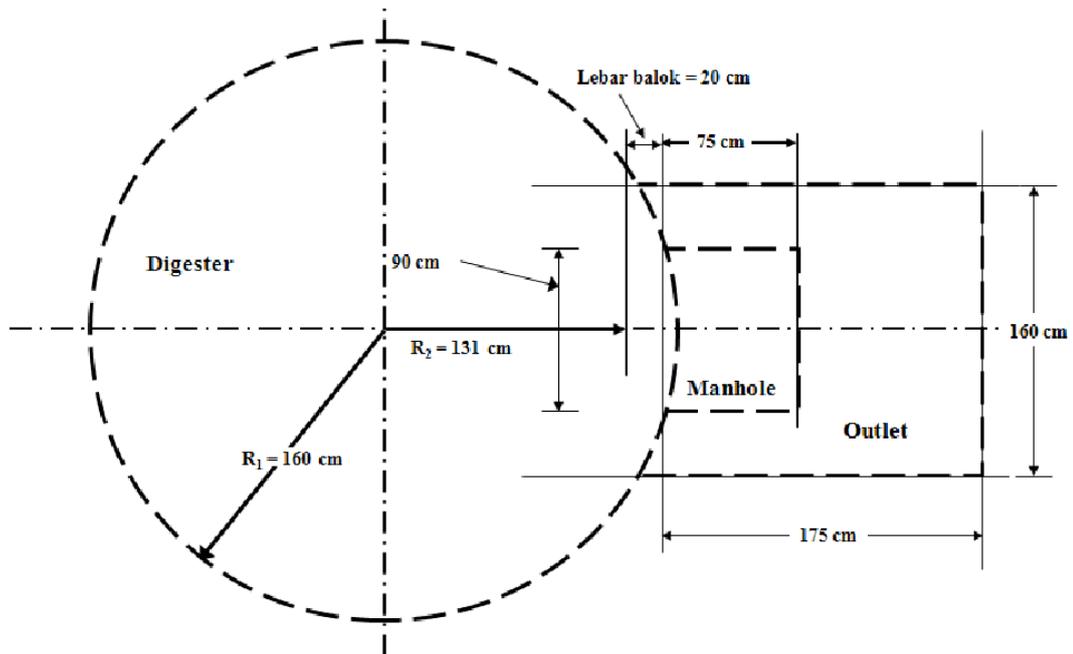
- 3) Tentukan tinggi lokasi. Sebaiknya ketinggian lokasi disesuaikan dengan ketinggian tanah dimana bagian atas kubah (bagian luar) harus tepat muncul di tingkatan ini.



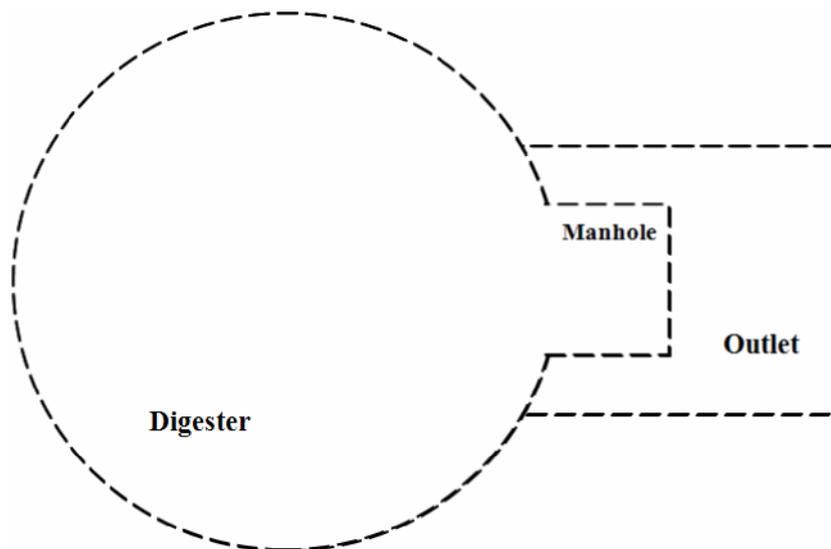
- 4) Selanjutnya gambarkan *lay out* reaktor tersebut di atas tanah dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Tentukan titik pusat *digester* dan siapkan tali untuk menjadi ukuran jari-jari *digester*.
- Gambarkan lingkaran dengan jari-jari $R_1 = 1,60$ m. ini merupakan jari-jari lantai pondasi.
- Ambil jarak pada garis as dari pusat lingkaran sebesar $R_2 = 1,31$ m. ini merupakan jari-jari dinding *digester* tanpa plesteran.
- Ambil jarak sepanjang 20 cm dari ujung R_2 , garis ini merupakan lebar balok pendukung kubah pada lubang *manhole*.
- Kemudian ambil jarak 75 cm dari balok tersebut. Garis ini merupakan panjang lubang *manhole* ditambah tebal pasangan dinding *manhole*. Tebal pasangan diambil 15 cm.
- Gambarkan garis sepanjang 90 cm tegak lurus garis as. Garis ini merupakan lebar *manhole* ditambah 2 kali lebar pasangan dinding *manhole*.
- Kemudian gambarkan garis dari ujung balok sepanjang 175 cm. Garis ini merupakan panjang *outlet* ditambah tebal pasangan dinding *outlet*.

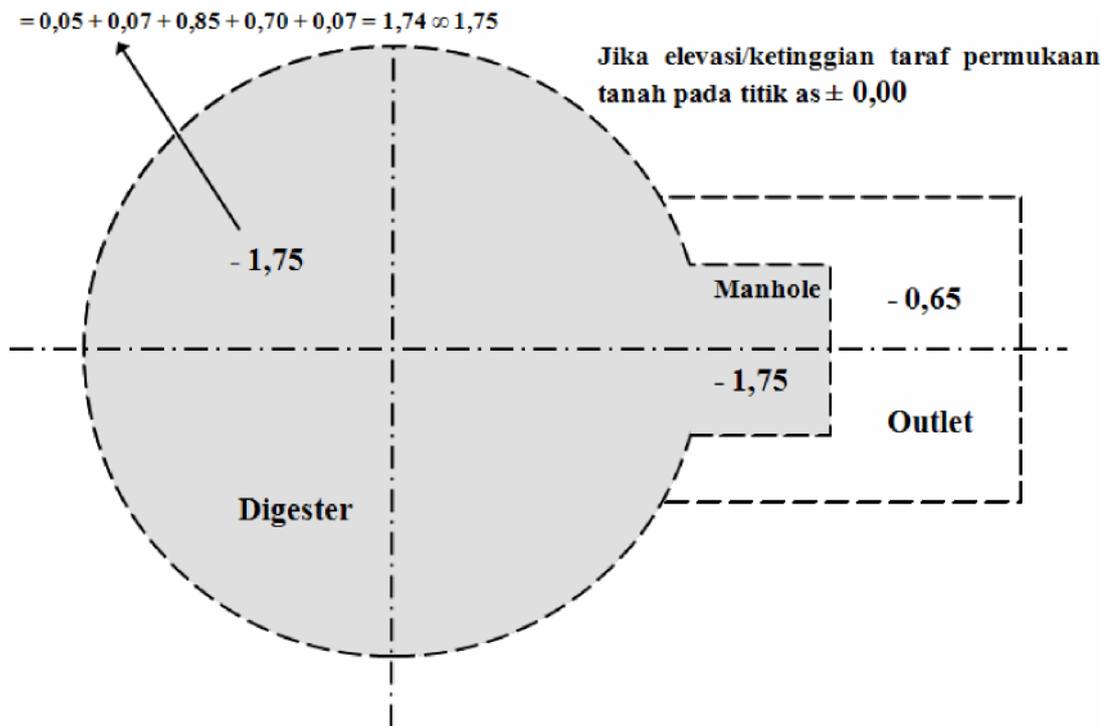
- h. Gambarkan garis sepanjang 160 cm tegak lurus garis as. Garis ini merupakan lebar *outlet* ditambah 2 kali lebar pasangan dinding *manhole*.



- i. Gunakan kapur atau semen berwarna untuk menandai radius lingkaran luar lantai pondasi dan untuk rencana lokasi *manhole* dan *outlet*. Sehingga didapat gambar *lay out* seperti gambar berikut ini.



- 5) Apabila gambar *lay out* telah dibuat, maka selanjutnya adalah melakukan penggalian lubang. Kedalaman lubang reaktor adalah seper ditunjukkan di bawah ini.



- 6) Penggalian dilakukan per dimensi yang ditetapkan di *lay out*.
- 7) Jika ada air yang keluar harus disedot dan dikeringkan.
- 8) Selalu pastikan tanah yang telah digali, tidak dibuang. Hal ini dimaksudkan untuk dijadikan cetakan kubah (*dome*) dan simpan setidaknya $2m^3$.
- 9) Berhati-hatilah untuk menghindari kecelakaan pada saat menggali di dekat sisi-sisi lubang dimana tanah bisa saja runtuh.
- 10) Pancang tiang vertikal (pipa besi) ditengah tengah sebagai panduan konstruksi dinding *digester*.

Berikut ini adalah gambar-gambar yang menunjukkan praktek pembuatan gambar *Lay out* untuk pembuatan reaktor :











D. Aktivitas Pembelajaran

1. Merancang biodigester dengan memilih desain yang pernah dibuat di Indonesia.
2. Menentukan kapasitas dan material bahan baku pembuatan biodigester
3. Membuat biodigester dengan prosedur yang telah dibuat diatas.
4. Menguji kebocoran.

E. Rangkuman

Jika diperhatikan tukang batu/tukang ledeng mengikuti instruksi sebagaimana diuraikan dalam manual konstruksi ini, selama tahap konstruksi, biodigester akan berfungsi dengan baik dengan efisiensi diantisipasi. Pemilik akan sudah kembalinya nya/investasi nya. Hal ini akan mendorong nya/keluarga dan tetangga nya untuk meng-instal biodigesters. Bagaimanapun, jika fungsi biodigester dengan buruk, tidak ada orang akan termotivasi untuk meng-instal itu. Biodigester Kualitas rendah akan

merugikan reputasi dari teknologi biogas dan akan mempunyai efek negatif yang serius di atas/terhadap promosi serta perluasan. Tukang batu oleh karena itu, sangat sadar biodigester berkualitas itu akan membantu meningkat tingkat instalasi dengan efek demonstrasi yang pada akhirnya memberikan manfaat kepada dirinya, petani dan negara secara keseluruhan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan pemasangan reactor biogas:

- 1) Biogas adalah salah satu alternatif energi baru dan terbarukan yang mudah didapat, murah, hemat waktu, ramah lingkungan, dan *bio-slurry* yang dihasilkan dapat langsung digunakan sebagai pupuk organik.
- 2) Pembangunan reaktor biogas bagi para peternak dengan volume tertentu dan disponsori oleh program BIRU akan mendapatkan subsidi dari Hivos.
- 3) Pembangunan reaktor biogas harus memperhatikan jumlah ternak yang dimiliki peternak, jumlah anggota keluarga dan luas lahan yang tersedia.
- 4) Pembangunan reaktor biogas yang disponsori oleh Hivos harus memenuhi standar mutu yang telah ditentukan oleh Hivos, termasuk memperhatikan keamanan reaktor biogas itu sendiri.
- 5) Agar reaktor yang dihasilkan dapat bekerja dengan optimal, maka dalam pelaksanaan pembangunannya para tukang dan *supervisor* harus mengikuti langkah-langkah kerja yang telah diberikan.
- 6) Setiap pemasangan/pelaksanaan suatu komponen reaktor biogas selesai dikerjakan maka *supervisor* harus selalu melakukan pemeriksaan hasil dan membandingkannya dengan standar mutu.
- 7) Bahan dan peralatan yang digunakan untuk pembangunan reaktor biogas harus memenuhi standar mutu yang telah ditentukan oleh Hivos..

- 8) Penggalian lubang untuk reaktor biogas harus dikerjakan sesuai dengan *lay out* yang telah digambarkan sebelumnya di atas tanah dimana reaktor akan dibangun.
- 9) Untuk menghemat biaya maka cetakan kubah dapat menggunakan tanah galian. Penggunaan karung yang telah diisi dengan sekam padi atau sejenisnya sebagai cetakan kubah tidak dianjurkan.
- 10) Setelah seluruh pekerjaan pembangunan reaktor biogas selesai dilaksanakan maka harus segera dilakukan pemeriksaan kebocoran instalasi pemipaan.

11. Hal lain yang diperhatikan termasuk :

- Pemilihan mengoreksi ukuran dari biodigester
- Pemilihan dari lokasi konstruksi
- Koleksi bahan bangunan yang bertemu standar mutu
- Tata ruang dari biodigester
- Penggalian dari lubang (galian) kecil (Penggalian)
- Memperbaiki diameter dan pemasangan krah baju (lapisan dasar untuk batu bata/pekerjaan batu) untuk digester dan dinding lubang periksa
- Konstruksi dari dinding digester dan lubang periksa
- Instalasi dari pipa masuk
- Backfilling ruang kosong diluar dinding digester
- Konstruksi dari puncak lubang periksa (biasanya disebut sebagai berkas (beam))
- Konstruksi dari pemegang gas (persiapan dari adonan/cetakan/jamur, memperkeras, perbaikan dari kubah gas pipa)
- Membangun kamar Inlet
- Membangun kamar 'outlet' dan 'outlet' mencakup
- Pemlesteran dari bagian dalam kubah
- Konstruksi dari menara kecil
- Instalasi dari saluran, perabot dan peralatan

- Pengujian untuk kebocoran
- Mengisi biodigester dengan makanan
- Konstruksi dari lubang (galian) kecil slurry(s)
- Mengisi puncak kubah dan sisi tangki/tank 'outlet' dengan tanah
- Membersihkan lokasi
- Mengorientasikan para pemakai di atas/terhadap operasi dan aktivitas-aktivitas pemeliharaan sederhana

Konstruksi bangunan biogas mencakup tataletak biodigester, lubang galian, konstruksi digester, konstruksi kubah, konstruksi menara, lubang periksa dan tangki, pemipaan dan peralatan pelengkap, konstruksi lubang kompos, pekerjaan akhir dan instruksi ke pengguna biodigester, memeriksa gas dan air

F. Tes Formatif

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan memilih jawaban yang paling tepat.

- 1.1. Berapa banyaknya rabuk/kotoran ternak untuk mengisi tiap hari pada biodigester kapasitas 6 m³?
 - a. 10-20 kg
 - b. 20-40 kg
 - c. 40-60 kg
 - d. 60-80 kg
 - e. 80-100 kg
- 1.2. Berapa banyaknya produksi gas sehari-hari pada biodigester kapasitas 4 m³ jika dioperasikan secara benar?
 - a. 0,8-1,6 m³
 - b. 1,6-2,4 m³
 - c. 2,4-3,2 m³
 - d. 3,2-4,2 m³

- e. 4,2-5,2 m³
- 1.3. Bahan konstruksi digester untuk mencegah kebocoran gas pada kubah ...
 - a. Batu bata
 - b. Semen
 - c. Pasir
 - d. Cat akrilik
- 1.4. Alat pengukur tekanan gas pada digester bisa menggunakan bahan diantaranya ...
 - a. Selang plastic transparan
 - b. Pipa PVC
 - c. Pipa galvanis
 - d. Balon udara
- 1.5. Berapa selisih minimal ketinggian lantai dari pintu masuk dibandingkan tingkat meluapnya slurry di dinding 'outlet'
 - a. 5 cm
 - b. 10 cm
 - c. 15 cm
 - d. 20 cm

G. Kunci Jawaban

1. c
2. a
3. d
4. a
5. c

KEGIATAN PEMBELAJARAN 7 : PENGGUNAAN BIO - SLURRY

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan materi ini, peserta diklat diharapkan dapat mengerti dan memahami tentang penggunaan bio-slurry

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Indikator pencapaian kompetensi peserta mampu:
 - ✓ Memahami tentang slurry atau ampas biogas
 - ✓ Memahami manfaat slurry

C. Uraian Materi

Pengertian *Bio-slurry*

Bio-slurry atau ampas biogas merupakan produk dari hasil pengolahan biogas berbahan campuran kotoran ternak dan air melalui proses tanpa oksigen (anaerobik) di dalam ruang tertutup.

Gambar 7.1. Ilustrasi produksi biogas dan *slurry*



Bio-slurry sebagai pupuk

Bio-slurry cair maupun padat dikelompokkan sebagai pupuk organik karena seluruh bahan penyusunnya berasal dari bahan organik yaitu kotoran ternak dan telah berfermentasi. Ini menjadikan *bio-slurry* sangat baik untuk menyuburkan lahan dan meningkatkan produksi tanaman budidaya.

Kandungan dalam *bio-slurry*

Tabel I

No.	Jenis <i>Bio-Slurry</i>	Analisa Berbasis Basah					
		Bahan Organik	C-org	N-Tot	C/N	P2O5	K2O
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1.	<i>Bio-Slurry</i> (Babi)	-	52.28	2.72	21.43	0.55	0.35
2.	<i>Bio-Slurry</i> (Sapi)	-	47.99	2.92	15.77	0.21	0.26

No.	Jenis <i>Bio-Slurry</i>	Analisa Berbasis Kering					
		Bahan Organik	C-org	N-Tot	C/N	P2O5	K2O
1.	<i>Bio-Slurry</i> (Babi)	65.88	15.60	1.57	9.97	1.92	0.41
2.	<i>Bio-Slurry</i> (Sapi)	68.59	17.87	1.47	9.09	0.52	0.38
3.	Kompos (<i>Bio-Slurry</i> Sapi)	54.50	14.43	1.60	10.20	1.19	0.27

Keterangan:

- Analisa berbasis basah = analisa yang ditujukan untuk mengetahui kandungan nutrisi dalam bentuk cair.
- Analisa berbasis kering = analisa yang ditujukan untuk mengetahui kandungan nutrisi dalam bentuk padatan.
- C-organik = kandungan karbon (C) di dalam bahan organik.
- C/N rasio = perbandingan antara kandungan karbon (C) organik dengan nitrogen (N) total.
- Kandungan lain asam amino, asam lemak, asam organik, asam humat, vitamin B-12, hormon auksin, sitokinin, antibiotik, nutrisi mikro (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo)*

**(sumber: Training Material of Biogas Technology. International Training Workshop 2010. Yunnan Normal University. P102).*

Pembuangan dari digester yang mengalir keluar dari biogas (untuk selanjutnya yang disebut bio-slurry) terbukti menjadi pupuk organik yang kualitas tinggi kaya akan humus. Itu memainkan satu peranan penting dalam menyediakan biodigester nutrisi, meningkatkan pengumpulan tanah, meningkatkan air memegang/menahan kapasitas dari tanah, menstabilkan isi lembab nya, dan mencegah pelarutan dari nutrisi. Dibandingkan dengan Pupuk kandang/*Farm Yard Manure (FYM)*, bio-slurry mempunyai lebih banyak nutrisi, karena di FYM, untuk menerangi dan memanaskan melalui pelarutan nutrisi (terutama zat lemas) kehilangan oleh volatilization sehubungan dengan eksposur. Terlepas dari nutrisi biodigester utama (NPK), bio-slurry secara baik kaya akan *micronutrients* diperlukan untuk pertumbuhan biodigester. Itu bukan/tidak mencium tidak baik maupun berisi benalu berbahaya. Benih rumput liar Apapun itu bisa mempunyai merupakan isi keadaan/negara bagian mentah mendapatkan/mencapai menghancurkan selama proses peragian di digester.

Berbagai keuntungan-keuntungan bertambah dengan penggunaan bio-slurry. Salah satunya adalah meningkatkan produksi agrikultur oleh karena tinggi isi nutrisi tanah, hormon pertumbuhan dan enzim. Ketika slurry mencerna ditempatkan ke rantai makanan dari panen dan binatang dalam sistem pertanian, akan meningkatkan produktivitas pertanian.

Petani diperlukan pupuk kimia atau pupuk mineral untuk meningkatkan panen produksi. Bagaimanapun, seandainya pupuk mineral yang secara kontinu diterapkan untuk tanah tanpa menambahkan pupuk organik, produktivitas dari tanah akan merosot. Di negara-negara dimana teknologi biogas sangat berkembang seperti di Cina, ada bukti yang mendukung fakta dimana produktivitas dari tanah agrikultur mungkin menjadi meningkatkan luar biasa dengan penggunaan slurry diproduksi dari biogas. Di Nepal juga kecenderungan dari utilisasi bio-slurry dalam bentuk pupuk sedang secara gradual

meningkat di antara pemakai biogas petani. Bagaimanapun, tidak semua petani tampak seperti menyadari pentingnya slurry mencerna. Itu yang jangan menggunakan itu berpikir slurry itu segera keluar dari biogas mungkin sudah kehilangan nilai pupuk nya sebagai gas ditetapkan/diperbaiki selama pencernaan anaerobic proses. Itu pergi tanpa mengatakan kelangsungan hidup itu dari biogas tanpa utilisasi slurry amat kecil.

Sejalan dengan keluaran digister slurry berisi nutrien dan banyak substansi aktif yang mampu mempromosikan metabolisme dari semaian bibit, sebagai satu medium lapisan benih efektif (Lakshmanan, 1993). Merendam benih dalam slurry mencerna bisa mempengaruhi semaian bibit berkecambah lebih cepat dan penyakit lapisan pelindung. Dengan cara sama, aplikasi foliar slurry mempunyai banyak efek menguntungkan di untuk hasil panen, sayur-mayur dan buah berkenaan dengan pertumbuhan, kualitas dan tahan penyakit. Bio-slurry mungkin juga digunakan untuk produksi dari Vitamin B12 dan Vermiculture (produksi cacing tanah).

Bio-slurry kaya akan nutrien biodigester terutama zat lemas dibandingkan dengan *Farm Yard Manure dan Compost*. Di antara nutrien biodigester utama (NPK), zat lemas memerlukan di kuantitas terbesar. Itu bertindak sebagai dasar dari materi proteinaceous jaringan/tisu hidup. Itu berasimilasi hampir seluruhnya di keadaan/negara bagian tidak tersusun teratur, sebagai nitrat atau ammonium. Konversi dari zat lemas organik ke lebih mobile, keadaan/negara bagian tidak tersusun teratur dikenal sebagai mineralisasi zat lemas (Alexander 1967).

Bio-slurry, sebagai sa satu dari output dari pencernaan anaerobic sistem, bisa secara menguntungkan kembali ke sistem agrikultur. Hubungan dekat antara biogas dan agrikultur mungkin menjadi dijadikan satu indikator “eco-friendly” sifat alami teknologi. Bio-slurry tidak hanya sebagai pupuk atau pestisida organik untuk tanaman, tetapi juga digunakan sebagai makan untuk binatang babi, ikan, dan lain-lain.

Rabuk Lembu satu sumber pupuk organik baik sekali. Komposisi dari slurry tergantung atas beberapa faktor seperti kondisi dari rabuk lembu sebelum bercampur dengan air, kotoran ternak yang lain (lembu, kerbau liar, kuda, gajah, dan lain-lain.), jenis dari

makanan yang dimakan binatang ternak, penyerapan dan pemrosesan sinar matahari, pencernaan anaerobic proses menyempurnakan oleh tindakan bakteri, dan lain-lain. Karena itu ada perbedaan yang ditemukan di rabuk lembu segar, rabuk slurry dan hasil cerna slurry.

Bio-slurry satu produk penting sistem biogas. Nilai manfaat bertambah disbanding dari nilai biogas, karena itu adanya kaya akan nutrisi biodigester utama dibandingkan dengan Pupuk Kandang (FYM) tradisional dan pupuk kompos.

Tabel 7.1 Perbandingan nutrisi yang ada di kompos pupuk, FYM, Dan slurry

Nutrien	FYM		Kompos pupuk		Slurry mencerna	
	Jangkauan (%)	Rata-rata (%)	Jangkauan (%)	Rata-rata (%)	Jangkauan (%)	Rata-rata (%)
Zat lemas (N)	0.5 - 1.0	0.8	0.5 - 1.5	1.0	1.4 - 1.8	1.60
P2O5	0.5 - 0.8	0.7	0.4 - 0.8	0.6	1.1 - 2.0	1.55
K2O	0.5 - 0.8	0.7	0.5 - 1.9	1.2	0.8 - 1.2	1.00

Data di atas meyakinkan jangkauan prosentase dan figur rata-rata untuk slurry mencerna adalah cukup tinggi dibandingkan dengan FYM serta pupuk kompos atau slurry. Indikator bio-slurry sebagai pupuk organik yang berkualitas baik ditunjukkan dengan rata-rata kandungan C-organik yang lebih tinggi dari standar pupuk organik yang dikeluarkan dari Standar Mutu Pupuk Organik, No.28/Permentan/OT.140/2/2009 yaitu lebih besar dari 12. Selain itu kandungan nutrisi nitrogen, fosfor dan kalium juga sesuai dengan Standar Mutu Pupuk Organik yakni rata-rata di bawah 6%. Jika penanganan slurry tidak baik atau yang sangat lalai sejumlah zat lemas mungkin saja kehilangan sehubungan dengan volatilizasi zat lemas getah perekat keramik yang dapat larut di slurry cair. Demikian juga, nutrisi lain terlalu hilang ketika slurry kena sinar matahari langsung terlalu lama.

Banyak keluarga di negara-negara berkembang kecuali Cina mempunyai beberapa reservasi atau batasan sosial untuk menggunakan limbah manusia atau kotoran mencerna diproduksi dari biodigester kakus-terpasang. Sebagai contoh, walaupun sekitar 65 persen biogas menginstall dihubungkan ke kakus keluarga di Nepal, para pemakai masih meragukan untuk menangani slurry. Memasang kakus dengan biogas mempunyai dua manfaat lipatan:

- (i) Permasalahan kotoran manusia berbahaya kepada kesehatan manusia dipecahkan dengan demikian meningkatkan lingkungan dan sanitasi; dan
- (ii) Tambahan sejumlah gas demikian pula pupuk diproduksi sebagai hasil menggunakan kakus dengan rabuk ternak. Sebuah perbandingan dari data analisis menyajikan di tabel yang mengungkapkan bahwa prosentase nutrisi biodigester utama (NPK) merupakan isi slurry dihabiskan dari tinja biogas biodigester secara wajar lebih tinggi dari itu dengan hanya biodigester rabuk sapi.

Slurry dalam penggunaan menjadi beberapa bentuk wujud.

Setelah keluar dari lubang outlet, *bio-slurry* berwujud semi solid (padat), berwarna coklat terang atau hijau dan cenderung gelap, sedikit atau tidak mengeluarkan gelembung gas, tidak berbau dan tidak mengundang serangga. Apabila sudah berbentuk padat, warna *bio-slurry* berubah coklat gelap. Bio-slurry pada bertekstur lengket, liat, dan tidak mengkilat, berbentuk tidak seragam dan memiliki kemampuan mengikat air yang baik.

Gambar 7.2. Wujud slurry cair dan padat



1 Cair

Slurry mencerna mungkin menjadi menerapkan secara langsung di bidang menggunakan satu ember atau itu bisa secara langsung dipecah melalui satu terusan pengairan. Bagaimanapun, metoda ini menerapkan slurry secara langsung di bidang mempunyai beberapa keterbatasan. Pertama-tama, sepanjang tahun fasilitas irigasi tidak tersedia kepada semua petani. Kedua, ketika air irigasi men-supply dari satu bidang ke lainnya, itu mempunyai kecenderungan untuk menetap di alur cerita pertama sehubungan dengan melambatkan dari kecepatan dan tidak menjadi berpakaian seragam didistribusikan. Akhirnya, ketika ladang terletak jauh dari biogas, sulit untuk mengangkut di mencairkan formulir/bentuk. Karenanya, metoda ini lebih cocok untuk petani tumbuh/berkembang sayuran dalam kebun sayur atau meningkat ikan dalam kolam.

Ketika slurry berisi siap tersedia membentuk dari nutrien biodigester, itu mungkin menjadi menerapkan baik sebagai fundamental dan topdressings. Jika itu diterapkan untuk panen, mengencerkan dengan air di perbandingan 1:1.5 -2.0. Jika tidak, itu akan mempunyai efek pembakaran di atas/terhadap daun-daun lebih rendah dari biodigester sehubungan dengan konsentrasi tinggi dari amoniak dan fosfor di dalamnya.

Untuk menghindari tingkat kerugian amoniak (NH_4^+), slurry basah digunakan dengan segera sete itu diangkut ke bidang (Kijne, 1984; Demont et al., 1990). Biasanya, aplikasi dari slurry diikat dengan operasi antar budaya dari panen mana slurry menerapkan. Oleh karena itu, tempat penyimpanan slurry basah satu isu penting dan diperlukan untuk melindungi/menutupi secara terpisah. Bagaimanapun, menyimpan slurry dalam suatu lubang (galian) kecil di bawah dengan cara menahan/menjaga nutrien utuh sampai taraf tertentu. Kandungan rata-rata nitrogen bio-slurry dalam bentuk cair lebih tinggi dibandingkan dalam bentuk padat. Perbandingan antar nutrisi pada bio-slurry menunjukkan kandungan nitrogen cenderung lebih tinggi dibandingkan fosfor dan kalium, kecuali pada bio-slurry babi dalam bentuk padatan.

2 Kering

Ketika transportasi slurry cair sulit, sebagian besar petani menyukai untuk mengeringkan slurry sebelum mengangkut itu ke bidang. Ketika slurry mengeringkan, zat lemas, terutama sekali dalam bentuk ammonium kehilangan oleh volatilization dan bergizi nilai slurry menyusut. Karenanya hal ini metoda yang paling tidak efisien aplikasi slurry ke bidang. Di lebih besar biodigester komunitas beberapa metoda praktis dari pengeringan dari slurry mungkin saja diinginkan tetapi tidak banyak penelitian dilakukan mengenai ini.

3 Kompos

Cara mengatasi terbaik kelemahan dari menggunakan slurry di cairan atau mengeringkan formulir/bentuk menggunakan itu dalam bentuk pupuk kompos. Untuk meminimumkan tingkat kerugian isi nutrien dalam pupuk kompos, dilakukan untuk bidang hanya ketika memerlukan dan bergaul dengan tanah secepat mungkin. Mengikuti keuntungan-keuntungan mungkin menjadi menambah sehubungan dengan utilisasi dari slurry di composted membentuk:

- Satu bagian dari slurry akan cukup ke pupuk kompos sekitar tiga ke empat bagian-bagian dari bahan biodigester kering. Hal ini akan menghasilkan ke volume ditingkatkan dari pupuk kompos dalam ladang;
- Air merupakan isi slurry akan menyerap dengan cara bahan kering dan oleh karena itu, pupuk akan menjadi lembab dan melumatkan. Pupuk melumatkan mungkin menjadi memudahkan diangkut ke bidang;
- Bahan kering di sekitar ladang dan rumah dan pekarangan seperti sampah serta barang sisa dapur mungkin menjadi dengan baik digunakan; dan
- Composted slurry mungkin juga menjadi untuk produksi alga, pembesaran ikan dan produksi jamur.

Hasil dari Maya Farms dalam Pilipina menunjukkan bahwa selain dari pada nutrien biodigester, kuantitas patut dipertimbangkan dari Vitamin B12 (lebih dari 3,000 mg B12 setiap kg kotoran kering) disatukan sedang dalam proses pencernaan anaerobic.

Eksperimen te mengungkapkan bahwa slurry mencerna dari biogas menyediakan 10 untuk 15 persen total makan kebutuhan dari babi dan lembu, dan 50 persen untuk bebek (Gunnerson dan Stuckey, 1986). Mengeringkan kotoran bisa menjadi diganti/ digantikan di lembu makan dengan pertambahan bobot dan uang tabungan memuaskan 50 persen di makan berkonsentrasi menggunakan (Alviar, et. al., 1980). Pertumbuhan dan pengembangan baksil Salmonella chloreasuis serta Coli dilarang di bawah peragian anaerobic.

Sejak sekitar sepertiga ternak secara umum memberi makan kurang di Nepal, utilisasi bio-slurry sebagai binatang memberi makan juga relevan di konteks orang nepal (Pariyar, 1993). Ketersediaan rendah dari makanan hewan berkualitas hasil dari produktivitas rendah dari rangeland demikian pula akses-terbatas sampai itu. Hanya 37 persen rangelands dapat diakses untuk koleksi makanan hewan (Pemerintah dari Nepal/AsDB/FINNIDA, 1988). Oleh karena itu, penambahan dari mengeringkan kotoran di lembu memberi makan akan meningkatkan nutrien nilai makanan hewan lemah/miskin tersedia.

Satu eksperimen dilaksanakan pada tingkat BRTC, Chengdu, Cina pada tahun 1990 untuk mempelajari efek dari anaerobically mencerna slurry di atas/terhadap babi ketika digunakan sebagai lampiran makanan. Keluaran digister (slurry mencerna) menambahkan sebanyak 0.37 ke 1.12 ukuran metrik kepada satu kg normal mencampur memberi makan ransum. Babi diberi makan dengan ransum ini sampai berat badan mereka mencapai 90 kg. Anak babi dalam eksperimen ini tumbuh lebih cepat dan menunjukkan konversi makanan lebih baik dibandingkan kelompok Kendali. Efek Negatif di atas/terhadap bumbu atau kualitas higienis dari daging tidak mencatat (Tong, 1995). Tunduk kepada percobaan/pengadilan lebih lanjut, slurry mencerna mungkin saja menyelamatkan sebagai binatang makan.

Sebuah konferensi nasional menarik kembali Mei 1991 untuk mendiskusikan agrikultur ekologis di Cina dan membuat draft satu rencana negara-lebar/luas untuk

mempromosikan praktek pertanian ekologis. Fitur Fundamental dari diskusi berkonsentrasi pada penggunaan bahan baku seperti pupuk dari lembu, babi, dan ayam serta sisa buangan organik yang lain (e. g. tinja, residu panen) untuk membiarkan mereka kepada ragi di anaerobiose. Peragian proses memungkinkan satu konversi dari bahan baku yang lebih efisien ke dalam energi. Metana begitu memperoleh dari biogas digunakan sebagai bahan bakar untuk dapur dan rumah tangga lain menggunakan. Slurry-sludge digunakan sebagai bio-fertilizer atau sebagai satu makanan untuk plankton, yang pada gilirannya, dimakan dengan cara ikan. , itu juga digunakan sebagai satu bagian di babi dan ransum lembu sampai dengan 15 untuk 30 persen dari konsentrasi (Xu, et al 1992).

ADB/N dan SNV/BSP telah memulai satu program penelitian di distrik Chitwan Nepal pada bulan Desember 2002. Sebuah percobaan/pengadilan ikan menggunakan bio-slurry dilaksanakan di daratan dari Tuan Ganesh Kunwar di Ratna Nagar, Bangsal Tidak. 7 di Tikauli. Jenis ikan digunakan untuk eksperimentasi ini terdiri dari Silver Carp, Bighead Carp, Carp Umum, Rumput Carp, Rahu dan Naini. Hasil Persiapan dari eksperimentasi menunjukkan bahwa ikan, terutama Common Carp memberi makan dengan slurry tumbuh dengan cepat dibandingkan dengan itu memberi makan dengan ransum normal. Data merekam jam dua bulan menunjukkan bahwa berat/beban dari satu ikan memberi makan dengan slurry 400 g dibandingkan dengan 150 g dalam Kendali.

Sebuah studi perbandingan di atas/terhadap kultur ikan memberi makan hanya dengan ayam mencerna slurry dilaksanakan oleh National Bureau Environmental Protection (NBEP), Nanjing, Cina pada tahun 1989. Hasilnya menunjukkan ikan jaringan itu menghasilkan kolam memberi makan hanya dengan slurry mencerna dan pupuk ayam 12,120 kg/ha dan 3,412 kg/ha, berturut-turut. Laba Jaringan bekas meningkat dengan 3.5 kali dibandingkan dengan nya belakangan. Hal ini satu cara efektif untuk menaikkan utilisasi tingkat sumber-sumber daya barang sisa dan untuk mempromosikan

pengembangan lebih lanjut dari biogas sebagai satu sistem terintegrasi di area rural (Jiayu; Zhengfang dan Qiuha, 1989).

Satu eksperimen dilaksanakan di Fisheries Research Complex Punjab Agricultural Universitas Ludhiana, India untuk mempelajari efek dari biogas slurry di atas/terhadap kemampuan bertahan dan pertumbuhan Common Carp. Penelitian menyimpulkan laju pertumbuhan itu dari ikan dalam kaitan dengan berat/beban 3.54 kali lebih tinggi di biogas slurry memperlakukan tangki dibandingkan dalam Kendali. Bio-slurry menyediakan sebagai memperbaiki input untuk tambak dibandingkan rabuk sapi mentah karena laju pertumbuhan dari Common Carp di rabuk sapi mentah memperlakukan tangki/tank hanya 1.18 - 1.24 kali lebih tinggi dari Kendali. Terdapat 100 persen kemampuan bertahan dari ikan di kolam memberi makan dengan biogas mencerna slurry dibandingkan dengan hanya 93 persen laju kemampuan bertahan di kolam memberi makan dengan rabuk sapi mentah.

Sebuah model untuk pengintegrasian ikan pertanian sistem menggambarkan di gambar 7.5. Dalam satu Magur terintegrasi mencari ikan (*Clavias batrachus*) sistem pertanian, barang sisa dari unggas dan rumah bebek, rabuk lembu dan slurry digunakan sebagai pupuk. Mungkin saja secara langsung dikonsumsi dengan cara ikan atau mungkin saja didaur ulang melalui satu web (jaringan laba-laba)-makanan biologi dari ikan sampah, kerang-kerangan atau cacing tanah memperkenalkan dalam sistem dan mengkonsumsi oleh ikan. Unggas menumpahkan dibangun di atas kolam kultur dan rumah bebek ditempatkan akumulatif kolam peternakan. Kelebihan memberi makan dari bebek dan unggas digunakan oleh ikan secara langsung. Kepedulian dilakukan untuk memastikan bahwa eksekusi slurry dari biogas tidak memecat ke dalam sistem. Jika tidak, jadi satu penghabisan dari oksigen menghancurkan, yang mempunyai satu efek kurang baik (Singh, 1992).

Satu sistem terintegrasi dikembangkan untuk produksi biogas dari satu mangga memproses barang sisa biodigester dan utilisasi keluaran digister biogas untuk produksi dari Major Carp Rohu (*Labeo rohita*) dan Common Carp (*Cyprinus carpio*). Mangga kulit

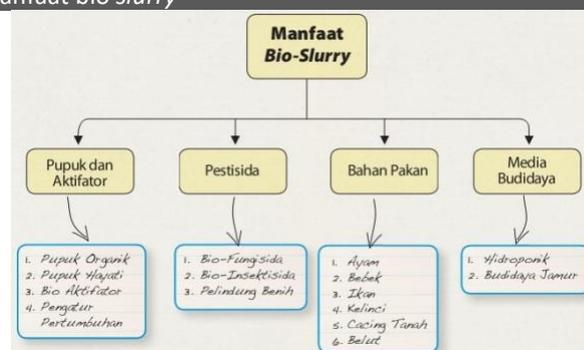
diproduksi 0.21 m³ biogas setiap kg dari total solid. Keluaran digester Biogas kulit mangga ketika menggunakan jam 34 kg/100 area m² di kolam ketika tapak kaki sumber memberi makan menawarkan ke Carps, diserahkan kepada 8.35 kg/100 m² ikan yang mempunyai warna bisa diterima, bumbu dan rasa (Mahadevswamy dan Venkataraman, 1990).

Dari satu belajar di India, menyertakan satu biodigester satujenis dari tilapia (*Oreochromis mossambicus*) dan satu polycultures (tiga spesies) di kolam dengan 15 persen slurry mencerna, Bai (1993) melaporkan bahwa total produksi ikan meningkat 10 Kendali kali lipat dan 3.6 kali lipat secara kimiawi memperlakukan makanan pengganti.

Tripathi et al (1993) melaporkan bahwa dari sudut pandang dari manajemen nutrien, ekonomi dan merampas teknologi, biogas slurry mempunyai luar biasa potensial untuk berbagai air bersih aquaculture mempraktekan di dalam India. Bio-slurry memberikan hasil lebih baik di produksi duckweed (untuk penggunaan sebagai makanan ikan) dibandingkan pupuk kimia yang genap. Bio-slurry juga diusulkan untuk menjadi bermanfaat dalam mengontrol rembesan dalam tambak. Kapasitas ingatan dari alas kolam ikan dilaporkan sudah jadi tempo ke polyuronide lebih tinggi isi slurry. Polyuronide dilaporkan kepada te tanah mengumpulkan properti mencapai jum pada 75 persen sebagai bandingkan dengan 42 persen di tanah biasa (tidak berkembang dengan bio-slurry).

Aneka Pemanfaatan *bio-slurry*

Gambar 7.3. Manfaat *bio slurry*



Cara mengelola *bio-slurry* sebelum dimanfaatkan untuk aneka kegunaan
Setelah keluar dari outlet, *bio-slurry* cair diendapkan atau didiamkan di lubang penampungan yang ternaungi minimal selama 1 minggu untuk mengurangi atau menghilangkan gas yang tidak baik bagi tanaman ataupun ternak. *Bio-slurry* dapat digunakan langsung pada tanaman atau diencerkan dengan air dengan perbandingan 1:1 atau 1:2. Untuk penggunaan padat, *bio-slurry* lebih baik dikeringkan secara alami (terlindungi dari sinar matahari langsung) minimal selama 40 hari.

Penggunaan *bio-slurry* cair dan padat

Bio-slurry cair dapat langsung digunakan di pekarangan rumah yang hanya memerlukan jumlah yang sedikit. Jika diperlukan untuk penggunaan di kebun dalam jumlah banyak, *bio-slurry* cair dapat diangkut menggunakan kendaraan. Untuk lahan berbukit atau miring (lereng), gunakan *bio-slurry* padat atau yang sudah dikomposkan untuk mempermudah penanganan dan pengangkutan.

Cara mudah menggunakan *bio-slurry* di pekarangan dan kebun

Bio-slurry cair dan padat bisa digunakan pada tanaman di pekarangan. *Bio-slurry* cair digunakan dengan menyiramkan ke pot/*polybag* atau tanah. *Bio-slurry* padat digunakan dengan cara disebar saat pengolahan tanah dan pertengahan musim tanam. Hal yang sama dapat dilakukan di kebun dengan menggunakan *bio-slurry* cair atau padat atau kombinasi keduanya (1) saat olah lahan, (2) dengan cara disiramkan per lubang bila menggunakan mulsa atau (3) disiramkan di antara tanaman.

Gambar 7.4. | Cara pemanfaatan bio slurry di kebun



Aplikasi ampas biogas untuk rumah tangga

Setelah keluar dari outlet, bio-slurry cair diendapkan atau dидiamkan di lubang penampungan yang ternaungi minimal selama 1 minggu untuk mengurangi atau menghilangkan gas yang tidak baik bagi tanaman ataupun ternak. Bio-slurry dapat digunakan langsung pada tanaman atau diencerkan dengan air dengan perbandingan 1:1 atau 1:2.

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Mengidentifikasi hasil dari biodigester
2. Mengidentifikasi manfaat dan kegunaan hasil biodigester
3. Menghitung nilai ekonomi dari semua hasil biodigester

E. Rangkuman

Bio-slurry hasil dari biodigester terbukti menjadi pupuk organik yang kualitas tinggi kaya akan humus. Berbagai keuntungan-keuntungan bertambah dengan penggunaan bio-slurry, meningkatkan produksi agrikultur karena tinggi isi nutrisi tanah, hormon pertumbuhan dan enzim.

Bio-slurry tidak hanya sebagai pupuk atau pestisida organik untuk tanaman, tetapi juga digunakan sebagai makanan untuk binatang babi, ikan, dan lain-lain.

Slurry dalam penggunaan menjadi beberapa bentuk wujud yaitu cair, kering dan kompos

F. Tes Formatif

Jawab pertanyaan dibawah ini dengan memilih satu jawaban yang paling tepat.

1. Manfaat bio-slurry hasil dari biodigester dibawah ini kecuali ...
 - a. Pupuk tanaman
 - b. Pupuk perikanan
 - c. Makanan ternak
 - d. Bahan gas metan
2. Kandungan bio-slurry kaya akan zat yang dibutuhkan tanaman dibawah ini, kecuali ..
 - a. N
 - b. P₂O₅
 - c. K₂O
 - d. Metana

3. Berapa waktu *bio-slurry* cair diendapkan atau didiamkan di lubang penampungan yang ternaungi untuk mengurangi atau menghilangkan gas yang tidak baik bagi tanaman ataupun ternak?
 - a. 2 hari
 - b. 5 hari
 - c. 7 hari
 - d. 14 hari
 - e. 30 hari
4. Pernyataan dibawah ini yang menyatakan berbagai keuntungan-keuntungan bertambah dengan penggunaan *bio-slurry* meningkatkan produksi agrikultur karena ...
 - a. tinggi isi nutrien tanah
 - b. tinggi hormon pertumbuhan
 - c. tinggi kandungan enzim
 - d. tinggi kalori fotosintesis
5. *Bio-slurry* dapat digunakan langsung pada tanaman atau diencerkan dengan air dengan perbandingan
 - a. 1:2
 - b. 1:5
 - c. 1:10
 - d. 1:20

G. Kunci Jawaban

1. a
2. d
3. c
4. d
5. a

BAB III

PENUTUP

Uji Kompetensi

Soal Essay.

1. Sebutkan komponen-komponen reaktor biogas!
2. Mengapa survey lokasi perlu dilakukan?
3. Apa saja faktor-faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam membangun reaktor biogas ditinjau dari kondisi pengguna?
4. Mengapa penggunaan karung yang berisi sekam padi atau sejenisnya tidak dianjurkan untuk digunakan dalam membuat cetakan kubah?
5. Apa yang terjadi jika *overflow* lebih tinggi dari lantai dasar *inlet*.
6. Mengapa pemasangan plat penutup *outlet* tidak boleh diletakkan terbalik dari posisi sewaktu pengecoran nya?
7. Mengapa konstruksi kubah tidak memerlukan tulangan?
8. Mengapa *bio slurry* dari *slurry pit* dapat langsung digunakan?
9. Faktor-faktor apa yang perlu diperhatikan sewaktu pemasangan instalasi pipa?
10. Mengapa *finishing* kubah perlu dilakukan?

Soal Pilihan Ganda.

1. Yang dimaksud dengan Biogas adalah :
 - a. gas yg terjadi akibat adanya pemanasan global

- b. gas yg terbentuk dari proses fermentasi kotoran ternak
 - c. gas yg terbentuk akibat menumpuknya kotoran ternak
 - d. gas yg terbentuk dari pembakaran kotoran ternak di dalam instalasi biogas
- 2 Keuntungan penggunaan Biogas antara lain adalah :
- a. turut memelihara kelestarian alam
 - b. mempunyai daya bakar yang sama dengan gas elpiji
 - c. pada saat digunakan dapat dikombinasikan dengan kayu bakar
 - d. dapat dibeli dan diperoleh di pasar bebas dengan harga murah
- 3 Kubah atau dome pada reaktor biogas bertujuan :
- a. untuk reaktor biogas mempunyai bentuk yang indah
 - b. untuk membakar kotoran ternak
 - c. untuk membuat kotoran sapi menjadi kompos
 - d. untuk menampung gas yg terbentuk dari kotoran ternak
- 4 Tebal lantai reaktor biogas adalah sebesar :
- a. 3,5 cm b. 5,0 cm c. 7,5 cm d. 9,0 cm
- 5 Agar pipa gas utama di atas kubah dapat terjaga kestabilannya maka perlu dibuatkan :
- a. *Slurry pit*
 - b. *Turret*
 - c. *Outlet*
 - d. *Manhole*
- 6 Yang dimaksud dengan Inlet adalah :

- a. lubang tempat orang masuk ke dalam digester
 - b. lubang yang berfungsi untuk mengeluarkan gas
 - c. lubang yang berada di samping *outlet*
 - d. lubang untuk memasukkan kotoran ternak kedalam digester
7. Lubang tempat pembuangan kotoran hewan yang telah hilang gasnya disebut dengan :
- a. *Slurry pit*
 - b. *Inlet*
 - c. *Outlet*
 - d. *Manhole*
8. Jika sewaktu-waktu reaktor biogas perlu dibersihkan atau diperbaiki, maka kita memerlukan lubang untuk masuk ke dalam reaktor tersebut. Lubang yang dimaksud adalah :
- a. *Slurry pit*
 - b. *Inlet*
 - c. *Outlet*
 - d. *Manhole*
9. Jarak antara dinding *Outlet* dengan lubang kompos (*slurry pit*) sekurang-kurangnya adalah sebesar :
- a. 40 cm
 - b. 60 cm
 - c. 80 cm
 - d. 100 cm
10. Pemasangan *Inlet* dan *Outlet* pada dasarnya :

- a. harus dilakukan sebelum kubah dicor
- b. dapat dilaksanakan secara bersamaan
- c. dilakukan setelah lantai dasar digester dicor
- d. dapat dilakukan setelah gas keluar dari kubah

11. Fungsi pelat beton bertulang pada *Outlet* adalah :

- a. agar tidak ada gas yang bocor dari reaktor biogas
- b. untuk menjaga agar kotoran tidak keluar dari lubang *Outlet*
- c. untuk mencegah agar *Outlet* terlindungi dari air hujan atau benda- benda asing lainnya
- d. agar terjadi kesesuaian ketinggian (elevasi) antara *Inlet* dan *Outlet*

12. Lantai kerja berfungsi :

- a. untuk mencegah kebocoran pada reaktor biogas
- b. untuk menghindari kebocoran gas dari *Outlet*
- c. agar kita dapat bekerja saat lantai beton hendak dicor
- d. sebagai pondasi untuk lantai beton reaktor biogas

13. Kadar lumpur maksimum yang diijinkan pada pasir untuk adukan adalah:

- a. 3%
- b. 5%
- c. 7%
- d. 10%

14. Sebelum dipasang, maka batu bata harus direndam terlebih dahulu.

Tujuan dari perendaman ini adalah agar :

- a. batu bata lebih mudah dikerjakan
- b. batu bata bertambah kuat
- c. batu bata bertambah beratnya sehingga dapat memperkokoh pasangan bata.
- d. air yang terdapat pada adukan tidak terserap oleh batu bata.

15. Siat tegak pada pasangan bata tidak boleh segaris, tujuannya adalah :

- a. agar pasangan bata terlihat simetris
- b. agar ikatan bata lebih mudah dipasang
- c. agar ikatan pada pasangan batu bata lebih kokoh
- d. agar jumlah bata yang digunakan dapat berjumlah sedikit, sehingga dapat menghemat biaya.

16. Setelah dicor, beton dianggap telah mempunyai kekuatan setelah berumur minimal :

- a. 3 hari
- b. 7 hari
- c. 21 hari
- d. 90 hari

17. Setelah pengecoran, beton harus dirawat. Perawatan beton bertujuan untuk :

- a. mencegah terjadinya pembengkokan tulangan pada beton
- b. mencegah terjadinya karat pada tulangan

- c. mencegah terjadinya panas yang berlebihan
 - d. mencegah terjadinya penipisan pada beton
18. untuk finishing bagian dalam kubah, salah satu bahan yang digunakan adalah cat tembok. Cat tembok yang digunakan tersebut :
- a. harus berwarna putih
 - b. harus mengandung *acrylic*
 - c. tidak boleh dicampur dengan semen
 - d. harus digunakan sebelum kubah mengering
19. Fungsi Manometer pada sistem instalasi biogas adalah untuk :
- a. memastikan bahwa lantai outlet tidak mengalami kebocoran
 - b. menentukan banyaknya air yang dicampur dengan kotoran sapi
 - c. menentukan banyaknya kotoran sapi yang harus dimasukkan setiap hari ke dalam reaktor biogas
 - d. mengetahui besarnya tekanan gas pada kubah
20. *Water drain* pada instalasi reaktor biogas :
- a. berfungsi untuk mencegah kebocoran air pada dinding digester
 - b. harus diletakkan pada titik terendah dari sistem jaringan pipa
 - c. sebaiknya diletakkan pada Inlet
 - d. sangat menguntungkan apabila dipasang dekat kompor biogas

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Spesifikasi Kompos Dari Sampah Organik SNI: 19-7030-2004*. <http://www.pu.go.id/satminkal/balitbang/sni/buat%20web/RSNI%20CD/ABSTRAKS/Cipta%20Karya/PERSAMPAHAN/SPESIFIKASI/SNI%2019-7030-2004.pdf>. Diakses tanggal 13 Mei 2011
- Arief Lukman Hakim, Irwan NZ, PETUNJUK TEHNIK PEMBUATAN BIOGAS PLASTIK SKALA RUMAH TANGGA, Materi Pelatihan Bagi Pelatih Sekolah Lapangan KSS PHBM KERJASAMA ESP-USAID DENGAN PERUM PERHUTANI, Malang, 2008.
- Direktorat Budidaya Ternak Ruminansia. 2010. *Pedoman Umum Pengembangan Biogas Asal Ternak Bersama Masyarakat (BATAMAS)*. Direktorat Jenderal Peternakan, Departemen Pertanian. Jakarta
- Eko Ananto, Dahli Masahuri, Firdaus Kasim, Dari Bero Menjadi Beras, Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta, 2009.
- <http://kencanaonline.com>
- Karki, A.B., Shrestha, J.N., Bajgain, Sundar and Sharma, Isha, Biogas, Repro Vision
- Modul-modul untuk Diklat Biogas bagi staf P4TK BMTI Bandung, 2009 - 2010
- Panduan Permakultur Menuju Hidup Lestari, Modul 12. Teknologi Tepat Guna, Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta, 2009.
- Priesta, D dan Winata, R. 2009. Peningkatan Kualitas Pupuk Organik Cair Dari Limbah Cair Produksi Biogas. *Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. Tidak diterbitkan
- Press (P) Ltd, Kathmandu, 2nd Edition, July 2009
- Sundar Bajgain, Biogas Technology Training Modules, Senior Biogas Advisor SNV, Bandung 2009

GLOSARIUM

Biogas :	plastik	Istilah untuk reaktor biogas yang bahan utamanya sebagian besar terbuat dari plastik. Disamping itu juga ada reaktor yang berbentuk tabung dan terbuat dari <i>fibreglass</i> .
<i>Bio-slurry</i> :		Adalah kotoran hewan yang telah melalui proses fermentasi dan keluar dari <i>overflow</i> pada <i>outlet</i> . <i>Bio-slurry</i> tidak berbau sama sekali dan dapat langsung digunakan sebagai pupuk organik.
<i>CPO</i> :		<i>Construction Partner Organization</i> , yaitu perusahaan atau Lembaga Swadaya Masyarakat yang berbadan hukum yang ditunjuk oleh dan telah mengadakan perjanjian dengan <i>Hivos</i> untuk melaksanakan Program Biru di Indonesia.

- Digester* : Adalah tempat penampungan kotoran hewan pada reaktor biogas dimana proses fermentasi terjadi. *Digester* pada konstruksi reaktor biogas yang dibuat pada program BIRU berbentuk lingkaran.
- Fixed dome* : Istilah untuk reaktor biogas yang terbuat dari konstruksi batu dan beton sehingga tidak dapat dipindah-pindah. Sistem ini lebih mudah pemeliharaannya dibanding biogas plastik.
- Hivos* : Institut Humanis untuk Kerjasama dengan Negara-negara Berkembang yang berkedudukan di Negeri Belanda dan mempunyai perwakilan di Jakarta.
- IDBP : Indonesia *Domestic Biogas Programme*, dikelola dan dilaksanakan oleh *Hivos* dengan asistensi teknis dari SNV didukung penuh oleh Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Indonesia dan didanai oleh Kedutaan Besar Kerajaan Belanda di Jakarta.
- Inlet* : Atau tangki pencampur adalah tempat mencampur kotoran hewan dengan air sebelum dialirkan ke dalam *digester* melalui pipa *inlet*.
- Kubah (*dome*) : Kubah atau *dome* adalah tempat menampung gas dari hasil proses fermentasi kotoran hewan yang terjadi di dalam *digester*.
- Manhole* : Adalah lubang yang menghubungkan *digester* dengan *outlet* yang berfungsi untuk menyalurkan *bio-slurry* keluar menuju *outlet* dari *digester*. Disamping itu juga *manhole* berfungsi sebagai lubang untuk keluar masuknya orang yang akan melakukan pemeliharaan/ perbaikan apabila terjadi kerusakan/kebocoran/disfungsi

	reaktor biogas.
<i>Manometer</i>	: Adalah alat ukur yang berfungsi untuk mengetahui besarnya tekanan gas yang terdapat pada kubah.
<i>Outlet</i>	: Atau disebut juga dengan ruang pemisah berfungsi sebagai tempat penampungan <i>bio-slurry</i> sebelum dialirkan menuju <i>slurry pit</i> melalui <i>overflow</i> .
<i>Overflow</i>	: Lubang kecil pada <i>outlet</i> yang berfungsi untuk mengalirkan <i>bio-slurry</i> di dalam <i>outlet</i> untuk kemudian ditampung pada <i>slurry pit</i> .
Pengguna (<i>User</i>)	: Masyarakat yang telah memiliki reaktor biogas yang disubsidi oleh <i>Hivos</i> .
Program BIRU	: Program Biogas Rumah, merupakan program dari IDBP.
<i>Slurry pit</i>	: Adalah tempat ditampungnya <i>bio-slurry</i> setelah proses fermentasi selesai.
SNV	: Organisasi Pembangunan dari Negeri Belanda juga mempunyai perwakilan di Jakarta.
<i>Supervisor</i>	: Adalah orang yang telah mengikuti diklat tukang biogas dan <i>supervisor</i> dan ditunjuk oleh CPO untuk : <ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan promosi agar masyarakat yang mempunyai ternak (terutama sapi, kerbau dan babi) mau membangun reaktor biogas (<i>pre-construction</i>). 2. Mengawasi pelaksanaan pekerjaan pembangunan reaktor biogas yang sedang berlangsung (<i>under construction</i>) dan sesuai dengan standar <i>Hivos</i>. 3. Melakukan penyuluhan kepada user setelah pekerjaan pembangunan reaktor biogas selesai dilakukan (<i>after construction</i>).
Tukang Biogas	: Adalah tukang yang telah dilatih secara khusus dalam pembangunan reaktor biogas yang sesuai dengan standar <i>Hivos</i> . Hanya mereka yang diijinkan untuk melaksanakan pekerjaan konstruksi reaktor biogas yang mendapatkan subsidi dari <i>Hivos</i> .
<i>Turret</i>	: Adalah menara kecil yang dibangun di atas kubah yang berfungsi untuk melindungi pipa gas utama.

Water drain atau *pe-nguras air* : Salah satu komponen yang terdapat pada sistem pemipaan instalasi reaktor biogas. *Water drain* dipasang sedemikian rupa sehingga dapat berfungsi untuk membuang air yang terperangkap di dalam instalasi pipa reaktor biogas

