

BAB II KAJIAN PUSTAKA

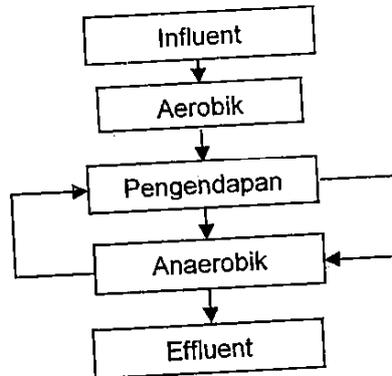
A. Sanitasi Rumah

Perencanaan bangunan (konstruksi) perlu kiranya memperhatikan; fungsi pengembangan dan pemanfaatan yang berwawasan lingkungan. Belum optimalnya beberapa system rancang bangun sanitasi rumah, salah satunya adalah pengembangan rancangbangun sistem sanitasi pengolahan limbah yang berorientasi meminimalkan pencemaran lingkungan, serta memanfaatkan gas hasil yang dimungkinkan sebagai energi alternatif skala rumah tangga. Hal ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan gas hasil proses penguraian limbah (*feaces*) di septicktank dijadikan energi alternatif memasak, seperti halnya gas elpiji. Untuk itu perlu pengembangan system pengolah limbah, seperti yang telah dikembangkan oleh Prof. Hardjoso di Laboratorium Lingkungan UGM, yang dikenal dengan Tripikon-S. Dengan modifikasi, optimalisasi ruang penampungan gas proses penguraian limbah oleh bakteri anaerob, dimungkinkan pemanfaatan gas tersebut untuk disalurkan ke tungku untuk masak atau penerangan (pengganti lampu minyak)..

B. Proses Pengolahan Septicktank

Prinsip pengolahan limbah *feaces* dalam *septicktank*, meliputi proses aerobik dan anaerobik. Tahap pertama, penguraian limbah secara aerobik (memerlukan oksigen) dilanjutkan proses penguraian limbah tersebut anaerobic terjadi setelah limbah tenggelam, dimana bakteri anaerob berada pada lapisan

bawah dengan hasil penguraian berupa gas, air, dan lumpur. Proses pengolahan air limbah ditunjukkan pada Gambar 1.

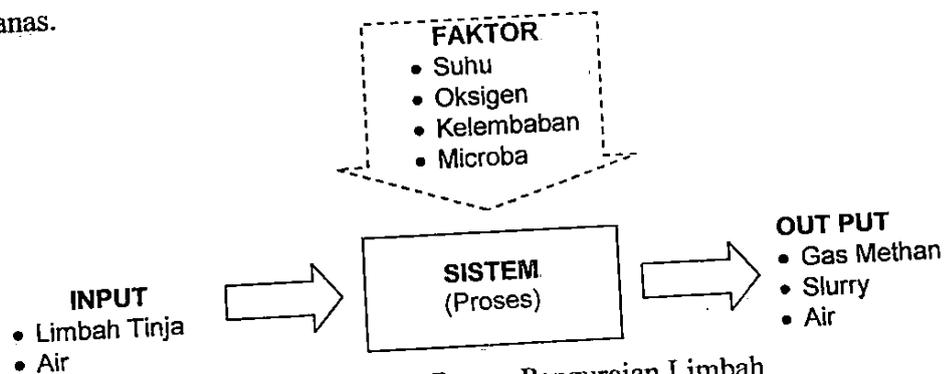


Gambar 1. Proses Pengolahan Air Limbah Dalam Septicktnk
 Sumber: Hasyim, 2004

C. Pengembangan Teknologi Biogas

1. Teknologi Biogas

Energi biogas berupa gas metan didapatkan dengan memproses limbah bio atau biomassa di dalam alat kedap udara yang disebut *digester*. Gas metan terbentuk karena proses fermentasi secara anaerobic (tanpa udara) oleh bakteri *methan* atau disebut juga bakteri biogas yang mengurai sampah-sampah yang banyak mengandung bahan organik (biomasa) sehingga terbentuk gas metan (CH_4) yang apabila dibakar dapat menghasilkan energi panas.



Gambar 2 Sistem Proses Penguraian Limbah

Sebetulnya di tempat-tempat tertentu proses ini terjadi secara alamiah sebagaimana peristiwa ledakan gas yang terbentuk di bawah tumpukan sampah di tempat pembuangan sampah akhir (TPA) Leuwigajah, kabupaten Bandung, Jawa Barat, (Kompas, 17 Maret 2005). Gas *methan* sama dengan gas elpiji (*Liquidified Petroleum Gas/LPG*), perbedaannya adalah gas elpiji merupakan gas yang bisa dicairkan, berasal dari jenis *butana* (C_4H_{10}) dan *petana* (C_5H_{12}). Gas yang bisa dicairkan bisa masuk dalam tabung dengan volume jauh lebih banyak, sementara gas *methan* tidak.

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

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

7

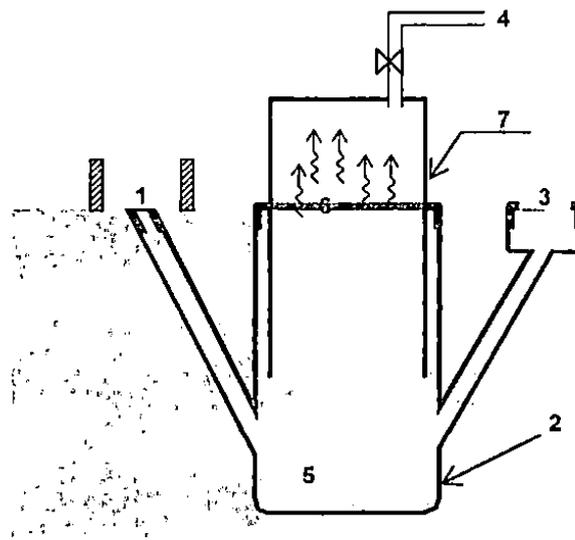
pencerna anaerobik pertama dibangun pada tahun 1900. (FAO, *The Development and Use of Biogas Technology in Rural Asia*, 1981).

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

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

2. Alat Pembangkit Biogas

Ada dua tipe alat pembangkit biogas atau *digester*, yaitu tipe terapung (*floating type*) dan tipe kuba tetap (*fixed dome type*). Tipe terapung dikembangkan di India yang terdiri atas sumur pencerna dan di atasnya ditaruh drum terapung dari besi terbalik yang berfungsi untuk menampung gas yang dihasilkan oleh *digester*. Sumur dibangun dengan menggunakan bahan-bahan yang biasa digunakan untuk membuat fondasi rumah, seperti pasir, batu bata, dan semen. Karena dikembangkan di India, maka *digester* ini disebut juga tipe India. Pada tahun 1978/79 di India terdapat lebih kurang 80.000 unit dan pada tahun 1990-95 diperkirakan pembangunannya mencapai 400.000 unit.

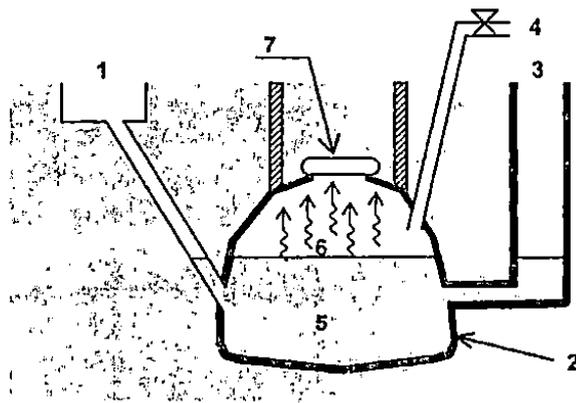


- Keterangan:
1. Lubang pemasukan
 2. Tangki pencernaan
 3. Lubang pengeluaran
 4. Pipa gas
 5. Kotoran Ternak
 6. Gas Bio
 7. Tangki pengumpul

Gambar 3 Konstruksi Pembangkit Biogas Tipe Terapung
 Sumber : Anonim, 2005

Tipe kubah adalah berupa digester yang dibangun dengan menggali tanah kemudian dibuat bangunan dengan bata, pasir, dan semen yang berbentuk seperti rongga yang kedap udara dan berstruktur seperti kubah (bulatan setengah bola). Tipe ini dikembangkan di China sehingga disebut juga tipe kubah atau tipe China (lihat Gambar 2). Tahun 1980 sebanyak tujuh juta unit alat ini telah dibangun di China dan penggunaannya meliputi untuk menggerakkan alat-alat pertanian untuk generator tenaga listrik. Terdapat dua macam tipe ukuran kecil untuk rumah tangga dengan volume 6-10 meter kubik dan tipe besar 60-180 meter kubik untuk kelompok.

India dan China adalah dua negara yang tidak mempunyai sumber energi minyak bumi sehingga mereka sejak lama sangat giat mengembangkan sumber energi alternatif diantaranya biogas



- Keterangan:
1. Lubang pemasukan
 2. Tangki pencerna
 3. Lubang pengeluaran
 4. Pipa gas
 5. Kotoran Ternak
 6. Gas Bio
 7. Man Hole (Lubang perawatan)

Gambar 4 Konstruksi Pembangkit Biogas Tipe Kuba Tetap
 Sumber : Anonim, 2005

Di dalam digester bakteri-bakteri *methan* mengolah bio atau biomassa dan menghasilkan biogas methan. Dengan pipa yang didesain sedemikian rupa, gas tersebut dapat dialirkan ke kompor yang terletak di dapur. Gas tersebut dapat digunakan untuk keperluan memasak dan lain-lain. Biogas dihasilkan dengan mencampur limbah yang sebagian besar terdiri atas kotoran ternak dengan potongan-potongan kecil sisa-sisa tanaman, seperti jerami dan sebagainya, dengan air yang cukup banyak.

Untuk pertama kali dibutuhkan waktu lebih kurang dua minggu sampai satu bulan sebelum dihasilkan gas awal. Campuran tersebut selalu ditambah setiap hari dan sesekali diaduk, sedangkan yang sudah diolah dikeluarkan melalui saluran pengeluaran. Sisa dari limbah yang telah "dicerna" oleh bakteri methan atau bakteri biogas, yang disebut *slurry* atau lumpur, mempunyai kandungan hara yang sama dengan pupuk organik yang telah matang sebagaimana halnya kompos sehingga dapat langsung digunakan untuk memupuk tanaman, atau jika akan disimpan atau diperjualbelikan dapat dikeringkan di bawah sinar matahari sebelum dimasukkan ke dalam karung.

Untuk permulaan memang diperlukan biaya untuk membangun

pembangkit (digester) biogas yang relatif besar bagi penduduk pedesaan

Namun sekali berdiri, alat tersebut dapat dipergunakan dan menghasilkan biogas selama bertahun-tahun. Untuk ukuran 8 meter kubik tipe kubah alat ini, cocok bagi petani yang memiliki 3 ekor sapi atau 8 ekor kambing atau 100 ekor ayam disamping juga mempunyai sumber air yang cukup dan limbah tanaman sebagai pelengkap biomassa. Setiap unit yang diisi sebanyak 80 kilogram kotoran sapi yang dicampur 80 liter air dan potongan limbah lainnya dapat menghasilkan 1 meter kubik biogas yang dapat dipergunakan untuk memasak dan penerangan. Biogas cocok dikembangkan di daerah-daerah yang memiliki biomassa yang berlimpah, terutama di sentra-sentra produksi padi dan ternak di Jawa Tengah, Jawa Timur, Sulawesi selatan, dan Bali.

Pembangkit biogas juga cocok dibangun untuk peternakan sapi perah atau peternakan ayam dengan mendesain pengaliran tinja ternak ke dalam digester. Kompleks perumahan juga dapat dirancang untuk menyalurkan tinja ke tempat pengolahan biogas bersama. Negara-negara maju banyak yang menerapkan sistem ini sebagai bagian usaha untuk daur ulang dan mengurangi polusi dan biaya pengolahan limbah. Jadi dapat disimpulkan bahwa biogas mempunyai berbagai manfaat, yaitu menghasilkan gas, ikut menjaga kelestarian lingkungan, mengurangi polusi, dan meningkatkan kebersihan dan kesehatan, serta penghasil pupuk organik yang bermutu (Fahmi dkk, 2004).

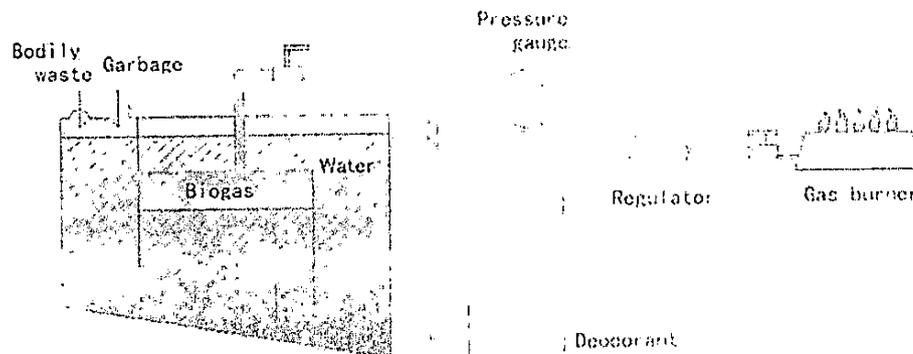
D. Pengembangan Septictank

1. Penelitian Ozeki

Pengembangan penelitian biogas telah dikembangkan oleh Ozeki

(2006). Penelitian ini bertujuan untuk meneliti. Dalam rangka penelitian, memunculkan

sanitasi septictank dapat menghasilkan biogas yang dapat digunakan untuk memasak. Disain pengembangan dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5 Disain Ozeki Septictank Gas untuk Memasak
Sumber: Ozeki, 2005

Biogas yang dihasilkan proses anaerob terdiri dari 60% metan dan 40% carbondioksida, dan energi yang dihasilkan untuk 12 hari dari proses selama 30 hari.

2. Penelitian Proff. Hardjoso (Tripikon – S)

Proff. Hardjoso mengembangkan sistem septick tank rumah tangga yang dikenal dengan Tripikon – S. Prinsip pengolahan air limbah dalam Tripikon – S sama dengan *septictank* biasa. Pada Tripikon – S lintasan air limbah mengalir secara vertikal, bagian yang pertama mengalir ke bawah dan bagian kedua mengalir ke atas.

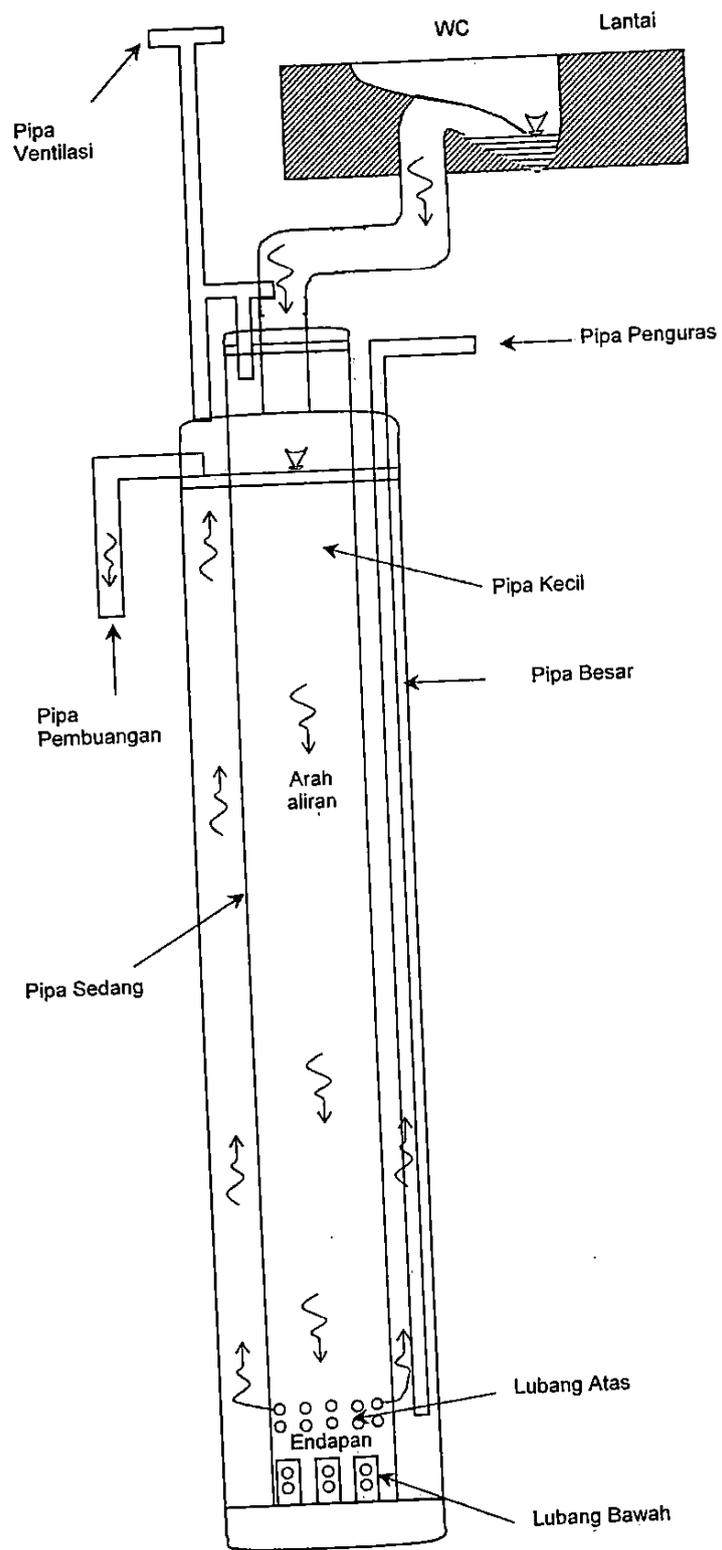
Analisis Dimensi Tripikon – S (untuk pembebanan 1 orang)

Untuk menentukan dimensi tripikon – S diambil beberapa asumsi,:

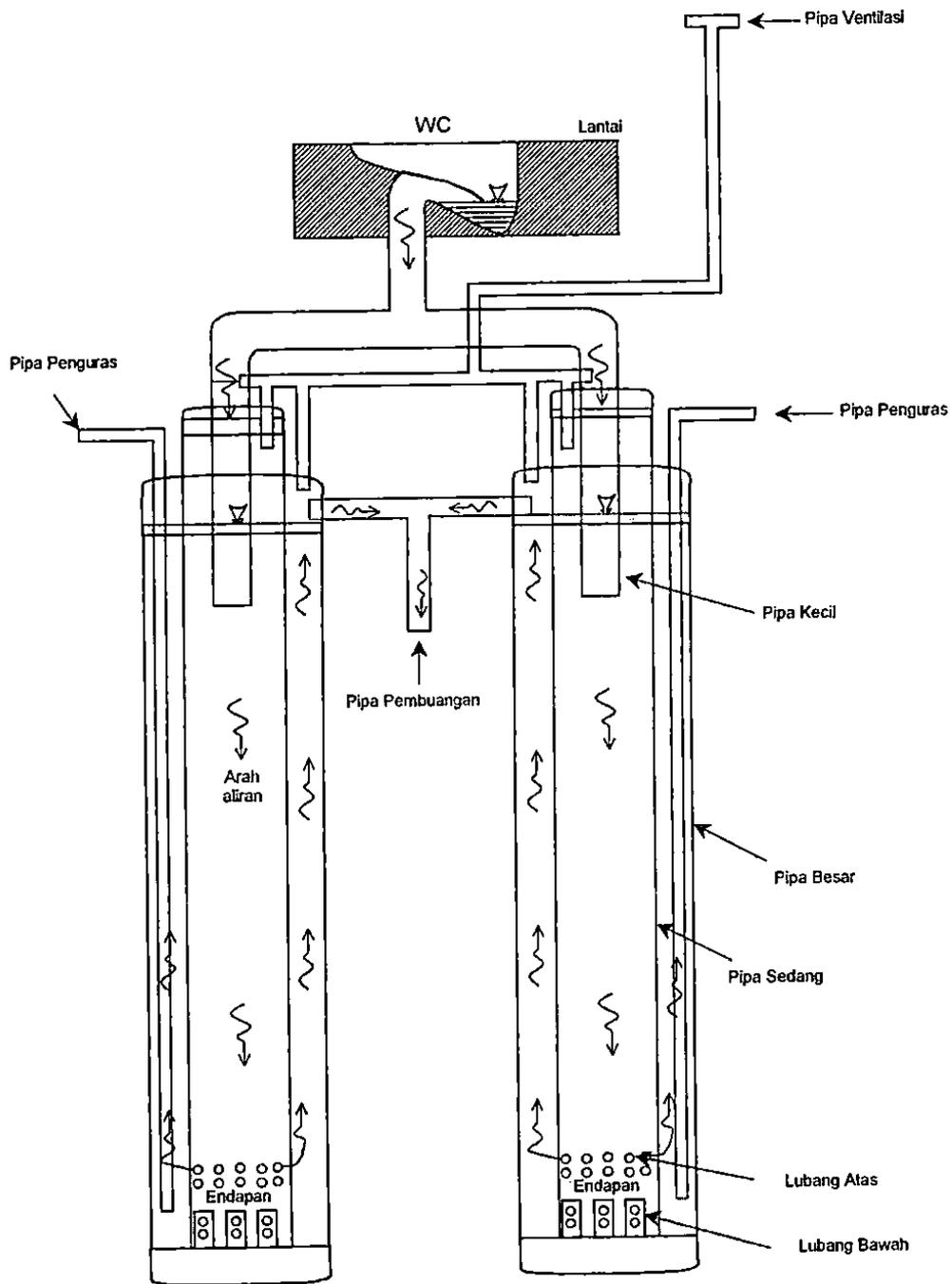
1. Waktu tinggal limbah selama 3 hari.
2. Debit air limbah 8 ltr/org/hr.
3. jumlah pemakai 1 orang.

dengan panjang pipa besar = 2,2 m, dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 1 \times 3 \times 8 \text{ liter} = 24 \text{ liter} = 24.000 \text{ cm}^3 \\ 200 \cdot \frac{1}{4} \pi D^2 &= 24.000 \text{ cm}^3 \\ \text{maka, } D^2 &= 152,86 \text{ cm}^3 \\ D &= 12,36 \text{ cm} = 12 \text{ cm} \end{aligned}$$



Gambar 6 Konstruksi Tripikon - S (Tipe Tunggal)
 Sumber: Hardjoso, 1984



Gambar 7 Konstruksi Tripikon – S (Tipe Doubel)
 Sumber: Hardjoso, 1984

Tabel 1 Pembebanan Septictan (*type doubel*)

Panjang pipa besar (m)	Diameter pipa besar (cm)			
	14 – 20	20 – 30	30 – 45	45 – 65
	Diameter pipa sedang (cm)			
	10 – 15	15 – 25	25 – 40	40 – 60
0,5 – 1,0			4 org	4 org
1,0 – 1,5		1 org	4 org	8 org
1,5 – 2,0	1 org	2 org	4 org	12 org

a. Dimensi Pipa Kecil

Pipa kecil berfungsi sebagai input dari limbah, sehingga panjang pipa harus disesuaikan dengan tinggi jamban. Diameter pipa kecil minimum 5 cm sama dengan diameter leher angsa. Bagian ujung dari pipa bagian bawah disyaratkan untuk lebih rendah dari bagian limbah yang mengapung. Ruang antara pipa kecil dan pipa sedang ini disebut ruang pengapung, dengan tinggi minimal 20 cm.

b. Dimensi Pipa Sedang

Pada pipa sedang air limbah mengalami beberapa proses, pada bagian atas pipa terjadi proses penguraian aerobik pada bagian tengah limbah mengalami pengendapan dan pada bagian bawah terjadi endapan dan proses penguraian anaerobik. Volume dari pipa sedang dengan panjang efektif 2 m dan diameter 6" adalah sebesar 36.482,9 cm³. pada bagian bawah pipa ini dibuat lubang, yaitu lubang atas dan lubang bawah yang berfungsi mengalirkan air limbah ke pipa besar setelah mengalami beberapa proses.

c. Dimensi Pipa Besar

Pada prinsipnya pipa besar berfungsi untuk mengalirkan air limbah yang telah mengalami beberapa proses ke resapan atau badan penerima, sehingga dimensi pipa ini disesuaikan dengan debit air limbah. Diameter pipa besar harus mempunyai celah dengan pipa sedang minimum sebesar 2 cm. Dengan diameter pipa sebesar 8" (20,32 cm) dan panjang 2 m maka

volumenya adalah 64.858,5 cm³. Sedangkan volume air limbah yang terdapat pada pipa besar adalah sebesar pengurangan antara volume pipa besar dengan volume pipa sedang. Untuk volume pipa sedang dengan panjang 2 m dan diameter 6" (15,24 cm) maka volumenya adalah sebesar