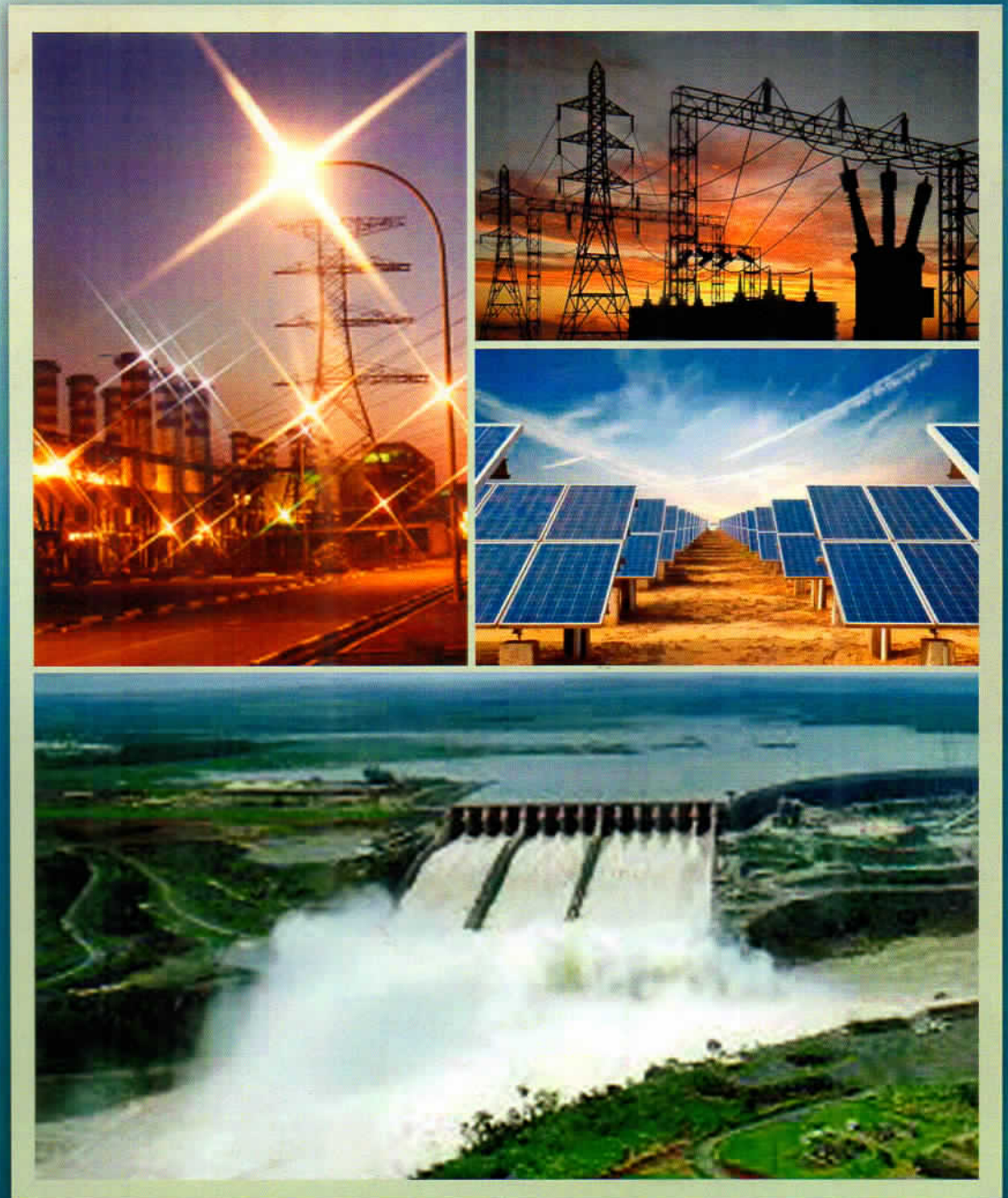




JURNAL AMPERE

VOL. 2 NO. 2
Juli - Desember 2017



ISSN : 2477-2755



Penerbit : Prodi Teknik Elektro Univ.PGRI Palembang

JURNAL AMPERE

Pelindung

Muhammad Firdaus

Pengarah

M. Saleh Al Amin

Adiguna

Aan Sefentry

Pimpinan Editorial

Emidiana

Mitra Babestari

M. Saleh Al Amin (Univ PGRI Palembang)

Alimin Nurdin (Univ PGRI Palembang)

Mohammad Noer (Politeknik Negeri Sriwijaya)

Dian Eka Putra (Universitas Palembang)

Staff Editor

Nita Nurdiana

Endang Kurniawan

Alamat Redaksi :

Program Studi Teknik Elektro Universitas PGRI Palembang

Jalan Jend. A. Yani Lorong Gotong Royong 9/10 Ulu Palembang Sumatera Selatan

Telp. 0711-510043 Fax. 0711-514782 e-mail : ampere_pgri@yahoo.com

JURNAL AMPERE

Volume 2, Nomor 2, Juli – Desember 2017

DAFTAR ISI

Artikel Penelitian	Halaman
1. Studi Identifikasi Huruf Braille Berbasis Image Processing Secara Real Time <i>Dewi Permata Sari, Sabilal Rasyad, Evelina, Amperawan</i>	68-80
2. Pengaruh Kapasitas Kapasitor Pada Kumpanan Bantu Terhadap Pemanasan Motor Induksi Satu Fasa, <i>Emidiana</i>	81-87
3. Studi Kelayakan PLTSa TPA Sukawinatan Sebagai Sumber Energi Alternatif di Kota Palembang, <i>Endah Fitriani, Normaliaty Fithri</i>	88-94
4. Studi Kemampuan Panel LVMDP Terhadap Pembebanan, <i>M. Saleh Al Amin</i>	95-102
5. Analisa Pengaruh Pembebanan Terhadap Efisiensi Generator di PLTG Borang Dengan Menggunakan Software Matlab, <i>Muhammad Noer</i>	103-114
6. Karakteristik Generator Sinkron yang Berbeban Berat dan Tidak Konstan, <i>Perawati</i>	115-120
7. Evaluasi Kuat Penerangan di Ruang Praktikum Laboratorium Terpadu Universitas PGRI Palembang, <i>Nita Nurdiana</i>	121-127
Petunjuk Untuk Penulisan	iii



STUDI KELAYAKAN PLTSa TPA SUKAWINATAN SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF DI KOTA PALEMBANG

Endah Fitriani, Normaliaty Fithri

Dosen Tetap Yayasan pada Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Bina Darma

e-mail : endahfitriani@binadarma.ac.id

ABSTRAK

Usaha pemanfaatan atau recovery LFG menjadi sumber energi merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meminimalisir dampak negatif terhadap lingkungan. Beberapa negara industri bahkan telah mengkomersilkan gas yang terbentuk dari sebuah landfill sampah kota. Energi yang diperoleh dari penangkapan dan pembakaran gas metana landfill dapat digunakan untuk menghasilkan listrik. Sampah domestik pada TPA Sukawinatan yang diolah dengan sistem sanitary Landfill (lahan yang sanitier) akan menghasilkan biogas yang berupa gas metana (CH_4) yang dapat dipergunakan sebagai sumber energi pada gas engine untuk menghasilkan listrik. Dengan volume sampah yang masuk ke TPA Sukawinatan sebesar 400-500 ton perhari, prediksi rata-rata gas flow sebesar 150-270 Nm^3/h dengan sumber pada TPA Sukawinatan zona C,D dan K dapat memberikan gas flow sebesar 450-510 Nm^3/h , sedangkan yang dibutuhkan untuk membangkitkan listrik 500 KW pada Pembangkit Listrik Tenaga Sampah di TPS Sukawinatan hanya sebesar 270-300 Nm^3/h pada 50% konsentrasi metana pada well LFG.

Kata kunci : Landfill gas, gas flow, Metana, Well LFG.

ABSTRACT

LFG utilization or recovery effort into an energy source is a way that can be done to minimize negative impact on the environment. Some industrialized countries have even commercialized gas formed from a municipal waste landfill. The energy obtained from capture and combustion of landfill methane gas can be used to generate electricity. Domestic waste in Sukawinatan TPA treated with sanitary landfill system will produce biogas in the form of methane gas (CH_4) which can be used as energy source in gas engine to generate electricity. With the volume of garbage entering the Sukawinatan TPA of 400-500 tons per day, the average gas flow forecast of 150-270 Nm^3 / h with the source at TPA Sukawinatan zones C, D and K can provide gas flow of 450-510 Nm^3 / h , while those needed to generate 500 KW of electricity at the Waste Power Generation at Sukawinatan TPS are only 270-300 Nm^3 / h at 50% methane concentration in well LFG.

Keywords: Landfill gas, gas flow, Methane, Well LFG.

PENDAHULUAN

Disepakati oleh 189 negara anggota perserikatan bangsa-bangsa termasuk Indonesia, *Millenium Development Goals (MDGs)* merupakan suatu visi pembangunan dalam upaya pemenuhan hal-hal dasar manusia. Salah satu tujuan dari MDGs adalah memastikan kelestarian lingkungan hidup, termasuk mengurangi emisi CO_2 ekuivalen, melindungi sumber air perkotaan dan meningkatkan kondisi sanitasi. Pengelolaan limbah padat domestik merupakan salah satu sektor yang menghasilkan

8 μF
2,032 W
0,705 J
129 W
11,258 J
64 W
7,6 J
0,025 W
9,56 J

dan 8 μF
6 J dan 8
semakin

Motor
kendari,
diakses

2015
2017
Lebih

kegiatan penurunan emisi rumah kaca tersebut, yaitu kegiatan pemanfaatan *Landfill gas* (LFG) di TPA Sukawinatan.

Landfill gas (LFG) merupakan produk sampingan alami dari dekomposisi kategori organik limbah padat perkotaan pada kondisi anaerobik. Dari penimbunan tersebut akan dihasilkan gas metana (CH_4) yang pada tahun-tahun berikutnya akan meningkat beserta gas lainnya seperti karbon dioksida (CO_2). Komposisi gas metana (CH_4) dapat mencapai 40%-60% dari total jumlah gas. Secara garis besar gas CH_4 dapat berpotensi efek rumah kaca 21 kali dibanding CO_2 . Bila tidak diolah sebaik mungkin gas metana yang berada di udara dengan konsentrasi lebih besar dari 15% dapat menimbulkan ledakan yang membahayakan masyarakat sekitar.

Usaha pemanfaatan atau *recovery* LFG menjadi sumber energi merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meminimalisir dampak negatif terhadap lingkungan serta mengurangi akan dampak perubahan iklim. Beberapa negara industri bahkan telah mengkomersilkan gas yang terbentuk dari sebuah landfill sampah kota. Energi yang diperoleh dari penangkapan dan pembakaran gas metana landfill dapat digunakan untuk menghasilkan listrik. Dengan volume sampah yang masuk ke TPA Sukawinatan sebesar 400-500 ton perhari, diperkirakan pada rentang waktu 2014-2030, potensi metana di tpa sebesar 3.200-4.600 ton CH_4 per tahun, maka kegiatan studi kelayakan PLTSa TPA Sukawinatan sebagai sumber energi alternatif di kota Palembang ini dilaksanakan.

Tujuan dari perencanaan PLTSa TPA Sukawinatan ini adalah :

1. Mendapatkan alternatif sumber energi untuk kota Palembang yaitu biogas yang berasal dari timbunan lahan urug (*Landfill gas*) berupa gas metana (CH_4) sehingga dapat dipergunakan sebagai sumber energi pada *gas engine* untuk menghasilkan listrik.
2. Mendapatkan gambaran cakupan kondisi TPA Sukawinatan sehingga dapat dijadikan acuan pembangunan PLTSa TPA Sukawinatan.

TINJAUAN PUSTAKA

Kondisi TPA Sukawinatan

Kegiatan TPA Sukawinatan menempati lahan seluas kurang lebih 25 hektar yang beroperasi dengan skema open dumping. Hal ini masih cukup merisaukan dikarenakan masih terdapat pemukiman penduduk yang dibangun disekitar lokasi TPA. Pada TPA dengan operasional open dumping, limbah yang berupa lindi dan gas dapat bermigrasi dari tempat awalnya harus dikontrol secara ketat agar tidak mencemari lingkungan sekitar TPA. Beberapa potensi pencemaran yang ditimbulkan TPA antara lain debu, sampah ringan, kebarakan serta asap, kebisingan serta masalah estetika. Gangguan yang ditimbulkan oleh operasional sekitar TPA sendiri akan sangat mungkin terjadi apabila pengontrolan migrasi limbah tidak di manajemen dengan benar. Jalan akses ke TPA dari jalan kota kurang lebih 2 Km dengan lebar jalan 6-8 meter, perbaikan jalan serta perbaikan kondisi TPA Sukawinatan untuk menjadi hal yang sangat penting dilaksanakan agar TPA dapat beroperasi sesuai SOP.

Jumlah produksi sampah di kota Palembang setiap harinya mencapai 500 ton per hari, yang berasal dari permukiman, industri, bangunan hotel, restoran, jalan dan pasar. Sampah yang dihasilkan tersebut berasal dari pemukiman di wilayah 16 Kecamatan (bak penampungan sementara) dan 35 unit pasar tradisional yang selanjutnya Dinas Kebersihan Kota Palembang mengumpulkan serta mengangkut ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sukawinatan dengan armadanya. (Dinas Kebersihan Kota Palembang 2015). Alternatif pengolahan sampah dilakukan untuk mengatasi jumlah timbunan sampah domestik serta biogas yang berasal dari timbunan lahan urug (*Landfill gas*) berupa gas metana (CH_4) dapat dipergunakan sebagai sumber energi pada *gas engine* untuk menghasilkan listrik.



Gambar 1. Skema Open Dumping di TPA Sukawinatan

Cakupan Volume Sampah Kota Palembang ke TPA Sukawinatan

Berdasarkan data cakupa layanan sampah kota Palembang pada kinerja layanan sampah Adipura 2010, tercatat 79% penduduk kota Palembang yang terlayani armada pengangkut sampah. Nilai ini telah melebihi tager MDGs sebesar 70% layanan persampahan pada tahun 2015. Dalam rentang waktu 2010 s.d 2013, sekitar 60% dari seluruh sampah yang terangkut ke TPA di kota Palembang masuk ke TPA Sukawinatan. (Dinas Kebersihan Kota Palembang 2015).

Tabel 1. Volume Sampah masuk ke TPA Sukawinatan tahun 2011 s.d 2014

Bulan	Volume sampah masuk ke TPA Sukawinatan (Kg sampah)			
	2011	2012	2013	2014
Januari	11.404.113	9.367.570	10.643.050	9.167.210
Februari	10.791.090	7.973.690	3.861.970	6.626.480
Maret	13.361.300	10.613.270	15.369.680	10.736.220
April	10.546.800	11.434.260	18.707.950	11.538.019
Mei	10.820.160	10.335.515	17.373.250	11.288.350
Juni	10.699.590	8.285.879	15.935.330	10.622.693
Juli	9.373.992	6.721.410	14.020.200	9.167.134
Agustus	9.483.215	7.185.695	11.606.840	9.486.032
September	7.781.730	8.160.996	9.973.800	10.138.508
Oktober	6.790.240	8.784.689	9.981.330	9.921.486
November	8.115.290	4.443.460	8.818.280	9.724.838
Desember	9.869.860	8.350.000	3.900.710	9.568.649
Jumlah	119.037.380	93.306.104	128.549.340	117.985.619

Sumber : Dinas Kebersihan Kota Palembang 2015

Jumlah penduduk kota Palembang pada Tahun 2015 sebanyak 1.580.517 jiwa yang terdiri dari 788.574 jiwa penduduk perempuan dan 791.943 jiwa penduduk laki-laki. Jumlah penduduk Kota Palembang setiap tahunnya semakin bertambah begitu pula dengan sampah yang dihasilkan di kota Palembang mengalami peningkatan sejalan dengan pertambahan jumlah penduduk.

Dalam Undang-Undang nomor 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah dinyatakan definisi sampah sebagai sisa kegiatan sehari-hari manusia dan atau dari proses alam yang berbentuk padat. Berdasarkan UU18/2008, di Indonesia selama ini secara umum penanganan sampah di TPA yang

diterapkan menggunakan sistem *open dumping* harus melakukan peralihan keseluruhan. Bab XX (Peralihan) Ps 44 dari UU tersebut mengamanatkan bahwa :

1. Pemerintah daerah harus membuat perencanaan penutupan TPA sampah yang menggunakan sistem pembuangan terbuka paling lama 1 (satu) tahun terhitung sejak berlakunya UU tersebut.
2. Pemerintah daerah harus menutup TPA sampah yang menggunakan sistem pembuangan terbuka paling lama 5 (lima) tahun terhitung sejak berlakunya UU tersebut.

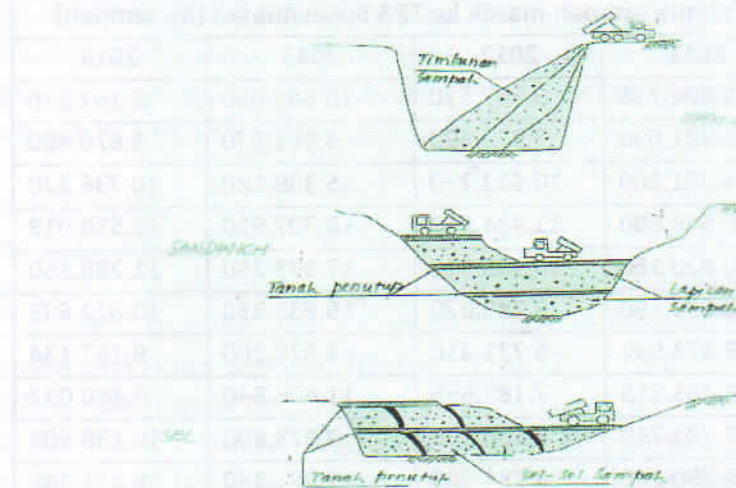
Pengurugan Sampah dengan Sistem *Landfilling*

Metode pengurugan sampah dan buangan padat lainnya yang tergolong biodegradabel kedalam tanah yang dikenal sebagai metode dengan lahan-urug, bukan hanya sekedar mengisolasi limbah tersebut dalam tanah, tetapi juga memanfaatkan kemungkinan aspek pemusnahannya melalui proses biodegradasi secara alamiah, disamping memperhatikan aspek perlindungan terhadap lingkungan.

Tolak ukur yang biasa digunakan untuk memantau kestabilan sebuah lahan-urug adalah :

1. Kandungan lindi yang telah sesuai dengan baku mutu yang berlaku
2. Potensi gas bio yang telah dapat diabaikan
3. Penurunan (*settlement*) timbunan yang dapat diabaikan

Pengembangan yang banyak dilakukan adalah bersasaran untuk lebih mengoptimumkan lahan yang ada serta sekaligus mempercepat kestabilannya, dengan memandang lahan tersebut sebagai sebuah bio-reaktor yang besar. (Endri Damanhuri, 2008).



Gambar 2. Pengurugan Sampah dengan *Landfilling*

Pada awalnya sampah yang ditimbun akan mengalami proses degradasi secara aerob. Tetapi seiring dengan teknik operasional yang saat ini dianut, yaitu sampah ditimbun lapis per lapis dan setiap periode tertentu ditutup dengan tanah penutup, maka kondisi aerob tidak dapat lama bertahan dalam. Kondisi yang paling dominan kemudian adalah kondisi anaerob, sehingga memunculkan timbunan gas-bio, khususnya gas metana (CH_4) dan CO_2 . Kondisi aerob sebetulnya diinginkan, mengingat membawa keuntungan antara lain:

1. Relatif tidak menimbulkan bau,
2. Proses degradasi lebih cepat,
3. Lindi yang dihasilkan akan lebih ringan
4. Memungkinkan kondisi eksotermis

Penanganan hasil ekstraksi gas metan dari timbunan sampah di landfill dapat berupa:

1. Penggunaan gas secara langsung: dengan kualitas 30–50% CH₄, misalnya sebagai bahan bakar bagi pemakai yang langsung, atau disalurkan melalui sistem perpipaan. Bila disalurkan melalui perpipaan, biasanya gas bio tersebut perlu ditingkatkan kemurniannya, sampai mendekati 100% metan.
2. Pembangkit tenaga listrik melalui generator : listrik yang dihasilkan dapat langsung dipakai, atau diintegrasikan dengan jaringan listrik yang ada, misalnya PLN.
3. Flaring : merupakan alternatif termurah dan termudah, yaitu membakar gas metan yang dihasilkan, tanpa memanfaatkan. Flaring ini kadang dinilai jalan terbaik, bila gas yang dihasilkan tidak cukup layak untuk dimanfaatkan. Proyek reduksi emisi gas metan ini akan lebih menarik bila dijumpai calon pemakai gas ini disekitar area. Keuntungan lain pembakaran gas metan ini adalah sekaligus membakar gas-gasorganik lain yang dihasilkan, sehingga mengurangi pencemaran udara akibat gas pencemar organik. (Endri Damanhuri, 2008).

METODE PENELITIAN

Sistem perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) TPA Sukawinatan adalah :

1. Menghitung Volume Gas yang terbentuk
2. Membuat Rancangan *Landfill Gas to Energy*

HASIL DAN ANALISA

Volume Gas yang terbentuk

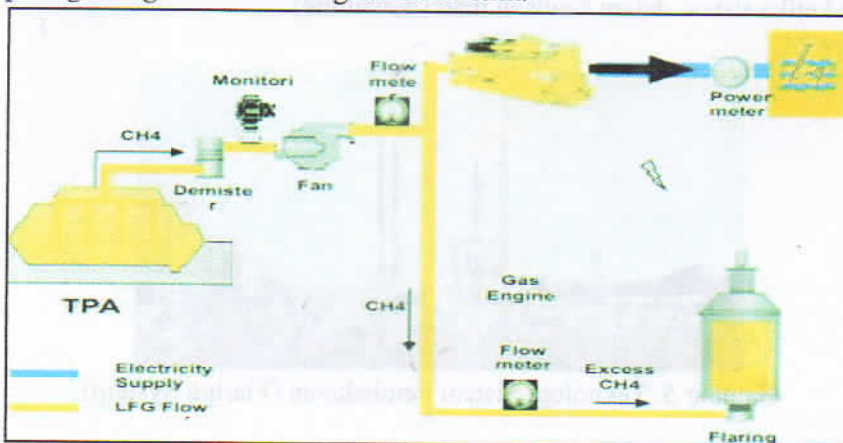
TPA Sukawinatan menghasilkan gas metana sebesar 12 nm³/h di setiap sumurnya (*well* LFG), dengan kalkulasi 50 sumur menghasilkan 600 Nm³/h. (Dinas Kebersihan Kota Palembang 2015)

$$\begin{aligned}V_{TPA} &= V_{mx}W_{LFG} \\ &= 12 \text{ nm}^3/\text{h} \times 30 \text{ well LFG} \\ &= 600 \text{ Nm}^3/\text{h}\end{aligned}$$

Perencanaan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) TPA Sukawinatan merupakan pembangkitan listrik sebesar 500kW yang berasal dari ekstrak gas Metana sumur Landfill gas, diperkirakan membutuhkan kurang lebih 270–300 Nm³/h sebagai bahan bakar gas engine.

Rancangan *Landfill Gas to Energy*

Sampah domestik pada TPA Sukawinatan yang diolah dengan sistem *sanitary Landfill* (lahan urug saniter) akan menghasilkan biogas yang berupa gas metana (CH₄) yang dapat dipergunakan sebagai sumber energi pada *gas engine* untuk menghasilkan listrik.



Sumber : Dinas Kebersihan Kota Palembang 2015

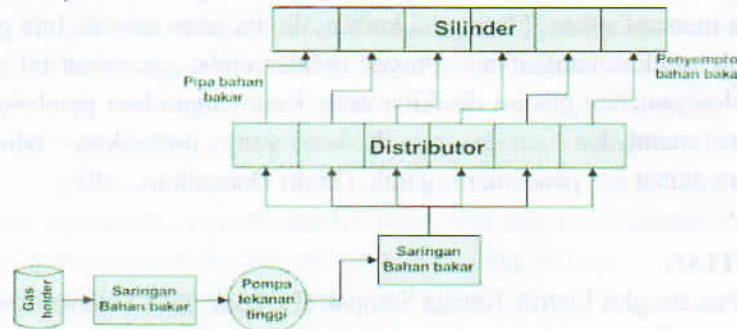
Gambar 3. Skema *Landfill Gas to Energy*

PERENCANAAN PRIME MOVER

Perencanaan prime mover pada PLTSa menggunakan gas engine sebagai berikut :

1. Sistem bahan bakar

Sistem penyaluran bahan bakar dilakukan mulai dari gasholder hingga masuk kedalam silinder. Dalam sistem ini ada beberapa komponen yang digunakan pada pembakaran motor diesel meliputi gasholder (tabung gas), pompa penyalur bertekanan tinggi dan saringan untuk penyaringan bahan bakar. (Didik Eko, 2011)



Gambar 4. Sistem Penyaluran Bahan Bakar

Saringan bahan bakar merupakan komponen penting sebagai pencegah masuknya kotoran kedalam pompa tekanan tinggi serta komponen yang melakukan penyemprot bahan bakar karena kotoran didalam aliran bahan bakar yang bisa menyebabkan kerusakan, terutama keausan pompa dan penyemprot dan juga bisa menyumbat saluran bahan bakar yang berakibat pada terganggunya kerja gas engine.

2. Pipa Penangkapan Gas

Sistem perpipaan untuk penangkapan dan pembakaran LFG sebagai pengumpul dan penghubung sumur LFG ke sistem pembakaran, dimana sistem penangkapan gas sebaiknya dilengkapi dengan sistem filter gas yang berupa perangkat air dan gas yang dikontrol menggunakan valve sebagai peralatan pengukuran.

3. Pengontrol Gas Otomatis

Rumah kontrol dari sistem biogas yang dioperasikan. Dengan sistem ini diharapkan pengambilan gas dapat dilakukan lebih optimal.

4. Teknologi Sistem Pembakaran (Flaring System)

Sistem pemakaran yang digunakan untuk membakar kelebihan gas yang ada ketika sistem sedang berjalan maupun ketika sistem dalam keadaan mati (downtime).



Gambar 5. Teknologi Sistem Pembakaran (Flaring System)

5. Mesin Penggerak

Gas Engine merupakan motor yang cara kerja penyalanya dilakukan dengan kompresi. Di step bagian isap motor hanya udara yang dimasukan menuju bagian silinder. Disaat melakukan torsi awal bahan bakar yang disemprotkan kedalam silinder akan memproses proses trigger penyalan untuk melakukan proses pembakaran, di satu udara didalam silinder sudah bertemperatur tinggi. (Didik Eko, 2011)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) TPA Sukawinatan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Potensi sampah kota Palembang dengan jumlah penduduk pada tahun 2015 sebanyak 1.580.517 jiwa yang terdiri dari 788.574 jiwa penduduk perempuan dan 791.943 jiwa penduduk laki-laki, dengan volume sampah yang masuk ke TPA Sukawinatan sebesar 400-500 ton perhari, prediksi rata-rata *gas flow* sebesar 150-270 Nm³/h dengan sumber pada TPA Sukawinatan zona C,D dan K dapat memberikan *gas flow* sebesar 450-510 Nm³/h.
2. Perencanaan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) TPA Sukawinatan merupakan pembangkitan listrik sebesar 500 kW yang berasal dari ekstrak gas Metana sumur Landfill gas, diperkirakan membutuhkan kurang lebih 270 – 300 Nm³/h untuk dijadikan sumber bahan bakar gas engine, maka untuk perhitungan yang didapat adalah 600 Nm³/h adalah cukup untuk penyediaan alternatif bahan bakar penghasil daya 500 kW.

DAFTAR PUSTAKA

1. Damanhuri, Padi, 2008, *Diktat Kuliah Pengelolaan Sampah*, Program Studi Teknik Lingkungan FTSL ITB, Bandung, Indonesia.
2. Didik Eko, Gunawan, 2011, *Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah dengan Teknologi Dry Anaerobic Conversion*, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-2 Tahun 2011, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang, Jawa Tengah, Indonesia.
3. Modul TPA Sukawinatan, Palembang, Indonesia, 2016,