

Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Energi Alternatif Penggerak Tromol Kompos

Hendri DS Budiono^{*)}, M. Adi Yasir M. P^{)}**

Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia,
Kampus Baru UI, Depok 16434
Telp. (021) 7270032, 7864089 Ext. 201 Faks (021) 7270033
e-mail : hendri@eng.ui.ac.id

Abstrak

Sinar matahari dapat dijadikan suatu energi alternatif yang menguntungkan bagi kehidupan manusia. Banyaknya energi matahari yang belum dimanfaatkan mendorong untuk dilakukannya penelitian terhadap kemungkinan memanfaatkan energi tersebut sebagai energi alternatif untuk menggerakkan motor sehingga dapat memutar unit pemroses kompos (composter). Tromol kompos adalah alat yang digunakan untuk memproses sampah organik melalui proses fermentasi/dekomposisi secara biologis terhadap bahan-bahan organik menjadi kompos yang dilakukan dengan jalan memutar sebuah tabung yang digerakkan oleh motor listrik. Kompos akan dihasilkan dengan baik dan cepat bila temperatur dapat dijaga antara 50-70°C selama 5 hari.

Energi surya fotovoltaik dihasilkan dengan mengubah energi matahari menjadi energi listrik yang selanjutnya disebut dengan listrik tenaga matahari yang dibangkitkan oleh komponen yang disebut solar sel yang besarnya sekitar 10 ~ 15 cm persegi harus diteliti aplikasi pemanfaatannya, sehingga diharapkan mampu digunakan sebagai energi alternatif penggerak unit tromol kompos. Besar Listrik yang dihasilkan dari panel surya, sistem transmisi yang akan digunakan untuk meneruskan daya dan putaran seperti perhitungan dan pemilihan motor DC, perhitungan besar perbandingan ratio transmisi roda gigi, rantai dan sproket harus dihitung, sehingga mampu menghasilkan sistem yang lebih effective. Putaran unit kompos yang konstan tentunya dapat lebih memberikan kepastian dalam menjaga temperatur sesuai dengan yang dipersyaratkan serta waktu yang lebih singkat. Begitu juga tentunya lama proses dapat lebih dipercepat.

Agar pemanfaatan energi ini dapat lebih efisien, maka optimasi sistem sel surya akan menjadi suatu tinjauan yang lebih menarik karena sistem sel surya yang digunakan selain dituntut untuk mampu menjadi sumber energi tidak saja hanya untuk mengoperasikan satu tabung putar akan tetapi dituntut untuk dapat mengoperasikan beberapa tabung putar sehingga dapat murah secara ekonomi

Kata kunci : kompos, sel surya, motor listrik

**) staf pengajar departemen teknik mesin FTUI*

****) mahasiswa program S1 Reguler Departemen Teknik Mesin FTUI*

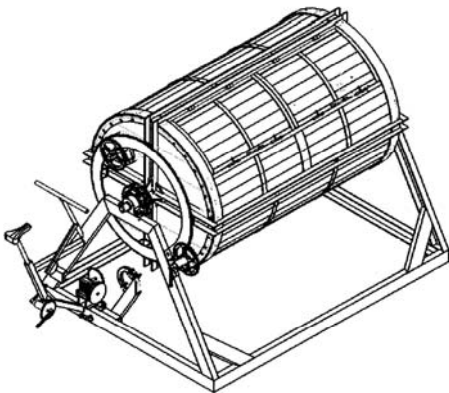
1. PENDAHULUAN

Kompos merupakan hasil dari proses fermentasi/dekomposisi secara biologis terhadap bahan-bahan organik. Proses dekomposisi terhadap bahan organik dapat terjadi secara alami. Namun demikian dengan budi daya manusia proses pembuatan kompos melalui proses dekomposisi alami tersebut dapat dipercepat dan ditingkatkan kualitasnya. Proses pembuatan kompos dari

sampah organik secara konvensional telah banyak dilakukan masyarakat luas. Proses fermentasi pada sistem konvensional membutuhkan waktu kurang lebih 5 minggu. Pemahaman yang baik mengenai proses pembuatan kompos dapat meningkatkan kualitas kompos yang dihasilkan.

Suatu rancangan alat pembuat kompos berbentuk tabung terbuat dari kayu (tabung putar) seperti diperlihatkan pada gambar dibawah, dimana struktur rangka penguatnya terbuat dari material besi profil dan digerakkan oleh tenaga kayuh kaki manusia sudah banyak dibuat dan dapat menghasilkan kompos dalam waktu 5 hari.

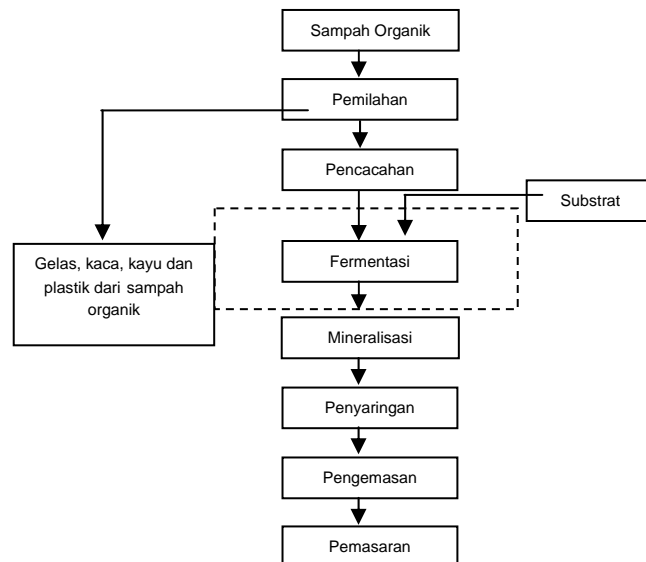
Indonesia adalah salah satu negara yang mempunyai cukup banyak sinar matahari yang tentunya dapat dimanfaatkan sebagai alternatif energi penggerak alat pembuat kompos untuk menggantikan tenaga manusia yang mengoperasikannya. Dengan menggunakan sel surya ini diharapkan putaran tabung putar dapat lebih konstan, sehingga diharapkan proses pengeluaran panas (heat release) yang terjadi pada proses kompos. Volume sampah yang cukup besar dan waktu yang diperlukan untuk menghasilkan kompos serta untuk mengatasi investasi yang terjadi akibat masih mahalnya panel surya dan kelengkapannya, maka diharapkan hal tersebut dapat sebanding bila satu panel surya bisa digunakan untuk menggerakkan lebih dari satu tabung putar



Gambar 1. Tabung Putar

2. PROSES KOMPOS DENGAN TABUNG PUTAR

Proses pengkomposan dengan menggunakan tabung putar adalah pengembangan proses konvensional yang biasa dilakukan udara terbuka dimana proses berlangsung sebagian secara aerobik dan sebagian lagi anaerobik (Sistem pasif/statis, Sistem aktif/dinamis, Sistem pasif-aktif/statis-dinamis). Proses ini adalah sistem aerobik tertutup, dimana proses fermentasi sampah organik dilakukan di dalam tabung tertutup berbentuk silinder yang secara periodik diputar dengan bantuan tenaga manusia atau motor listrik. Kedalam silinder ditambahkan beberapa jenis substrat dalam jumlah tertentu. Sistem aerobik dalam silinder tertutup dikenal pula sebagai Sistem Tabung Putar. Keberhasilan proses pengkomposan menggunakan sistem Tabung Putar sangat bergantung kepada keadaan temperatur dan sirkulasi udara di dalam silinder. Hal ini dapat dicapai dengan memutar tabung putar secara periodik dan dengan



Gambar 2 : Proses Pembuatan Kompos organik

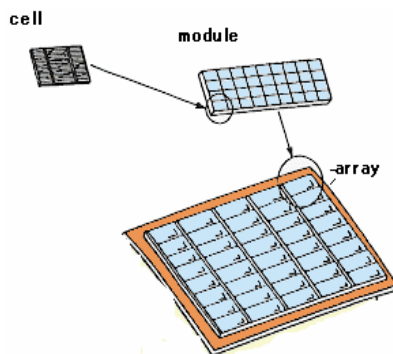
bantuan blower, udara dimasukkan ke dalam tabung putar sesuai dengan kebutuhan. Selama proses pembusukan, temperatur dari bahan yang sedang diproses harus dipantau secara kontinu, terutama pada tahap pembusukan dengan temperatur tinggi (dapat mencapai 70°C). Pemantauan temperatur dapat dilakukan dengan pembacaan termometer yang dipasang pada kedalaman tertentu.

Dengan sistem tabung putar, proses pengkomposan sampah organik dapat berlangsung lebih singkat dibandingkan dengan sistem konvensional. Dengan demikian maka jumlah kompos yang dihasilkan per satuan waktu menjadi lebih besar. Pada bagian lain kebutuhan akan lahan untuk proses pengkomposan dengan sistem tabung putar menjadi jauh lebih kecil dibanding dengan sistem terdahulu untuk kapasitas produksi yang sama. Kualitas kompos/pupuk organik yang dihasilkan sangat baik dan higienis karena tidak terdapat bakteri patogen dan fungsida karena tingginya temperatur yang dapat mencapai 70 °C.

3. SEL SURYA

Konsep pengembangan Tromol Komposter ini adalah dengan mencoba menggantikan tenaga kayuh manusia dengan motor yang digerakkan menggunakan energi listrik yang dihasilkan dari panel sel surya fotovoltaik yang kemudian disimpan kedalam batere atau aki sebagai cadangan energi fotovoltaik yang telah diserap dan siap digunakan walaupun tidak disinari matahari.

Energi surya fotovoltaik dihasilkan dengan mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Listrik tenaga matahari dibangkitkan oleh komponen yang disebut solar sel yang besarnya sekitar 10 ~ 15 cm persegi.



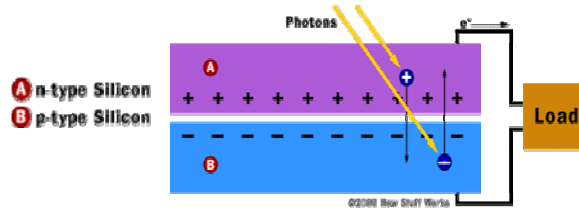
Gambar 3. Bagian-bagian Sel Surya

Sel surya terdiri dari beberapa bagian yaitu sel surya, modul dan array. Sel surya merupakan komponen terkecil dari sebuah panel surya. Sel surya terdiri semikonduktor seperti silikon dengan tipe N dan P. Modul adalah kumpulan dari sel surya yang dapat digunakan langsung. Sedangkan Array adalah kumpulan Modul surya yang dapat menghasilkan daya yang lebih besar. Semua bagian itu terintegrasi dalam sebuah panel surya yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

Solar sel merupakan komponen vital yang umumnya terbuat dari bahan semikonduktor diantaranya lapisan unsur silikon yang tipis. Kemudian lapisan silikon dipasang dengan posisi sejajar dalam sebuah panel yang terbuat dari aluminium atau baja anti karat dan dilindungi oleh kaca atau plastik. Lapisan silikon itu kemudian dirangkaikan secara seri menggunakan kisi-kisi kabel penghantar arus listrik.

Proses terjadi listrik dalam sel surya yaitu pada saat sinar matahari mengenai permukaan panel surya maka pada lapisan silikon terjadi pemisahan elektron dari atom silikon sehingga elektron bebas bergerak panel surya juga mempunyai satu atau lebih medan listrik yang memaksa elektron untuk bergerak dengan arah tertentu. Aliran elektron ini merupakan arus listrik, dan dengan menempatkan menghubungkan dengan logam di atas dan di bawah panel surya, maka kita bisa mengalirkan listrik ke luar.

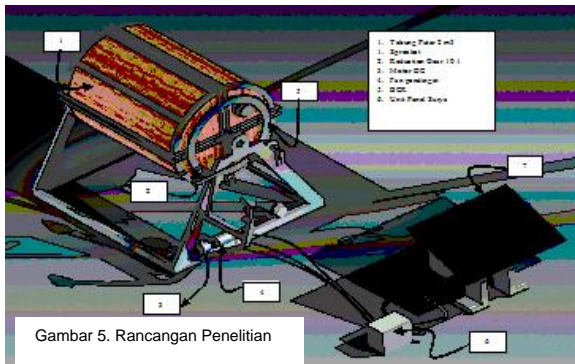
Sistem kelistrikan yang digunakan panel surya untuk menggerakkan tromol komposter yaitu dengan sinar matahari yang mengenai modul akan diubah menjadi energi listrik seperti yang telah dijelaskan diatas. Energi listrik yang dihasilkan modul kemudian dialirkan melalui kbel yang menempel pada modul dan terbungkus dalam suatu tempat (seperti terminal. Terminal listrik tersebut kemudian disambungkan dengan kabel modul yang dihubungkan dengan BCR (Batere Control Regulator) atau Box Batere Set. Setelah itu dari BCR dapat dialirkan kemotor listrik sehingga menggerakkan Tromol Komposter. BCR terdiri dari beberapa port untuk beberapa beban dan juga terdapat output untuk mengisi batere. Batere ini juga dapat digunakan untuk kebutuhan lain. Disamping itu, output BCR dapat langsung digunakan untuk beban sesuai dengan spesifikasi. Untuk menghubungkan dari terminal pada modul ke BCR digunakan kabel bertipe NYYHY yaitu kabel dengan tembaga yang terdiri dari dua kabel.



Gambar 4. Proses terjadi arus

4. RANCANGAN PENELITIAN

4.1. Rancangan Alat Penelitian



Gambar 5. Rancangan Penelitian

Motor DC (15 Nm) yang digunakan untuk memutar tromol kompos digerakkan oleh listrik yang berasal dari panel sel surya dengan spesifikasi 12V, 3A, 22 rpm dan 15 Nm. Sedangkan spesifikasi panel surya yaitu 12V-19V, 3.05A. Daya dan putaran yang dihasilkan oleh dari motor DC tersebut selanjutnya dengan menggunakan sistem transmisi rantai dengan perbandingan rasio (3:1) diteruskan ke transmisi roda gigi penurun putaran (reduction gear) 10:1. Hal

ini dikarenakan putaran yang dibutuhkan untuk input putaran reduction gear sebesar 63 rpm sedang untuk memutar tromol kompos dari reduction gear sebesar 6,3 rpm sehingga menghasilkan putaran tromol kompos sebesar 1 rpm. Disamping itu penentuan motor DC berdasarkan besar torsi yang dihitung dari beban operasi sebesar 4,5 Nm. Aspek ekonomis dari pengembangan sistem ini di hitung dengan perhitungan sederhana dengan membandingkan antara biaya investasi dan biaya operasional seperti : pembuatan unit kompos, panel surya, reduction gear, motor DC, biaya pengemasan dan marketing, biaya pemeliharaan, penyusutan alat, upah dan bunga bank) dengan nilai jual dari kompos yang akan dihasilkan

4.2. Rancangan Pengambilan Data

Data penurunan temperatur dilakukan dengan melakukan pengukuran dan pencatatan setiap penurunan temperatur setiap 5 menit dengan menggunakan termometer yang dipasang pada tabung putar dalam tiga titik yaitu dua disamping tabung putar dan satu dibagian tengah tabung

putar. Selain itu dilakukan pula pengujian putaran tabung putar yang digerakkan oleh manusia dan motor DC. Hasil dari data tersebut dituliskan pada tabel yang tersedia seperti dibawah.

TABEL 1
WAKTU PENURUNAN TEMPERATUR

Temperatur Luar = °C
 Berat Sampah = kg

Sumber Penggerak	Temperatur								
	5 menit Pertama			5 menit Kedua			5 menit Ketiga		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Hari 1									
Hari 2									
Hari 3									
Hari 4									
Hari 5									

TABEL 2
UJI PUTARAN POROS UTAMA KOMPOS

Temperatur Luar = °C
 Berat Sampah = kg

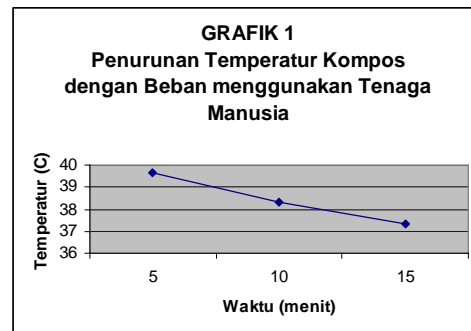
Sumber Penggerak	Putaran								
	5 menit Pertama			5 menit Kedua			5 menit Ketiga		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Hari 1									
Hari 2									
Hari 3									
Hari 4									
Hari 5									

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang didapat dan dibahas dibawah adalah data yang diambil pada siang hari dengan tromol hanya terisi sampah organik sebanyak 0.25 dari kapasitas yang direncanakan (700 kg) dan temperatur luar tercatat sebesar 32°Cserta baru data untuk hari pertama.. Walaupun secara keseluruhan data belum lengkap namun telah didapat beberapa hasil dan pembahasannya seperti pada uraian berikut :

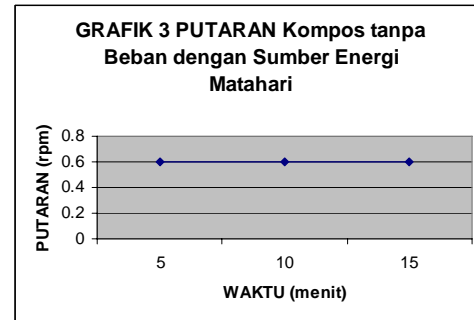
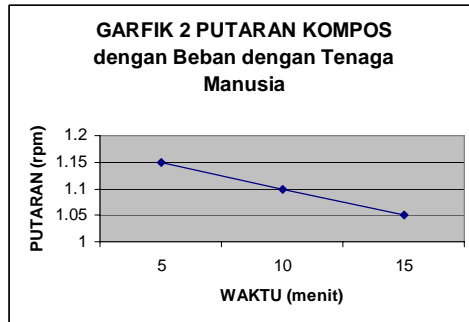
5.1. Waktu Penurunan Temperatur Kompos

Grafik 1 disamping memperlihatkan adanya Penurunan Temperatur dari 39,7 °C pada 5 menit pertama ke 37,8 °C pada 5 menit ketiga. Temperatur pembusukkan ideal sebesar antara 50 - 70°C atau lonjakan dari tempertaur pembusukan tersebut memang belum terlihat karena memang data diambil baru pada hari pertama. Akan tetapi terbukti bahwa dengan memutar tromol maka tempertaur kompos dapat diturunkan.



5.2. Pengujian Putaran

Grafik 2 memberikan gambaran adanya putaran yang tidak konstan bila digunakan sumber tenaga manusia untuk memutar tromol kompos. Terjadi penurunan putaran dari 1,91 rpm pada 5 menit pertama ke 1,75 rpm pada 5 menit ketiga. Data tersebut bila dibandingkan dengan Grafik 3 dimana data diambil dari kondisi tromol tanpa beban dengan penggerak energi listrik dari sel surya. Ke dua Grafik tersebut tentunya memberikan pembenaran bahwa putaran yang dihasilkan dengan menggunakan motor DC dimana energi listrik didapatkan dari sel surya ternyata memang lebih konstan dibandingkan dengan menggunakan tenaga manusia



5.3. Kondisi 5.1 dan 5.2 diatas (tidak sesuai dengan yang direncanakan) terjadi karena adanya permasalahan kondisi unbalance yang terjadi pada poros utama tromol, sehingga memberikan data yang salah terhadap pemilihan daya dan putaran motor DC yang ditentukan berdasarkan perhitungan teoritis, ketersediaan waktu yang ada.

5.3. Waktu yang diperlukan untuk menghasilkan kompos dan Kualitas kompos yang dihasilkan

Walaupun data untuk langkah ini belum bisa diperoleh akan tetapi dengan melihat kondisi diatas sebenarnya bisa diprediksi bahwa dengan putaran tromol yang konstan yang dihasilkan dengan menggunakan energi surya serta terjadinya penurunan temperatur yang diakibatkan tromol diputar, seharusnya waktu keseluruhan proses kompos dapat dipercepat.

5.4. Analisa ekonomis

Pehitungan ekonomis dilakukan untuk masa operasi 1 tahun dengan perkiraan setiap 5 hari akan menghasilkan 400 kg. Perhitungan ekonomis ini dilakukan dengan memperhitungkan besar dana investasi yang diperlukan sebesar 40%, biaya operasional termasuk pengemasan dan pemasaran sebesar 32%, upah sebesar 23% serta memperhitungkan pinjaman bank dengan bunga sebesar 22% per tahun. Perhitungan tersebut kemudian dibandingkan dengan harga jual kompos dengan perhitungan harga jual per kg kompos adalah Rp. 3.000,- selama satu tahun maka dihasilkan keuntungan sebesar 10%

6. KESIMPULAN

1. Dapat dibuktikan bahwa tromol kompos yang digerakkan dengan memanfaatkan sel surya dapat menghasilkan putaran poros yang konstan
2. Dapat dibuktikan bahwa dengan memutar tromol maka akan terjadi penurunan temperatur
3. Secara teoritis pengembangan unit dengan menggunakan panel surya ini akan memberikan keuntungan sebesar 10%.

7. Daftar Pustaka :

- a. **Roger T. Haug**, The Practical Handbook of Composting Engineering, Lewis Publishers
- b. **Kerjasama Antara PT. Perusahaan Gas negara (Persero) dengan Unit Pengabdian Pada Masyarakat Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2000**, Laporan Akhir Pekerjaan Perancangan Detail Tabung Putar (Tromol) Kapasitas 2m³ dan 4m³ Berikut Peralatan Pendukungnya
- c. **Hamrock, Jacobson, Schmid**, Fundamental of Machine Elements, , Mc- Graw Hill 1999