

# Rancang Bangun Bioaktivator Mesin Pengolah Pupuk Bokasi Dengan Kontrol Temperatur Otomatis



## *LAPORAN TUGAS AKHIR*

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
guna memperoleh Gelar Diploma III  
pada Politeknik Negeri Ujung Pandang

*DISUSUN OLEH :*

**Muhammad Askar**  
06 35 001

**Muh. Habib Abdullah**  
06 35 005

PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR  
2009

## HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul **RANCANG BANGUN BIOAKTIVATOR MESIN PENGOLAH PUPUK BOKASI DENGAN KONTROL TEMPERATUR OTOMATIS** oleh :

**Muhammad Askar** (06 35 001)

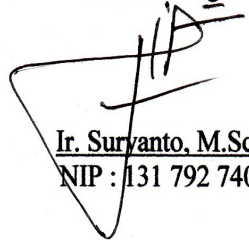
**Muh. Habib Abdullah** (06 35 005)

Tugas Akhir telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Konversi Energi dan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2009

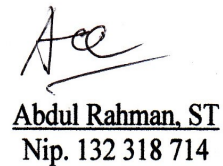
Mengesahkan,

Pembimbing I



Ir. Suryanto, M.Sc.  
NIP : 131 792 740

Pembimbing II



Abdul Rahman, ST  
Nip. 132 318 714

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Muh. Tekad, ST, MT.  
Nip. 131 884 322

## PENERIMAAN PANITIA UJIAN

Pada hari ini, hari Jum`at tanggal 28 September 2009 Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir, telah menerima dengan baik hasil Tugas Akhir oleh mahasiswa :

**Muhammad Askar** (06 35 001)


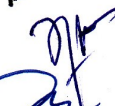
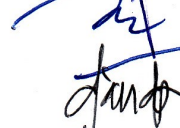


**Muh. Habib Abdullah** (06 35 005)

dengan judul :

**RANCANG BANGUN BIOAKTIVATOR MESIN PENGOLAH PUPUK  
BOKASI DENGAN KONTROL TEMPERATUR OTOMATIS**

Makassar, September 2009

Panitia Ujian Sidang Tugas Akhir :

- |                               |               |   |
|-------------------------------|---------------|---|
| 1. Ir. Firman, MT             | Ketua         | (  ) |
| 2. Jamal, ST. MT              | Sekretaris    | (  ) |
| 3. Ir. Abdi Wibowo, MT.       | Anggota       | (  ) |
| 4. Ir. H. Chandra Bhuana, MT. | Anggota       | (  ) |
| 5. Ir. Suryanto, M.Sc.        | Pembimbing I  | (  ) |
| 6. Abdul Rahman               | Pembimbing II | ( )   |

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-NYA sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya .

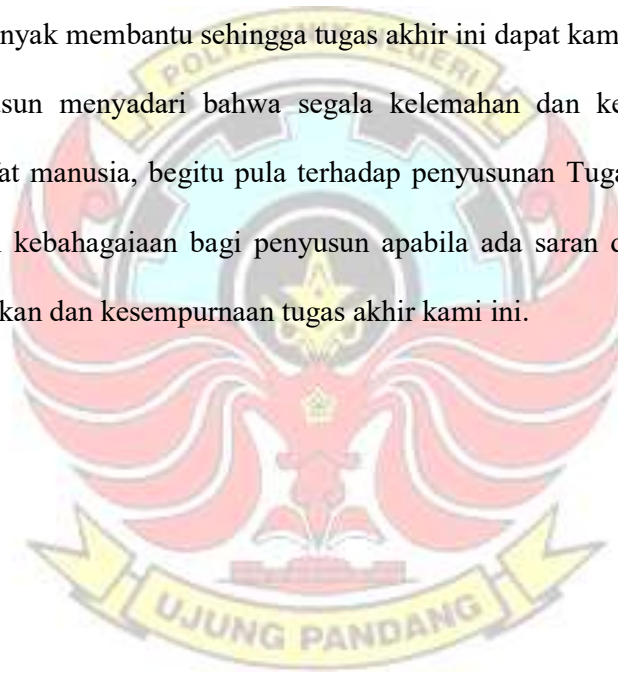
Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Tugas Akhir ini berisi tentang rancang bangun bioaktivator mesin pengolah pupuk bokasi dengan kontrol temperatur otomatis. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mengambil berbagai bahan referensi dari buku yang sekiranya dianggap menunjang terhadap penyusunan Tugas Akhir ini.

Melalui kesempatan ini penyusun menyampaikan ucapan terima kasih kepada segenap pihak yang telah membantu kami dalam menyusun tugas akhir ini yaitu kepada :

1. Orang tua kami yang tercinta, beserta saudara(i) kami atas segala doa dan dorongannya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Ir, Suryanto, M.Sc selaku pemimbing I.
3. Bapak Abdul Rahman, ST selaku pembimbing II.
4. Bapak DR. Pirman. M.Si selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Muh.Tekad, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

6. Bapak Jamal, ST. Selaku Ketua Program Studi Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
7. Segenap Dosen dan Teknisi pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Konversi Energi Angkatan 2006.
9. Serta semua pihak yang tak dapat kami sebut satu-persatu yang telah banyak membantu sehingga tugas akhir ini dapat kami selesaikan.

Penyusun menyadari bahwa segala kelemahan dan kekurangan adalah salah satu sifat manusia, begitu pula terhadap penyusunan Tugas Akhir ini. Dan akan menjadi kebahagiaan bagi penyusun apabila ada saran dan pertimbangan kearah perbaikan dan kesempurnaan tugas akhir kami ini.



Penyusun

## DAFTAR ISI

Halaman Sampul .....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Halaman Penerimaan .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Daftar Isi.....	vi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Perumusan Masalah .....	3
C. Tujuan dan manfaat penelitian .....	3
1. Tujuan penelitian .....	3
2. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Kompos .....	5
B. Faktor Yang Mempengaruhi Pengomposan.....	7
C. Teknik Pembuatan Kompos .....	9
D. Mekanisasi dan Kontrol Temperatur Otomatis Proses Fermentasi .....	12
<b>BAB III METODE RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN</b>	
A. Alat dan Bahan .....	17
B. Prosedur perancangan .....	19
1. Pembuatan rangka dudukan bioaktivator .....	20

2. Pembuatan rangka dudukan motor dan gear box....	21
3. Pembuatan batang pengaduk.....	22
4. Pembuatan poros pengaduk.....	22
5. Pembuatan kopling .....	23
6. Pembuatan bioaktivator/reactor .....	23
7. Pembuatan cerobong penguapan .....	23
8. Pembuatan hooper .....	24
9. Pembuatan luncuran produk .....	24
10. Pembuatan panel box .....	24
11. Merangkai instalasi kontrol temperatur .....	25
C. Prosedur pengujian .....	26
1. Pengujian kontrol dan mekanisme pengaduk pada beban kosong .....	26
2. Pengujian mesin/alat .....	26
3. Pengujian hasil produk .....	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Data hasil pengujian.....	29
1. Hasil Percobaan kontrol dan mekanisme pengaduk pada beban kosong .....	29
2. Hasil Percobaan mesin/alat .....	29
3. Hasil pengujian produk .....	38
B. Grafik .....	41
C. Pembahasan .....	46

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan .....	48
B. Saran.....	48

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN





## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Percobaan kontrol dan mekanisme pengaduk pada beban kosong.....	29
Tabel 2. Hasil percobaan motor / alat I .....	30
Tabel 3. Hasil percobaan motor / alat II .....	32
Tabel 4. Hasil percobaan motor / alat III .....	34
Tabel 5. Hasil percobaan motor / alat IV .....	36
Tabel 6. Hasil percobaan menurut karakteristik fisik dan kimiawi .....	40



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Motor satu fasa .....	12
Gambar 2.2	Reducer/gear box .....	13
Gambar 2.3	Bantalan/bearing .....	14
Gambar 2.4	Diagram Skema Kontrol Temperatur.....	16
Gambar 3.1	Bioaktivator pengolah pupuk bokasi .....	19
Gambar 3.2	Instalasi kontrol temperatur .....	25
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara temperatur pupuk dan temperatur luar dengan waktu pada percobaan I .....	41
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara temperatur pupuk dan temperatur luar dengan waktu pada percobaan II .....	42
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara temperatur pupuk dan temperatur luar dengan waktu pada percobaan III .....	43
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara temperatur pupuk dan temperatur luar dengan waktu pada percobaan IV .....	44
Gambar A.1	Mesin pengolah pupuk bokasi dengan kontrol temperatur otomatis .....	50
Gambar A.2	Rangka dudukan bioaktivator .....	51
Gambar A.3	Komponen rangka dudukan bioaktivator .....	52
Gambar A.4	Rangka dudukan motor dan reducer .....	53
Gambar A.5	Komponen rangka dudukan motor dan reducer .....	54
Gambar A.6	Bioaktivator .....	55

Gambar A.7	Poros pengaduk .....	56
Gambar A.8	Batang pengaduk .....	57
Gambar A.9	Potongan kopling .....	58
Gambar A.10	Hooper dan cerobong penguapan .....	59
Gambar A. 11	Luncuran produk dan panel kontrol .....	60
Gambar B.1	Proses pemupukan dengan menggunakan mesin pengolah pupuk bokasi .....	61
Gambar B.2	Pemotongan kaki rangka dudukan bioaktivator .....	62
Gambar B.3	Pengelasan rangka penahan atas pada dudukan motor ...	62
Gambar B.4	Merapikan hasil las pada rangka motor .....	63
Gambar B.5	Pengelasan pada rangka dudukan reducer dan motor .....	63
Gambar B.6	Rangka dudukan motor dan reducer .....	64
Gambar B. 7	Rangka dudukan bioativator .....	64
Gambar B.8	Pengujian kontrol dan mekanisme pengaduk pada beban kosong .....	65
Gambar B.9	Pengujian mesin/alat .....	65
Gambar B.10	Pengeluaran produk hasil percobaan .....	66
Gambar B.11	Pupuk hasil percobaan .....	66

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Limbah pertanian selama ini merupakan masalah umum di daerah pedesaan dan sering menimbulkan permasalahan karena menjadi salah satu penyebab pencemaran lingkungan. Hal tersebut disebabkan karena kurangnya sosialisasi tentang pemanfaatan limbah pertanian. Biasanya, limbah pertanian hanya di tumpuk dan dibakar begitu saja walaupun sebagian petani menggunakannya sebagai bahan baku pembuatan dedak. Salah satu solusi tentang permasalahan tersebut adalah memanfaatkan limbah pertanian untuk pertanian, dimana limbah tersebut digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik.

Permintaan pupuk organik juga semakin meningkat, namun di lapangan terkendala dengan ketersediaan dan kontinuitas produksinya. Karena kecendrungan petani untuk "back to the nature" tersebut, maka perlu didukung pemakaian pupuk organik untuk meningkatkan produktifitas hasil yang tinggi, harga yang murah serta ramah lingkungan (Purbayu B.S, 2005).

Walaupun teknologi pengolahan pupuk organik berskala besar dan modern telah lama ada, namun tingginya harga produksi dan investasi awal yang besar menjadi kendala untuk industri kecil. Proses pengolahan pupuk organik jenis pupuk bokasi umumnya dilakukan oleh industri kecil pedesaan (industri rumah tangga) dengan cara manual, sehingga untuk memperoleh kapasitas produksi maksimum cukup sulit, serta tidak efisien.

Secara spesifik persoalan pertama yang ditemui adalah pencampuran bahan baku secara manual yang dikerjakan di udara terbuka sehingga menguras tenaga dan menimbulkan aroma yang tidak sedap bagi pekerja. Kedua adalah wadah yang digunakan untuk proses fermentasi sangat sederhana sehingga tidak efisien. Ketiga, kontrol temperatur yang dilakukan dengan cara manual membutuhkan rutinitas yang tinggi bagi pekerja, siang dan malam agar temperatur standar terbentuknya pupuk bokasi yang berkualitas dapat tercapai, itupun tidak efektif. Masalah keempat, lingkungan kerja yang tidak sehat dan kotor karena dilakukan di udara terbuka. Misalnya penggunaan sekop dan alat sederhana lainnya untuk mencampur bahan baku dalam suatu bak terbuka, proses fermentasi yang dikerjakan pada lantai tidak permanen dengan membuat gundukan yang ditutupi lembaran karung.

Dengan adanya masalah tersebut di atas proses bioorganisme menjadi tidak sempurna, produk menjadi basah dan busuk dikarenakan temperatur yang tidak terkontrol. Hasil yang diperoleh tentunya jauh dari harapan, kualitas pupuk bokasi juga tidak optimal.

Berdasarkan uraian di atas diperlukan adanya rancang bangun bioaktivator mesin pengolah pupuk bokasi skala rumah tangga. Diharapkan dengan adanya bioaktivator ini dapat lebih meningkatkan partisipasi masyarakat dalam mengolah limbah pertanian, mengurangi biaya pengelolaan pupuk, menghasilkan nilai tambah dari pemanfaatan pupuk organik (pupuk bokasi) yang menunjang pertanian ramah lingkungan, serta mengurangi pencemaran lingkungan, baik terhadap tanah, air, maupun udara.

## **B. Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian dari latar belakang diatas, rumusan masalah yang akan dibahas antara lain:

1. Bagaimana merancang bioaktivator mesin pengolah pupuk bokasi skala kecil /rumah tangga.
2. Bagaimana mengontrol temperatur pada bioaktivator mesin pengolah pupuk bokasi.
3. Bagaimana meningkatkan kapasitas produksi pupuk dari bioaktivator mesin pengolah pupuk bokasi.

## **C. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1. Tujuan Penelitian**

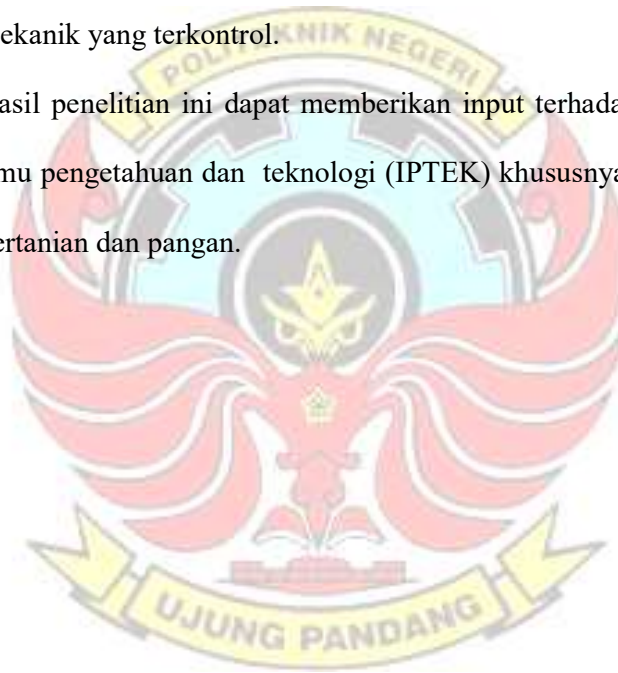
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Merancang bioaktivator mesin pengolah pupuk bokasi skala rumah tangga.
- b. Mengontrol temperatur pupuk pada bioaktivator mesin pengolah pupuk bokasi.
- c. Meningkatkan kapasitas produksi pupuk dari bioaktivator mesin pengolah pupuk bokasi.

## 2. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Membantu program pemerintah dalam sistem pengelolaan sampah/limbah pertanian khususnya untuk menghasilkan pupuk organik.
- b. Membantu industri kecil pengolah pupuk dalam kendala yang dihadapi dalam pengelolaan pupuk dari proses manual menjadi proses mekanik yang terkontrol.
- c. Hasil penelitian ini dapat memberikan input terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) khususnya dalam teknologi pertanian dan pangan.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Kompos**

Sebagian besar petani di Indonesia ternyata masih banyak yang mengandalkan pupuk anorganik (urea dan TSP). alasan mereka didasarkan pada penggunaannya yang praktis dan hasil panen yang memuaskan. Setiap musim tanam petani pasti menambahkan pupuk anorganik ini akan terakumulasi dalam tanah dan menyebabkan kekahatan (kekurangan) unsur hara.

Dalam kenyataannya, tanah yang sering diberi pupuk anorganik, lama-kelamaan akan menjadi keras. Keadaan ini akan menyebabkan beberapa kesulitan, di antaranya tanah jadi sukar diolah dan pertumbuhan tanaman terganggu. Permasalahan tersebut sebenarnya tidak akan terjadi jika ”memperlakukan tanah dengan baik”.

Kesuburan dan kegemburan tanah akan terjaga jika kita selalu menambahkan bahan organik, salah satunya kompos. ,pemakaian kompos sangat dianjurkan karena dapat memperbaiki produktivitas tanah, baik secara fisik, kimia, maupun biologi tanah. Secara fisik, kompos bisa menggemburkan tanah; memperbaiki aerasi dan drainase; meningkatkan pengikatan antar-partikel dan kapasitas mengikat air sehingga dapat mencegah erosi dan longsor; mengurangi tercucinya nitrogen terlarut; serta memperbaiki daya olah tanah.

Secara kimia, kompos dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), ketersediaan unsur hara, dan ketersediaan asam humat. Asam humat akan membantu meningkatkan proses pelapukan bahan mineral. Secara biologi,



kompos yang tidak lain bahan organik ini merupakan sumber makanan bagi mikroorganisme tanah. Dengan adanya kompos, fungi, bakteri, serta mikroorganisme menguntungkan lainnya akan berkembang lebih cepat. Banyaknya mikroorganisme tanah yang menguntungkan dapat menambah kesuburan tanah.

Penggunaan kompos juga dapat meningkatkan kesuburan tanah. Komponen yang paling berpengaruh terhadap sifat kimia tanah adalah kandungan humusnya. Humus yang menjadi asam humat atau jenis asam lainnya dapat melarutkan zat besi (Fe) dan aluminium (Al). kedua unsur ini sering mengikat senyawa fosfat ( $\text{PO}_4^{2-}$ ) yang merupakan sumber fosfor (P) bagi tanaman. Apabila fosfat ini diikat oleh besi dan aluminium, senyawa fosfat akan lepas dan menjadi senyawa fosfat tersedia yang dapat diserap tanaman. Dengan demikian, kompos sangat berperan untuk meningkatkan kesuburan. Berikut ini beberapa keunggulan pupuk organik atau kompos:

1. Mengandung unsur hara makro dan mikro lengkap, tetapi jumlahnya sedikit.
2. Dapat memperbaiki struktur tanah sehingga tanah menjadi gembur.
3. Memiliki daya simpan air (water holding capacity) yang tinggi.
4. Beberapa tanaman yang dipupuk dengan pupuk dengan organik lebih tahan terhadap serangan penyakit.
5. Meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang menguntungkan.
6. Memiliki residual effect yang positif. Artinya pengaruh positif dari pupuk organik terhadap tanaman yang ditanam pada musim berikutnya masih ada sehingga pertumbuhan dan produktivitasnya masih bagus.

## **B. Faktor Yang Mempengaruhi Pengomposan**

Proses pengomposan merupakan proses biokimia sehingga setiap faktor yang mempengaruhi mikroorganisme tanah akan mempengaruhi laju dekomposisi tersebut. Laju dekomposisi bahan organik (bahan baku kompos) menjadi kompos yang matang tergantung dari beberapa faktor sebagai berikut:

### **1. Imbangan C/N**

Kecepatan dekomposisi bahan organik ditunjukkan oleh perubahan imbangan C/N selama proses mineralisasi, imbangan C/N bahan yang banyak mengandung N akan berkurang menurut waktu. Kecepatan kehilangan C lebih besar dari pada N sehingga diperoleh imbangan C/N yang lebih rendah (10-20). Apabila imbangan C/N sudah mencapai angka tersebut, artinya proses dekomposisi sudah mencapai tingkat akhir atau kompos sudah matang.

### **2. Tingkat keasaman (pH)**

Pada awalnya pengomposan reaksi cenderung agak asam karena bahan organik yang dirombak menghasilkan asam-asam organik sederhana. Namun, akan mulai naik sejalan dengan waktu pengomposan dan akhirnya akan stabil pada pH sekitar netral.

### **3. Jenis mikroorganisme yang terlibat**

Berdasarkan temperatur yang sesuai untuk metabolisme dan pertumbuhannya, mikroorganisme diklasifikasikan dalam tiga kategori, yaitu psikrofil, mesofil, dan termofil. Mikroorganisme psikrofil hidup pada temperatur kurang dari 20<sup>0</sup> C. mikroorganisme mesofil dapat hidup pada temperatur 25-40<sup>0</sup> C, sedangkan mikroorganisme termofil hidup pada temperatur hingga 60<sup>0</sup> C.

Proses pengomposan bisa dipercepat dengan menambahkan starter atau aktivator yang kandungan bahannya berupa mikroorganisme (kultur bakteri), enzim, dan asam humat. Mikroorganisme yang ada dalam aktivator ini akan merangsang aktivitas mikroorganisme yang ada dalam bahan kompos sehingga cepat berkembang. Akibatnya, mikroorganism yang terlibat dalam pengomposan semakin banyak dan proses dekomposisi akan semakin cepat.

#### 4. Aerasi

Aerasi yang baik sangat dibutuhkan agar proses dekomposisi (pengomposan) organik berjalan lancar. Aerasi (pengatur udara) yang baik kesemua bagian tumpukan bahan kompos sangat penting untuk menyediakan oksigen bagi mikroorganisme dan membebaskan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan.

#### 5. Kelembapan (RH)

Kelembapan bahan kompos yang rendah (kekurangan air) akan menghambat proses pengomposan dan akan menguapkan nitrogen ke udara. Namun, jika kelembapannya tinggi (kelebihan air) proses pertukaran udara dalam campuran akan terganggu. Pori-pori udara yang ada dalam tumpukan bahan kompos akan diisi air dan cenderung menimbulkan anaerobic.

#### 6. Strukur bahan baku

Sifat bahan tanaman tersebut di antaranya jenis tanaman, umur, dan komposisi kimia tanaman. Semakin muda umur tanaman, proses dekomposisi akan berlangsung lebih cepat. Hal ini disebabkan kadar airnya masih tinggi, kadar nitrogen tinggi, imbalanced C/N yang sempit, serta kandungan lignin yang rendah.

#### 7. Ukuran bahan baku

Ukuran bahan baku yang kurang dari 5 cm akan mengurangi pergerakan udara yang masuk ke dalam timbunan dan pergerakan CO<sub>2</sub> yang keluar. Sebaliknya, ukuran bahan yang terlalu besar menyebabkan luas permukaan yang “diserang” akan menurun sehingga proses dekomposisi berlangsung lambat, bahkan bisa terhenti sama sekali.

#### 8. Pengadukan (Homogenisasi)

Apabila campuran bahan ini tidak diaduk, maka proses dekomposisi tidak berjalan secara merata. Akibatnya, kompos yang dihasilkan kurang bagus. Karena itu, sebelum dan selama proses pengomposan, campuran bahan kompos harus diaduk sehingga mikroba perombak bahan organik bisa menyebar secara merata. Dengan demikian, kinerja mikroba perombak bahan organik bisa lebih efektif. Pengadukan sebaiknya dilakukan seminggu sekali.

### C. Teknik Pembuatan Kompos

#### 1. Pembuatan kompos secara tradisional

Pembuatan kompos secara tradisional pada prinsipnya sangat mudah. Prinsipnya yaitu membiarkan bahan organik (dedaunan atau limbah hasil panen) hingga melapuk. Peralatan yang digunakan juga cukup sederhana yaitu cangkul, sekop, golok, dan ember.

Bahan ditumpuk diwadiah lalu ditancapkan bambu yang sudah diberi lubang untuk memberikan sirkulasi udara. Proses pengomposan secara tradisional dilakukan hingga 1,5-2 bulan sampai kompos sudah matang.

## 2. Pembuatan kompos dengan bantuan aktivator.

Aktivator merupakan bahan yang terdiri dari enzim, asam humat bahan, dan mikroorganisme (kultur bakteri) yang dapat mempercepat proses pengomposan. Beberapa aktivator yang beredar dipasaran diantaranya EM4, Orgadec, dan Stardec. Berikut ini cara membuat kompos dengan menambahkan aktivator.

### ➤ Membuat kompos dengan aktivator stardec

Pembuatan kompos menggunakan stardec membutuhkan empat bak penampungan yang setiap bak bisa menampung bahan baku kompos sebanyak 1.000 kg atau 1 ton. Buat naungan dengan ketinggian 2 meter dari lantai agar semua bak terlindung dari hujan dan sinar matahari langsung. Bahan kompos dibalik seminggu sekali dengan cara memindahkannya ke bak berikutnya. Bak yang pertama langsung diisi kembali dengan bahan yang dikomposkan, begitu seterusnya. Hingga kompos matang setelah tiga minggu. Penggunaan aktivator stardec yaitu 0,25 % dari bahan.

### ➤ Membuat kompos dengan bantuan aktivator Orgadec.

Pada umumnya proses pengomposan dengan menggunakan aktivator orgadec berlangsung selama 14 hari atau lebih. Untuk bahan organik keras (tanaman yang sudah tua) digunakan 12,5 kg Orgadec/ton bahan, sedangkan untuk bahan organik lunak (tanaman yang masih muda) digunakan 5 kg Orgadec/ton bahan. Cara pembuatannya pun sederhana, hanya mencampur bahan dengan orgadec lalu menumpukkannya di suatu wadah dan menutupnya dengan plastic hitam dan memberi naungan agar tidak terkena

sinar matahari langsung. Membiarkan selama 14 hari, setelah itu kompos telah siap untuk digunakan.

➤ Membuat kompos dengan aktivator EM4 (Bokasi)

Proses pembuatan kompos dengan aktivator EM4 membutuhkan waktu yang relatif singkat yaitu 3-10 hari. Untuk pengomposan bahan sebanyak 1 ton, maka aktivator EM4 yang dibutuhkan yaitu hanya 1 liter saja. Pada prosesnya temperatur tumpukan bahan kompos dipertahankan 40-50°C. Temperatur bahan kompos harus di kontrol setiap hari dengan cara mengaduk-aduk bahan tersebut agar temperaturnya tidak tinggi.

Kompos yang matang dapat dikenali dengan memerhatikan keadaan bentuk fisiknya, sebagai berikut:

1. Jika diraba, temperatur tumpukan bahan yang ditumpukkan sudah dingin, mendekati temperatur ruang.
2. Tidak mengeluarkan bau busuk lagi.
3. Bentuk fisiknya sudah hampir menyerupai tanah yang berwarna kehitaman.
4. Jika dilarutkan kedalam air, kompos yang sudah matang tidak akan larut.
5. Strukturnya remah tidak menggumpal.

Jika dianalisis di laboratorium, kompos yang sudah matang akan memiliki ciri sebagai berikut:

1. Tingkat keasaman (pH) kompos agak asam sampai netral (6,5-7,5).
2. Memiliki C/N sebesar 10-20.
3. Kapasitas tukar kation (KTK) tinggi, mencapai 110 me/100 gram.
4. Daya absorpsi (penyerapan) air tinggi.

#### **D. Mekanisasi dan Kontrol Temperatur Otomatis Proses Fermentasi**

Susunan komponen secara garis besar mempunyai komponen utama, yaitu motor listrik 1-fasa, reducer/gear box, bioaktivator, alat kontrol temperatur, pengaduk dan rangka. Adapun komponen penunjang, yaitu bantalan (bearing), baut, dan bahan lain yang diperlukan.

##### **1. Motor induksi 1-fasa.**

Komponen ini berfungsi untuk menggerakkan poros sehingga kipas atau pengaduk dapat mengaduk dan mengoptimalkan temperatur/temperatur kompos.

Sebagai alat penggerak, karakteristik motor listrik yaitu sebagai berikut:

- Dapat dibuat dalam berbagai ukuran tenaga.
- Mempunyai batasan-batasan kecepatan.
- Pelayanan operasi mudah dan pemeliharaannya sederhana.
- Dapat dikendalikan secara manual dan otomatis.

Motor yang digunakan pada mesin ini memiliki spesifikasi motor 1-fasa dengan putaran 1.500 rpm dan daya 1 HP, 380/220 V. Sehingga ukuran ini cocok untuk kekuatan listrik pada rumah tangga.



Gambar 2.1. Motor satu fasa

## 2. Reducer atau Gear Box

Reducer atau gear box berfungsi sebagai alat pengatur putaran (memperlambat putaran). Gerakan pengaduk yang diinginkan harus berlangsung secara perlahan sehingga putaran motor harus diturunkan dari putaran 1500 rpm menjadi putaran 50 rpm. Di gunakan gear box (sistim transmisi roda gigi) dengan rasio transmisi 1:30 atau

$$N_2/N_1 = 1/30, \text{ dimana:}$$

Dimana:  $N_1$  = putaran motor listrik

$N_2$  = putaran poros pengaduk



Gambar 2.2. Reducer/gear box

## 3. Pengaduk

Pengaduk dalam hal ini berfungsi ganda selain untuk mengaduk bahan kompos agar lebih rata, juga berfungsi sebagai alat pendingin bahan agar temperatur kompos dapat diturunkan sebagai salah satu syarat pengomposan.

## 4. Bantalan / Bearing

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan



baik maka prestasi seluruh system akan menurun atau tidak dapat bekerja secara semestinya.

Bantalan gelinding pada umumnya lebih cocok untuk beban kecil dari pada bantalan luncur. Keunggulan bantalan ini adalah pada gesekannya yang sangat rendah. Pelumasannya pun sangat sederhana, cukup dengan gemuk, bahkan pada macam bantalan yang memakai sil tak perlu pelumasan lagi. Meskipun ketelitiannya sangat tinggi, namun karena adanya gerakan elemen gelinding dan sangkar, maka pada putaran tinggi bantalan ini agak gaduh dibandingkan dengan bantalan luncur. Bagian utama dari bantalan gelinding adalah cincin luar, cincin dalam, elemen peluru atau rol, dan pemisah.



Gambar 2.3. Bantalan/bearing

##### 5. Bioaktivator

Bioaktivator merupakan wadah untuk menampung bahan baku yang seterusnya dijadikan pupuk kompos. Bioaktivator didesain sehingga mempunyai sebuah masukan bahan baku, sebuah keluaran bahan jadi (kompos) dan juga keluaran gas-gas buangan (cerobong penguapan). Di dalam bak terdapat pengaduk yang nantinya akan mengaduk bahan jadi sehingga rata sekaligus mendinginkan bahan apabila melewati set point alat kontrol temperature.

## 6. Rangka

Fungsi rangka yaitu sebagai stand atau dudukan-dudukan komponen lain seperti motor, bantalan, alat kontrol, dan bioaktivator. Dengan adanya rangka mesin ini setiap komponen dapat terpasang dengan baik dan kuat. Bahan yang digunakan adalah besi siku ukuran 60 mm x 60 mm. Pembuatannya menggunakan mesin potong untuk memotong, mesin bor untuk mengebor dan mesin las untuk pengelasannya.

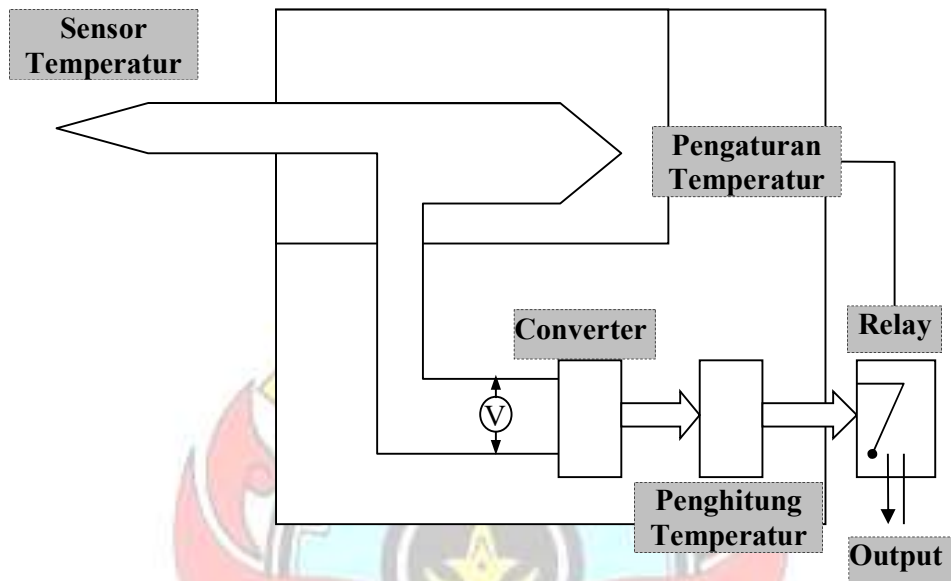
## 7. Alat Kontrol Temperatur

Untuk menjamin proses fermentasi dapat berlangsung dengan sempurna pada pembuatan pupuk bokasi, maka beberapa persyaratan yang harus dipenuhi sebagai berikut (BIPP, 2000):

- a. Campuran bahan baku dan bahan bantunya harus merata (adonan homogen).
- b. Temperatur adonan 40-50 derajat Celcius dipertahankan terus selama proses fermentasi diukur setiap jam. Jika temperatur melewati 50 derajat celcius akibat aktifitas mikroorganisme, maka adonan harus dibalik-balik/diaduk.
- c. Kontaminasi debu dan air serta penyinaran langsung matahari harus dihindari.

Memperhatikan persyaratan tersebut di atas maka untuk menjamin hal tersebut terjadi perlu dibuat mekanisasi pengaduk yang pergerakannya mengacu pada kondisi temperatur yang diinginkan pada media khusus.

Karena dalam hal ini temperatur yang optimal, yaitu  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  maka alat kontrol temperatur akan di set ON pada temperatur  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dan OFF pada temperatur di bawah  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 2.4. Diagram Skema Kontrol Temperatur

Prinsip kerja kontrol temperatur diatas ialah apabila sensor temperatur (thermocouple) mendeteksi suhu yang disetting, maka sinyal akan diteruskan ke konverter untuk di ubah dari sinyal suhu ke sinyal listrik untuk menutup relay agar tegangan dapat diteruskan ke output yang dalam hal ini motor listrik satu fasa.

Adapun spesifik alat ukur yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Merk : Camsco
- Type : TC-3
- Temperatur :  $0-400\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Tegangan :  $110/220\text{ V}$
- Coupel : K

## **BAB III**

### **METODE RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN**

#### **A. Alat dan bahan**

Dalam mewujudkan kegiatan rancang bangun bioaktivator mesin pengolah pupuk bokasi dengan sistem kontrol temperatur otomatis ini, diperlukan alat dan bahan sebagai berikut:

Alat :

1. Gunting
2. Bor
3. Palu
4. Las listrik
5. Alat pelipat/bending
6. Mesin bubut
7. Tang
8. Penitik / penggores
9. Mesin pemotong
10. Mistar baja
11. Meteran
12. Gergaji
13. Kunci pas
14. Mesin gerinda
15. Multimeter
16. dan lain-lain



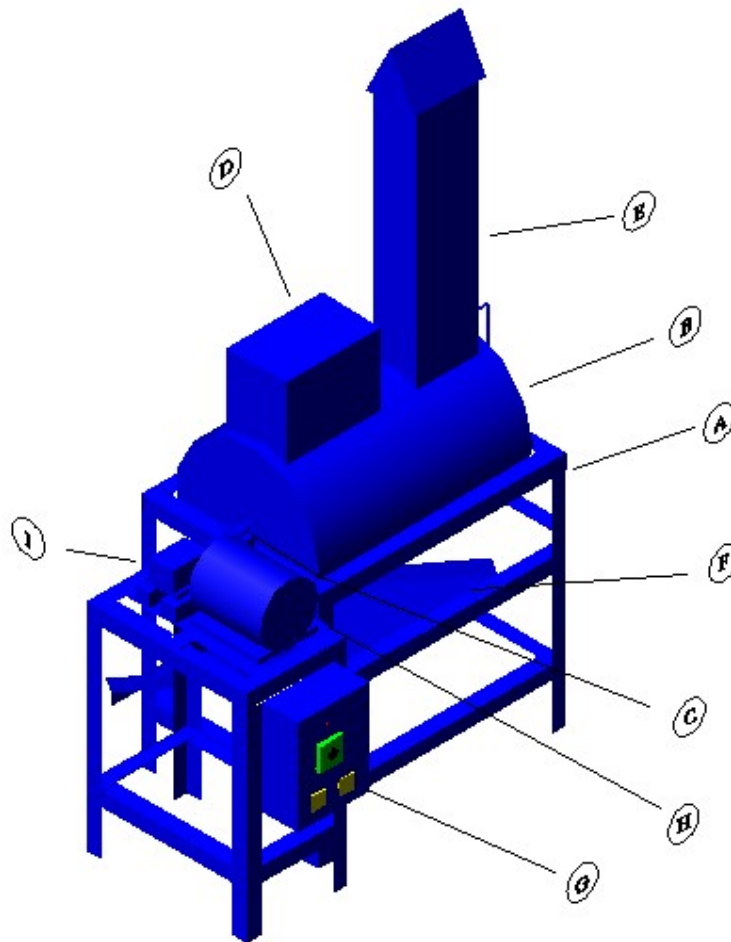
Bahan:

1. Tabung silinder
2. Motor listrik 1 fasa
3. Bearing /bantalan
4. Alat kontrol temperatur
5. Kontaktor
6. Saklar
7. Voltmeter
8. Amperemeter
9. Stop kontak
10. Poros
11. Mur dan baut
12. Reducer/gear box
13. Besi siku
14. Besi ulir
15. Elektroda
16. Plat besi
17. Paku keling
18. Bahan pupuk
19. Kabel tunggal NYY



## B. Prosedur perancangan

Komponen bioaktivator mesin pengolah pupuk bokasi dengan sistem kontrol temperatur otomatis ini terdiri dari beberapa bagian yaitu sebagai berikut:



Gambar 3.1 Bioaktivator pengolah pupuk bokasi

### Keterangan Gambar:

- a. Rangka Alat Produksi.
- b. Reaktor/Bioaktivator
- c. Poros Pengaduk.
- d. Hoper (tempat masuknya bahan baku).

- e. Cerobong Penguapan
- f. Luncuran Produk.
- g. Panel Kontrol
- h. Motor Listrik.
- i. Gear Box.

Alat ini dirancang untuk digunakan hingga 2-3 hari secara terus menerus dan meminimalisir hubungan antara udara luar dengan bahan pupuk yang ada didalam bioaktivator, sehingga membutuhkan prosedur rancang bangun yang sistematis dan berdasarkan perancangan yang benar-benar matang dan teliti.

Adapun prosedur rancang bangun yang dilakukan antara lain:

- 1. Pembuatan rangka dudukan bioaktivator

Dalam hal ini rangka untuk dudukan bioaktivator dibuat dari besi siku ukuran 60 mm x 60 mm. Rangka dudukan bioaktivator ini terdiri dari beberapa komponen yaitu:

- a. Komponen kaki 4 buah dengan tinggi 990 mm yang dibuat dengan mengukur besi siku lalu memotongnya dengan menggunakan mesin pemotong.
- b. Penahan atas dengan ukuran 1040 mm x 640 mm yang dibuat dengan memotong besi siku menjadi empat bagian yaitu dua bagian yang berukuran 1040 mm dan dua bagian lagi yang berukuran 640 mm, lalu empat bagian ini dilas menggunakan las listrik.

- c. Penahan bawah dengan ukuran 1030 mm x 630 mm. penahan bawah ini lebih kecil dari penahan atas mengingat ketebalan besi siku sebesar 5 mm. Proses penyambungan menggunakan las listrik.
- d. Penahan bioaktivator terdiri dari dua bagian yaitu bagian kkiri dan bagian kanan yang masing-masing berukuran 630 mm.
- e. Penahan luncuran produk terbuat dari besi siku dengan panjang 1030 mm.

Setelah semua komponen tersebut selesai, maka komponen tersebut dirangkai hingga membentuk sebuah dudukan bioaktivator menggunakan las listrik dan baut. (Dapat dilihat pada lampiran A gambar 02).

## 2. Pembuatan rangka dudukan motor dan gear box

Rangka dudukan motor dan gear box dibuat dari besi siku ukuran 60 mm x 60 mm (lampiran A gambar 04), yang terdiri dari beberapa komponen yaitu:

- a. Komponen kaki 4 buah dengan tinggi 845 mm yang dibuat dengan mengukur besi siku lalu memotongnya dengan menggunakan mesin pemotong.
- b. Penahan atas dengan ukuran 670 mm x 420 mm yang dibuat dengan cara lain yaitu mengukur besi siku menjadi empat bagian lalu melipatnya sehingga kedua uungnya saling bersinggungan dan menyerupai persegi panjang.
- c. Penahan bawah dengan ukuran lebih kecil dari penahan atas yaitu 660 mm x 410 mm, yang dibuat dengan cara yang sama dengan pembuatan penahan atas.



- d. Komponen dudukan motor dengan ukuran 300 mm sebanyak dua buah yang lalu dibor sesuai dengan ukuran lubang baut pada motor listrik.
- e. Komponen dudukan gear box dengan ukuran 365 mm ebanyak dua buah, yang lalu ditinggikan 41 mm agar poros motor dengan poros gear box rata. Kemudian dudukan ini dibor sesuai dngan ukuran ukuran lubang baut pada gear box.

3. Pembuatan batang pengaduk

Batang pengaduk terbuat dari besi ulir berdiameter 10 mm terdiri dari dua bagian yaitu batang pengaduk itu sendiri dan kupingan untuk melekatkan batang ke poros pengaduk (dapat dilihat pada lampiran A gambar 08). Batang pengaduk ada dua yaitu yang berukuran 275 mm dan yang berukuran 200 mm. Pada ujung kedua batang tersebut di sambung dengan besi plat yang memiliki ketebalan 3 mm dan dimiringkan  $45^{\circ}$ . Ukuran kupingan batang pengaduk yaitu 30 mm x 30 mm yang terbuat dari besi plat setebal 5 mm dan diberi lubang baut berdiameter 6 mm sebanyak 2 buah.

4. Pembuatan poros pengaduk

Batang pengaduk juga terdiri dari dua bagian yaitu poros pengaduk itu sendiri dan kupingan untuk melekatkan batang ke poros pengaduk. Poros pengaduk terbuat dari besi AS dengan diameter 1,5 inch (38,1 mm) dan panjang 1168 mm. Kedua ujung poros pengaduk dibubut masing-masing 100 mm dan 176 mm agar dapat masuk di bearing atau bantalan. Dan pada kupingan dibuat sama dengan kupingan pada batang pengaduk. (Lampiran A gambar 07)

5. Pembuatan kopling

Kopling ini bertujuan untuk menyambung antara poros pengaduk dengan poros gear box dan antara poros gear box dengan poros pada motor. Pada kopling pengaduk dan gear box dibuat lubang masing-masing 30 mm dan 17 mm. Sedangkan pada kopling gear box dan motor dibuat lubang masing-masing 12 mm dan 24 mm (dapat dilihat pada lampiran A gambar 09). Untuk memperkuat sambungan kopling dengan poros, maka dibuatkan lubang baut dengan diameter 8 mm masing-masing 4 buah disetiap kopling.

6. Pembuatan bioaktivator/reaktor

Bioaktivator merupakan wadah fermentasi dalam pengolahan pupuk, yang terbuat dari tabung selinder berdiameter 600 mm dan panjang 900 mm (dapat dilihat pada lampiran A gambar 06). Pada bioaktivator ini dibuatkan 6 lubang yaitu lubang hooper/masukan, lubang cerobong penguapan, lubang pengeluaran produk, lubang untuk thermocouple, dan dua lubang poros pengaduk dengan ukuran masing-masing yaitu 280 mm x 185 mm, 260 mm x 185 mm, lubang thermocouple disesuaikan dengan thermocouple.

7. Pembuatan cerobong penguapan

cerobong penguapan buntuk meneluarkan gas-gas yang dihasilkan pada saat proses fermentasi. Komponen ini terbuat dari bahan plat besi yang memiliki ukuran 280 mm x 185 mm x 1200 mm (dapat dilihat pada lampiran A gambar 10). Komponen ini mempunyai penutup otomatis yang dapat terbuka saat poros pengaduk berputar.

8. Pembuatan hooper

Hooper atau tempat masuknya bahan baku terletak diatas reaktor/bak fermentasi. Komponen ini terbuat dari plat besi yang berukuran 280 mm x 185 mm untuk bagian bawahnya dan 400 mm x 250 mm untuk bagian atasnya. Setelah plat ini dipotong sesuai dengan ukuran tersebut dengan menggunakan mesin pemotong, kemudian disambung dengan menggunakan las listrik berarus kecil sehingga menyerupai bentuk trapesium. (Dapat dilihat pada lampiran A gambar 10).

9. Pembuatan luncuran produk

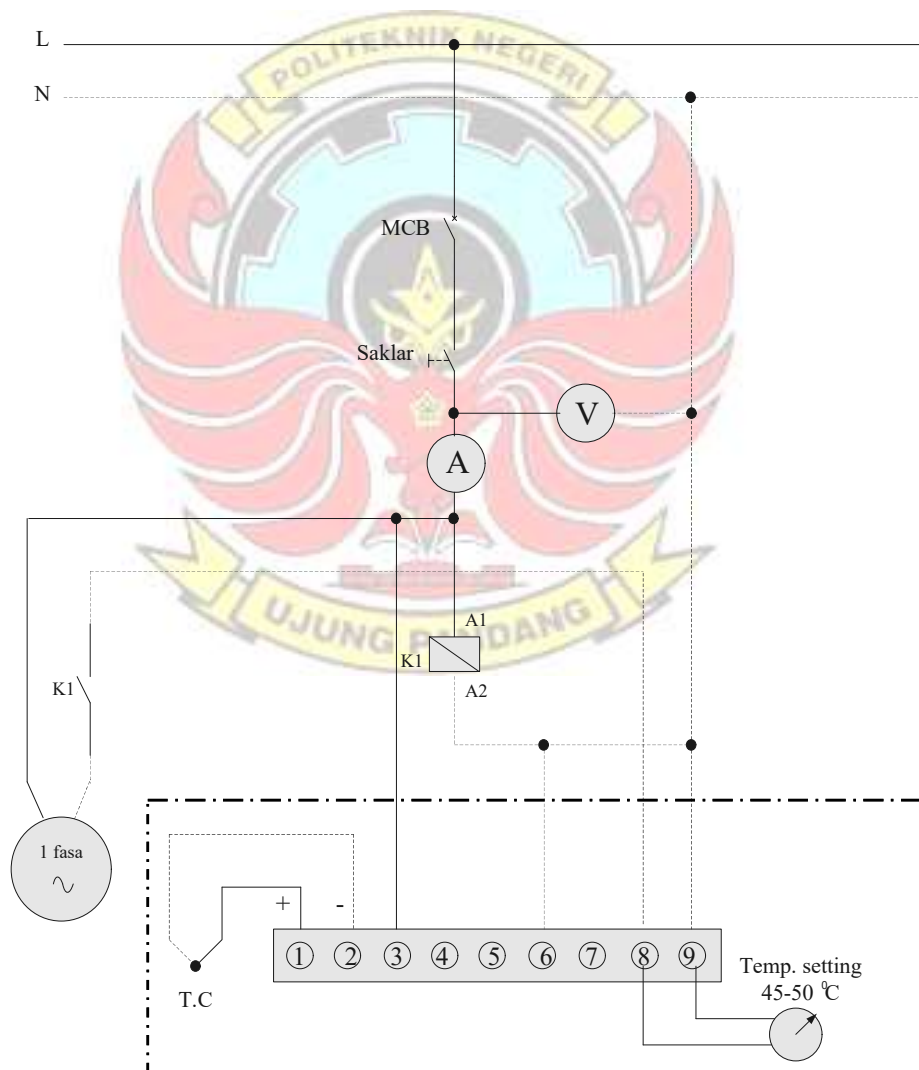
Untuk memudahkan dalam pengeluaran produk, maka dibuat luncuran produk yang terbuat dari plat besi dengan ukuran 1000 mm x 750 mm dan memiliki bengkokan keatas serta kebawah masing-masing 50 mm. (Dapat dilihat pada lampiran A gambar 11).

10. Pembuatan panel box

Agar komponen-komponen alat kontrol dapat terlindung, maka dibuatkan panel box yang terbuat dari plat besi. Panel box ini mempunyai ukuran standar yaitu 300 mm x 150 mm x 400 mm, yang dibuat dengan melipat plat tersebut menggunakan mesin pelipat/bending yang kemudian sisi-sisinya di sambung dngan menggunakan las listrik berarus rendah. Setelah palt tersebut sudah dibentuk, maka dibuatkan lubang untuk melekatkan komponen-komponen seperti amperemeter, voltmeter, saklar dan alat kontrol temperatur. (Dapat dilihat pada lampiran A gambar 11).

## 11. Merangkai instalasi kontrol temperatur

Langkah yang pertama dalam merangkai instalasi kontrol temperatur yaitu memasang semua komponen-komponen seperti amperemeter, voltmeter, saklar, alat kontrol temperatur, MCB satu fasa dan kontaktor. Setelah komponen-komponen tersebut sudah terpasang, dilanjutkan dengan merangkai kontrol tersebut sesuai dengan gambar 3 dengan menggunakan kabel tunggal NYY :



Gambar 3.2. Instalasi kontrol temperatur

### C. Prosedur Pengujian

Untuk mengetahui keberhasilan alat yang dibuat, maka selanjutnya akan dilakukan pengujian dengan membuat pupuk bokasi bertempat di Laboratorium Teknik Konversi Energi mulai tanggal 02-04/09/2009, 05-07/09/2009, 11-14/09/2009, yaitu sebagai berikut|:

1. Pengujian kontrol dan mekanisme pengaduk pada beban kosong:
  - a. Menyiapkan alat-alat yang diperlukan seperti air panas sebagai penghasil panas, alat ukur temperatur dan lain-lain.
  - b. Meng-On-kan kontrol temperatur dan mensetting pada temperatur 50<sup>0</sup> C.
  - c. Memasukkan thermocouple alat kontrol temperatur dan alat ukur temperatur digital ke dalam air panas.
  - d. Pada saat motor listrik berputar, mencatat temperatur saat On, tegangan, arus, dan putaran poros pengaduk.
  - e. Mengeluarkan thermocouple alat kontrol temperatur dan alat ukur temperatur digital dari air panas, kemudian mencatat temperatur saat motor berhenti.
2. Pengujian mesin/alat:
  - a. Menyiapkan alat-alat seperti: kabel roll, alat ukur temperatur pupuk, alat temperatur luar, dan timbangan elektrik.
  - b. Menyiapkan bahan-bahan yang dibutuhkan untuk membuat pupuk seperti: kotoran ternak, sekam padi, dedak, air, EM4, dan gula.
  - c. Mencampur larutan EM4, air, dan gula dalam suatu wadah.
  - d. Menimbang lalu memasukkan bahan-bahan pupuk kedalam bioaktivator menjalankan poros pengaduk agar pencampuran dapat merata.

- e. Memasukkan campuran larutan ke bahan pupuk sedikit demi sedikit agar semua bahan dapat tercampur dengan rata.
- f. Menghentikan poros pengaduk lalu memasang alat temperatur digital kedalam pupuk (digunakan agar dapat melihat secara teliti perubahan temperatur dalam pupuk). Men-setting kontrol temperatur 50<sup>0</sup> C.
- g. Mendinginkan pupuk dan mencatat perubahan temperatur didalam pupuk perjam, temperatur luar, tegangan dan arus jika motor listrik berputar.
- h. Menunggu proses fermentasi sampai menjadi pupuk selama (2-3) hari ditandai perubahan fisis bahan organik seperti warna dan bau.
- i. Pengujian hasil produk; terutama Ph, dan kadar air



3. Pengujian hasil produk:
- a. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan seperti pupuk hasil olahan, kertas pH, air, cawan, oven, eksikator, timbangan, talang dan penjepit.
  - b. Untuk pengujian pH, mengambil sedikit sampel pupuk lalu dilarutkan kedalam sedikit air, aduk- aduk sampai homogen.
  - c. Setelah sampel larut, mencelupkan kertas pH lalu melihat warna dari kertas pH yang sesuai dengan warna tingkat pH-nya.
  - d. Mengulang pengujian untuk sampel yang lainnya.
  - e. Untuk pengujian kadar air, menimbang cawan kosong yang akan digunakan.
  - f. Mengambil sedikit sampel lalu menimbang sampel tersebut menggunakan timbangan elektrik. (Menimbang sampel 1-4 secara berurutan).
  - g. Memasukkan cawan yang berisikan sampel ke dalam sebuah oven yang bertemperatur diatas  $100^{\circ}\text{C}$ . Mendinginkan selama 30-45 menit.
  - h. Setelah 30-40 menit di dalam oven, mengeluarkan sampel menggunakan penjepit dan talang, lalu memasukkan sampel tersebut ke dalam sebuah eksikator selama 10 menit.
  - i. Setelah dari eksikator, lalu menimbang lagi sampel tersebut. (Apabila sampel sudah hampir mendekati konstan pengujian selesai. Tapi apabila masih jauh dari konstan, sampel tersebut dimasukkan ke dalam oven lagi untuk pemanasan).

**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Data Hasil Pengujian**

1. Hasil Percobaan kontrol dan mekanisme pengaduk pada beban kosong:

Tanggal : 02 September 2009

Lokasi: Laboratorium Teknik Konversi Energi

Tabel 1. Hasil percobaan kontrol dan mekanisme pengaduk pada beban kosong

Putaran (rpm)		V (volt)	A (amp)	Ket.
Motor	Poros pengaduk			
1420	50	220	4,8	Set 50 °C On = 45 °C Off = 42 °C

2. Hasil Percobaan mesin/alat:

a. Hasil Percobaan I

Tanggal : 02 s/d 04 September 2009

Lokasi: Laboratorium Teknik Konversi Energi

Komposisi :

- Kotoran kandang : 15,097kg = 54,7 %
- Dedak : 12,475kg = 45,3%
- Air : 5 liter
- EM4 : 0,3 L/300 ml
- Gula : 250 ml



Tabel 2. Hasil percobaan mesin/alat pada percobaan I

No	Waktu (s)	V (volt)	A (amp)	Temp. pupuk ( $^{\circ}\text{C}$ )	Temp. luar ( $^{\circ}\text{C}$ )	Putaran (rpm)		Ket.
						Motor	pengaduk	
1	16:00	220	5-6	32	30	1420	50	Pencampuran Set $50^{\circ}\text{C}$
2	17:00	220		31.2	28,4			
3	18:00	220		29.9	27,5			
4	19:00	220		28.6	27,0			
5	20:00	220		28.2	26,3			
6	21:00	220		32.3	25,6			
7	22:00	220		33.4	25,6			
8	23:00	220		37.2	24,7			
9	24:00	220		40.1	23,9			
10	01:00	230		41.0	23,6			
11	02:00	230		41.9	23,4			
12	03:00	230		41.3	21,9			
13	04:00	230		40.5	22,0			
14	05:00	225		41.1	21,7			
15	06:00	225		40.2	21,5			
16	07:00	225		35.4	21,7			
17	08:00	220		39.2	24,9			
18	09:00	220		38.7	26,0			
19	10:00	220		39.4	26,3			
20	11:00	220		38.3	32			
21	12:00	220		39.9	31,3			Set: $45^{\circ}\text{C}$
22	12:10	220	5-6	40.2	31.5	1420	50	pengaduk berputar 17 menit
23	12:27	220		36.5	32			
24	13:00	220		37.5	32			

25	14:00	220		38.0	34			
26	15:00	220		38.2	33			
27	16:00	220		38.2	33			
28	17:00	220		39.3	30			
29	18:00	220		39.4	30			
30	19:00	220		39.4	29			
31	20:00	220		39.1	28			
32	21:00	220		38.5	28			
33	22:00	220		37.7	28			
34	23:00	220		36.9	28			
35	24:00	225		36.0	27			
36	01:00	230		34.8	26			
37	02:00	230		34.4	25			
38	03:00	230		32.0	25			
39	04:00	230		30.7	22			
40	05:00	230		29.6	22			
41	06:00	230		28.8	22			
42	07:00	230		28.6	23			
43	08:00	225		28.4	27			
44	09:00	220		29.7	28			
45	10:00	220		31.1	30			
46	11:00	220		32.4	31			
47	12:00	220		32.5	32			
48	13:00	220		33.3	32,5			
49	14:00	220		33.0	33			
50	15:00	220		33.7	35			
51	16:00	220		34.3	34			

b. Data Hasil Percobaan II

Tanggal : 05 s/d 07 September 2009

Lokasi: Laboratorium Teknik Konversi Energi

Komposisi :

- Kotoran kandang : 16,3 kg = 57,3%
- Dedak : 6,9 kg = 24,3%
- Sekam padi : 5,2 kg = 18,4 %
- Air : 5 liter
- EM4 : 0,3 L/300 ml
- Gula : 250 ml

Tabel 3. Hasil percobaan mesin/alat pada percobaan II

No	Waktu (s)	V (volt)	A (amp)	Temp. pupuk (°C)	Temp. luar (°C)	Putaran (rpm)		Ket.
						Motor	pengaduk	
1	11:00	220	5-6	28.1	31	1420	50	Pencampuran Set 50°C
2	12:00	220		27.8	27,5			
3	13:00	220		27.5	27,5			
4	14:00	220		28.0	28			
5	15:00	220		29.2	34			
6	16:00	220		30.1	34			
7	17:00	220		30.8	32,5			
8	18:00	230		31.5	24,5			
9	19:00	230		32.1	27			
10	20:00	225		33.2	27,5			
11	21:00	220		33.7	26,5			
12	22:00	220		34.1	26			

13	23:00	220		34.8	25,5			
14	24:00	220		36.0	25,5			
15	01:00	220		37.6	25			
16	02:00	220		38.2	23,5			
17	03:00	220		37.3	23			
18	04:00	220		36.5	22			
19	05:00	220		35.9	22			
20	06:00	220		35.4	22			
21	07:00	220		33.5	24			
22	08:00	220		33.0	24			
23	09:00	220		32.2	27			
24	10:00	220		32.2	29			
25	11:00	220		32.7	30			
26	12:00	220		32.9	31			
27	13:00	220		33.0	32			
28	14:00	220		33.7	33,5			
29	15:00	225		34.2	33,5			
30	16:00	225		35.4	33			
31	17:00	225		36.6	32,5			
32	18:00	225		37	31			
33	10:00	225		30.6	34,5			
34	11:00	225		31.2	34,5			
35	12:00	225		31.2	34,5			
36	13:00	225		32.0	35			Set 38 °C
37	14:00	220	5-6	33.4	33	1420	50	pengaduk berputar ± 5 menit
38	15:00	220		32.9	34			
39	16:00	220		34.5	33			
40	17:00	220		32.0	32			

c. Data Hasil Percobaan III

Tanggal : 05 s/d 07 September 2009

Lokasi: Laboratorium Teknik Konversi Energi

Komposisi :

- kotoran kandang : 15,3 kg = 44,6 %
- Dedak : 13,6 kg = 39,5%
- Sekam padi : 5,5 kg = 15,9%
- Air : 5 liter (5 kg)
- EM4 : 0,3 L/300 ml
- Gula : 250 ml

Tabel 4. Hasil percobaan mesin/alat pada percobaan III

No	Waktu (s)	V (volt)	A (amp)	Temp. pupuk (°C)	Temp. luar (°C)	Putaran (rpm)		Ket.
						Motor	pengaduk	
1	16:00	220	5-6	33.6	33,3	1420	50	Pencampuran Set 50°C
2	17:00	220		33.6	32,5			
3	18:00	220		32.6	30			
4	19:00	220		30.9	27			
5	20:00	220		30.9	27,5			
6	21:00	220		35.1	26,5			
7	22:00	220		34.9	26			
8	23:00	220		39.0	25,5			
9	24:00	220		40.4	25,5			
10	01:00	220		41.4	25			
11	02:00	220		41.0	23,5			
12	03:00	220		40.2	23			
13	04:00	220		39.4	22			
14	05:00	220		38.6	22			
15	06:00	220		37.9	22			
16	07:00	220		36.6	24			

17	08:00	220		36.4	24			
18	09:00	220		37.5	27			
19	10:00	220		37.6	29			
20	11:00	220		38.7	30			
21	12:00	220		41.0	31			
22	13:00	220		41.9	32			
23	14:00	220		43.0	33,5			
24	15:00	220		44.1	33,5			
25	16:00	220		44.6	33			
26	17:00	220		46.3	32,5			
27	18:00	220		44.6	33			
28	10:00	220		37.6	34,5			
29	11:00	220		37.2	34,5			
30	12:00	220		37.2	34,5			
31	13:00	220		38.4	35			Set 40°C
32	14:00	220	5-6	38.9	33	1420	50	pengaduk berputar ±5 menit
33	15:00	220		38.6	33			
34	16:00	220		33.8	33			SET 45°C
35	17:00	220		33.7	33			

d. Data Hasil Percobaan IV

Tanggal : 11 s/d 14 September 2009

Lokasi: Laboratorium Teknik Konversi Energi

Komposisi :

- kotoran kandang : 12,336 kg = 55,2%

- Dedak : 7,102 kg = 31,7%

- Sekam padi : 2,926 kg = 13,1%

- Air : 5 liter
- EM4 : 0,3 L/300 ml
- Gula : 250 ml

Tabel 5. Hasil percobaan mesin/alat pada percobaan IV

No	Waktu (s)	V (volt)	A (amp)	Temp. pupuk (°C)	Temp. luar (°C)	Putaran (rpm)		Ket.
						Motor	pengaduk	
1	23:00	220		29.2	26,5	1420	50	Pencampuran Set 45 °C
2	24:00	220		28.5	26			
3	01:00	220		27.8	25			
4	02:00	220		27.4	24,5			
5	03:00	220		26.6	24			
6	04:00	220		26.6	24			
7	05:00	220		26.2	26			
8	06:00	230		26.1	24			
9	07:00	230		25.8	25			
10	08:00	225		28.1	29			
11	09:00	220		33.3	30			
12	09:35	220	5	41.9	31,5	1420	50	pengaduk berputar 15 menit
13	09:50	220		40.0	32			
14	10:00	220		39.4	33			
15	11:00	220		38.6	34			
16	12:00	220		39.5	35			
17	13:00	220		38.4	34			
18	14:00	220		37.6	33			
19	15:00	220		38.1	34,5			
20	16:00	220		37.2	34,5			
21	17:00	220		38.3	36			

22	18:00	220		38.5	32			
23	19:00	220		37.5	31			
24	20:00	220		35.7	29			
25	21:00	220		34.4	28			
26	22:00	220		33.2	28			
27	23:00	220		32.2	27			
28	24:00	220		31.2	26			
29	01:00	225		30.5	26			
30	02:00	225		30.3	25,5			
31	03:00	225		29.9	25			
32	04:00	225		29.7	24,5			
33	05:00	225		29.0	24			
34	06:00	225		28.8	23			
35	07:00	225		28.6	24			
36	08:00	225		29.6	27			
37	09:00	220		33.3	30,5			
38	10:00	220		37.9	33			
39	11:00	220		40.9	35			
40	12:00	220		40.9	35			
41	13:00	220		40.5	34			
42	14:00	220		39.8	35			
43	15:00	220		39.4	34			
44	16:00	220		38.8	34			
45	17:00	220		38.1	34			
46	18:00	220		36.1	30,5			
47	19:00	220		35.3	30			
48	08:00	220		28.9	29			
49	09:00	220		30.9	31			



### 3. Hasil Pengujian Produk

Tanggal : 15 September 2009

Lokasi: Laboratorium Teknik Kimia

#### a. Pengukuran pH :

Percobaan I : pH 7 ( standar)

Percobaan II : pH 7 ( standar)

Percobaan III : pH 7 ( standar)

Percobaan IV : pH 7 ( standar)

#### b. Pengukuran Kadar Air

Diketahui: Cawan I = cawan kosong + sampel  
 $= 21,8278 + 3,1297 = 24,9575$  gram

Cawan II = cawan kosong + sampel  
 $= 21,2506 + 2,0384 = 23,2890$  gram

Cawan III = cawan kosong + sampel  
 $= 23,0978 + 3,323 = 26,4208$  gram

Cawan IV = cawan kosong + sampel  
 $= 21,8635 + 2,6143 = 24,4778$  gram

Pemanasan pertama : Cawan I = 24,6902 gram

Cawan II = 23,0443 gram

Cawan III = 25,8733 gram

Cawan IV = 24,1136 gram

Pemanasan kedua : Cawan I = 24,6369 gram

Cawan II = 23,0109 gram

Cawan III = 25,6139 gram

Cawan IV = 24,0685 gram

Pemanasan ketiga : Cawan I = 24,6156 gram

Cawan II = 23,0031 gram

Cawan III = 25,5917 gram

Cawan IV = 24,0551 gram

Pemanasan keempat : Cawan I = 24,6150 gram

Cawan II = 23,0029 gram

Cawan III = 25,5909 gram

Cawan IV = 24,0548 gram

$$\begin{aligned} \text{Kadar air cawan I} &= \frac{\text{sampel sebelum pemanasan} - \text{sampel setelah pemanasan}}{\text{sampel}} \\ &= \frac{24,9575 - 24,6150}{3,1297} \times 100\% \\ &= 10,9\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar air cawan II} &= \frac{\text{sampel sebelum pemanasan} - \text{sampel setelah pemanasan}}{\text{sampel}} \\ &= \frac{23,2890 - 23,0029}{2,0384} \times 100\% \\ &= 14\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar air cawan III} &= \frac{\text{sampel sebelum pemanasan} - \text{sampel setelah pemanasan}}{\text{sampel}} \\ &= \frac{26,4208 - 25,5909}{3,323} \times 100\% \\ &= 24,97\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar air cawan IV} &= \frac{\text{sampel sebelum pemanasan} - \text{sampel setelah pemanasan}}{\text{sampel}} \\ &= \frac{24,4778 - 24,0548}{2,6143} \times 100\% \\ &= 16,18\% \end{aligned}$$

Tabel 6. Hasil percobaan menurut karakteristik fisik dan kimiawi

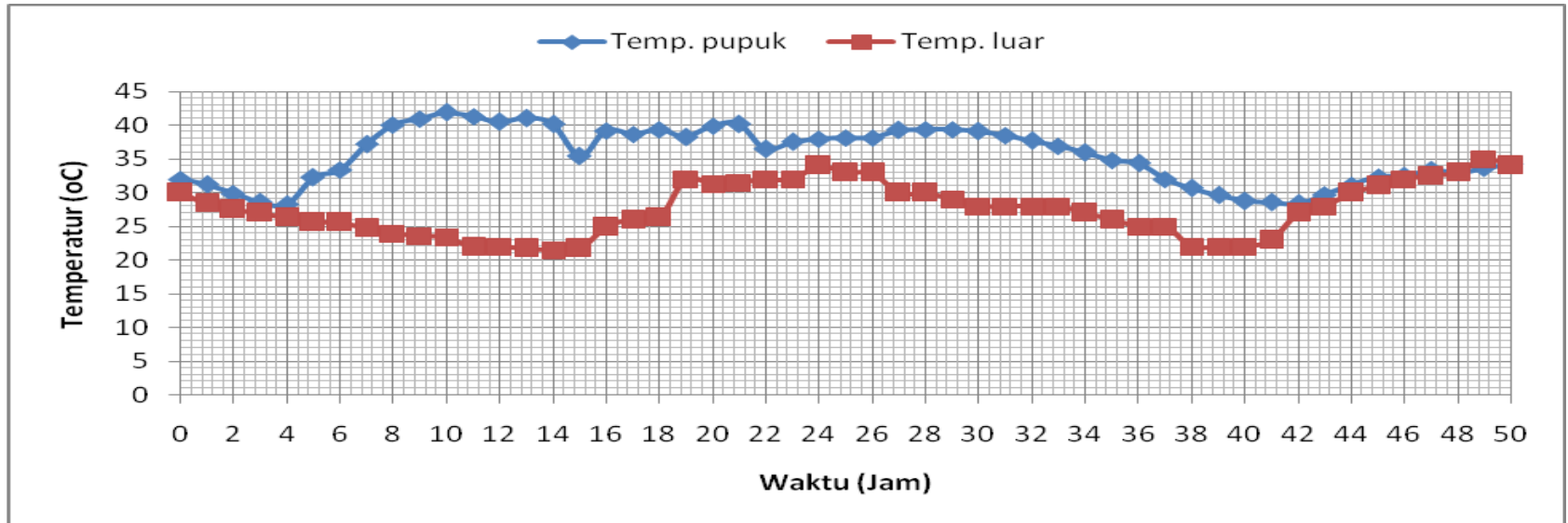
No.	Percobaan	pH	Kadar air (%)	warna	bau	Temperatur (°C)	
						Pupuk	Luar
1	I	7	10,9	Kehitaman	Tidak ada	34,3	34
2	II	7	14	Kehitaman	Tidak ada	32	32
3	III	7	24,97	Kehitaman	Tidak ada	33,7	33
4	IV	7	16,18	Kehitaman	Tidak ada	30,9	31





## B. Grafik

Dari tabel hasil percobaan berbeban diatas maka didapatkan bentuk grafik seperti dibawah ini:

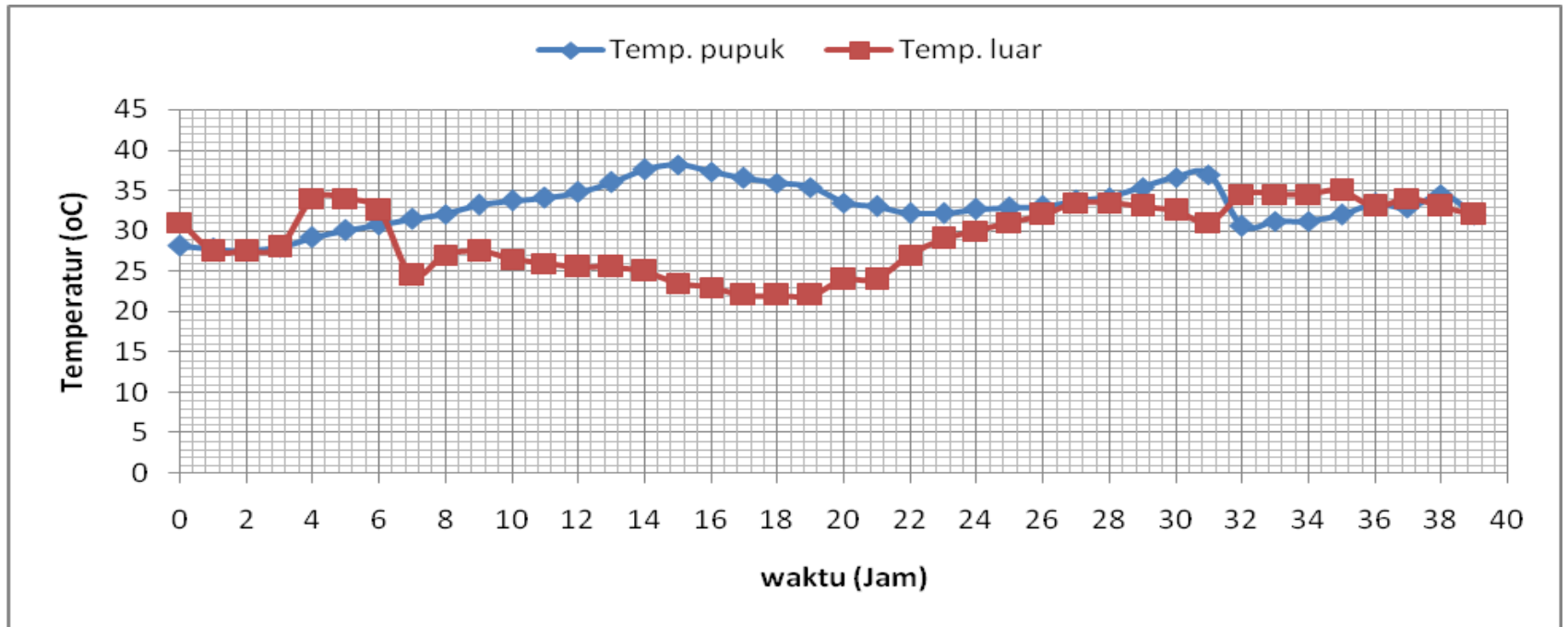


Gambar 4.1 Grafik hubungan antara temperatur pupuk dan temperatur luar dengan waktu pada percobaan I

Ket: - Awal pencampuran s/d jam ke 19 (pukul 16:00 s/d 11:00) kontrol diset 50 °C

- Jam ke 20 (pukul 12:00) kontrol diset 45 °C

- Motor on pada temperatur 40,2 °C pada jam ke 21 (pukul 12:00)

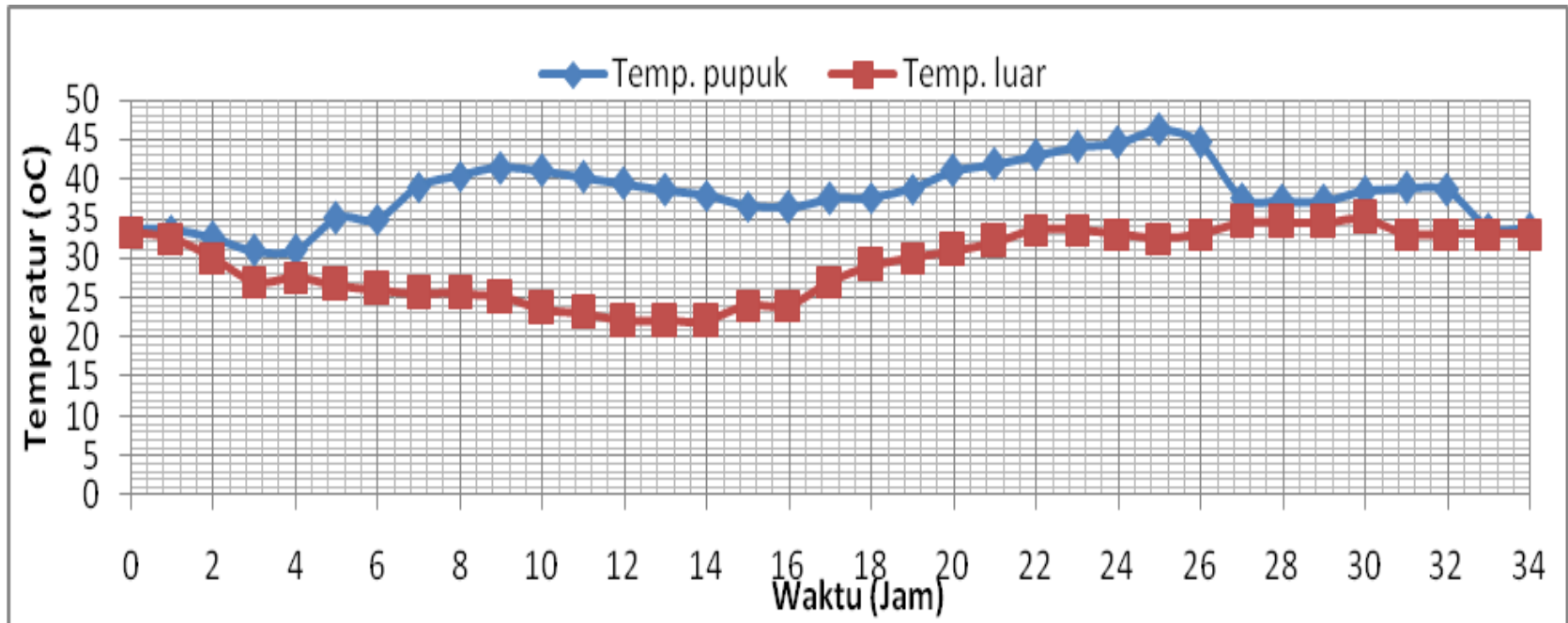


Gambar 4.2 Grafik hubungan antara temperatur pupuk dan temperatur luar dengan waktu pada percobaan II

Ket: - Awal pencampuran s/d jam ke 35 (pukul 11:00 s/d 13:00) kontrol diset 50 °C

- Jam ke 36 (pukul 14:00) kontrol diset 38 °C

- Motor on pada temperatur 33,4 °C pada jam ke 37 (pukul 15:00)

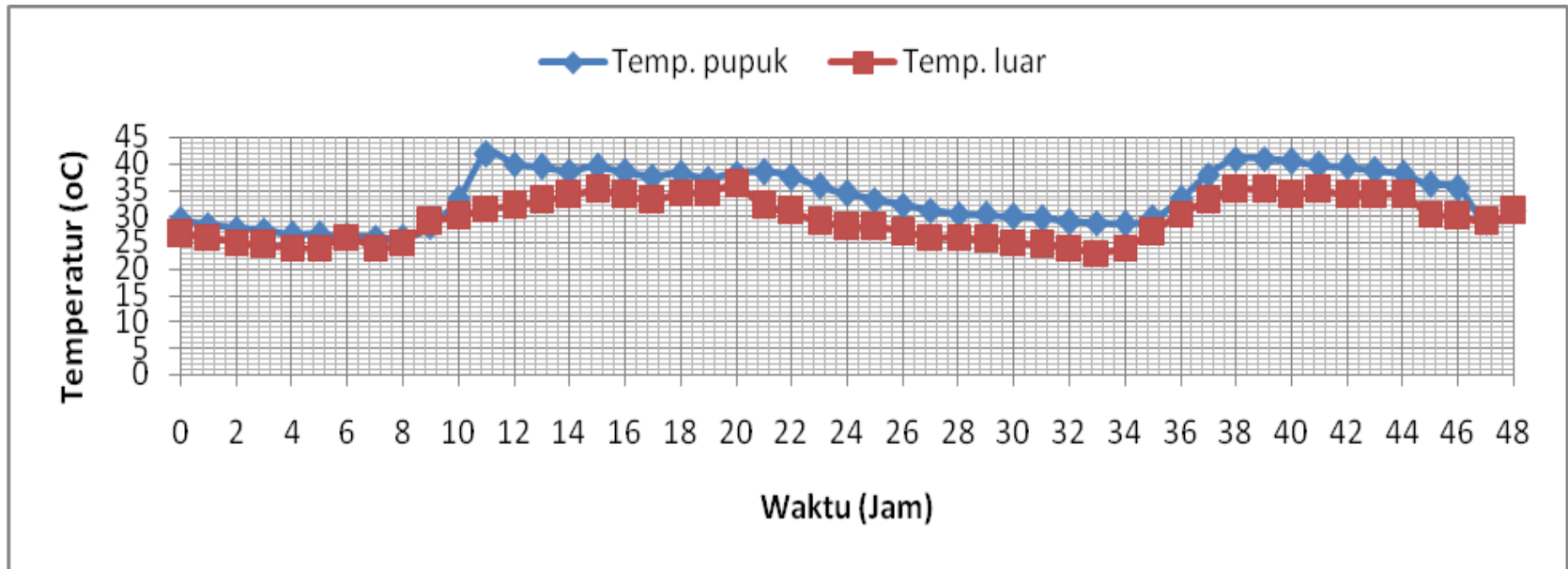


Gambar 4.3 Grafik hubungan antara temperatur pupuk dan temperatur luar dengan waktu pada percobaan III

Ket: - Awal pencampuran s/d jam ke 29 (pukul 16:00 s/d 12:00) kontrol diset 50 °C

- Jam ke 30 (pukul 13:00) kontrol diset 40 °C

- Motor on pada temperatur 38,9 °C pada jam ke 31 (pukul 14:00)



Gambar 4.4 Grafik hubungan antara temperatur pupuk dan temperatur luar dengan waktu pada percobaan IV

Ket: - Awal pencampuran s/d jam ke 10 (pukul 23:00 s/d 09:00) kontrol diset 45 °C

- Motor on pada temperatur 41,9 °C pada jam ke 11 (pukul 09:35)



### C. Pembahasan

1. Kontrol temperatur pada mesin pengolah pupuk bokasi ini bekerja berdasarkan pada kenaikan temperatur yang hampir mendekati setting temperatur. Pada saat temperatur mendekati set point yang diberikan maka thermocouple akan mengirim sinyalnya ke kontrol temperatur. Pada kontrol temperatur ini sinyal temperatur diubah ke sinyal listrik sehingga memicu relay untuk menutup. Dengan menutupnya relay tersebut, maka tegangan akan lewat ke motor sehingga motor menggerakkan poros pengaduk.
2. Dari hasil percobaan maupun dari grafik maka dapat dilihat bahwa, pada awal pengolahan yaitu 2-8 jam pertama temperatur dalam pupuk akan rendah yang disebabkan karena mikroorganisme belum berfungsi maksimal dan juga masih dipengaruhi oleh pupuk yang masih basah.
3. Temperatur pupuk pada percobaan I sampai percobaan IV akan naik turun hingga mendekati temperatur luar yang menandakan bahwa pupuk yang dihasilkan telah matang. Selain temperatur pupuk yang sudah mendekati temperatur luar, ciri fisik lain yang menandakan bahwa pupuk sudah matang adalah dengan melihat warna yang kehitaman, dan pupuk tidak mengeluarkan bau busuk lagi.
4. Temperatur di dalam pupuk saat pengolahan tidak mencapai 50 °C, yang selain disebabkan oleh bahan yang digunakan adalah bahan yang kering, juga konsentrat EM4 yang kurang baik sehingga mikroorganisme tidak bekerja secara baik.

5. Setelah melakukan pengujian secara kimiawi, maka diperoleh kadar pH dan kadar air pupuk pada percobaan I sampai percobaan IV ialah sebagai berikut:

- Percobaan I = pH = 7 (standar)

kadar air = 10,9%

- Percobaan II = pH = 7 (standar)

kadar air = 14%

- Percobaan III = pH = 7 (standar)

kadar air = 24,97%

- Percobaan IV = pH = 7 (standar)

kadar air = 16,18%

6. Kapasitas hasil produksi mesin pengolah pupuk bokasi yaitu

Dik : kapasitas maksimum 50 kg

Lama produksi 2-3 hari

$$\text{Kapasitas produksi} = \frac{50}{3} \times 60$$

$$= 1000 \text{ kg}$$

Jadi kapasitas produksi dalam 2 bulan yaitu 1000 kg.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil percobaan dari alat pengolah pupuk bokasi dengan sistem kontrol temperatur otomatis yang telah kami buat, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sasaran utama dari perencanaan ini yaitu terkontrolnya temperatur secara otomatis telah tercapai, namun dalam kontrol temperatur terdapat band propesional atau toleransi sebesar 2-5 °C dibawah nilai kerjanya.
2. Motor satu fasa dapat berfungsi atau memutar poros pengaduk apabila kontrol temperatur mencapai set point-nya. Dan penurunan temperatur pada saat poros pengaduk berputar berkisar antara 5- 17 menit.
3. Produk yang dihasilkan yang berupa pupuk bokasi dapat dianggap layak, karena telah memenuhi kreteria-kreteria pupuk yaitu kreteria pada fisik dan kreteria kandungan kimiawinya.

#### **B. SARAN**

Adapun saran dari penulis melalui laporan ini yaitu rancang bangun yang kami buat yaitu:

1. Batas kerja/ toleransi kontrol yang digunakan selanjutnya lebih baik jika tidak terlalu besar sehingga control temperatur dapat bekerja sesuai dengan set point yang diberikan.

2. Menggunakan EM4 yang mempunyai konsentrat yang lebih baik sehingga microorganismenya akan berkembang lebih banyak dan bekerja lebih maksimum.
3. Kapasitas produksi lebih ditingkatkan lagi mengingat kebutuhan petani akan pupuk semakin bertambah.



## DAFTAR PUSTAKA

Lingga, Pinus dan Marsono “*Petunjuk Penggunaan Pupuk*”, Jakarta: Penebar Swadaya, 1986.

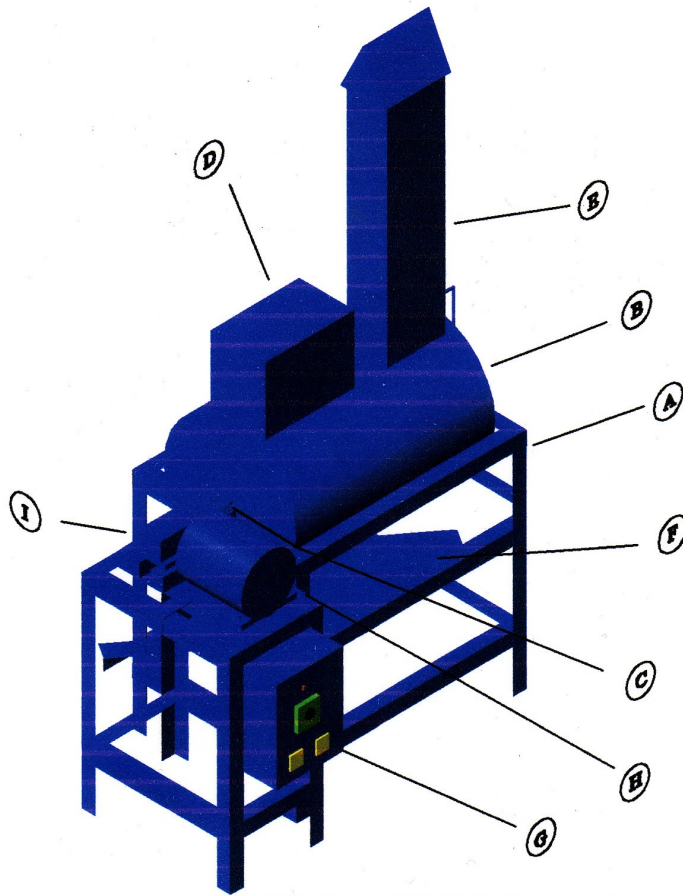
Simamoa, Suhut dan Salundik “*Meningkatkan Kualitas Kompos*”, Jakarta: PT. Agromedia pustaka, 2006.

Sularso dan Suga, Kiyokatsu “*Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*” Jakarta: PT. Paradnya Paramita, 1991.

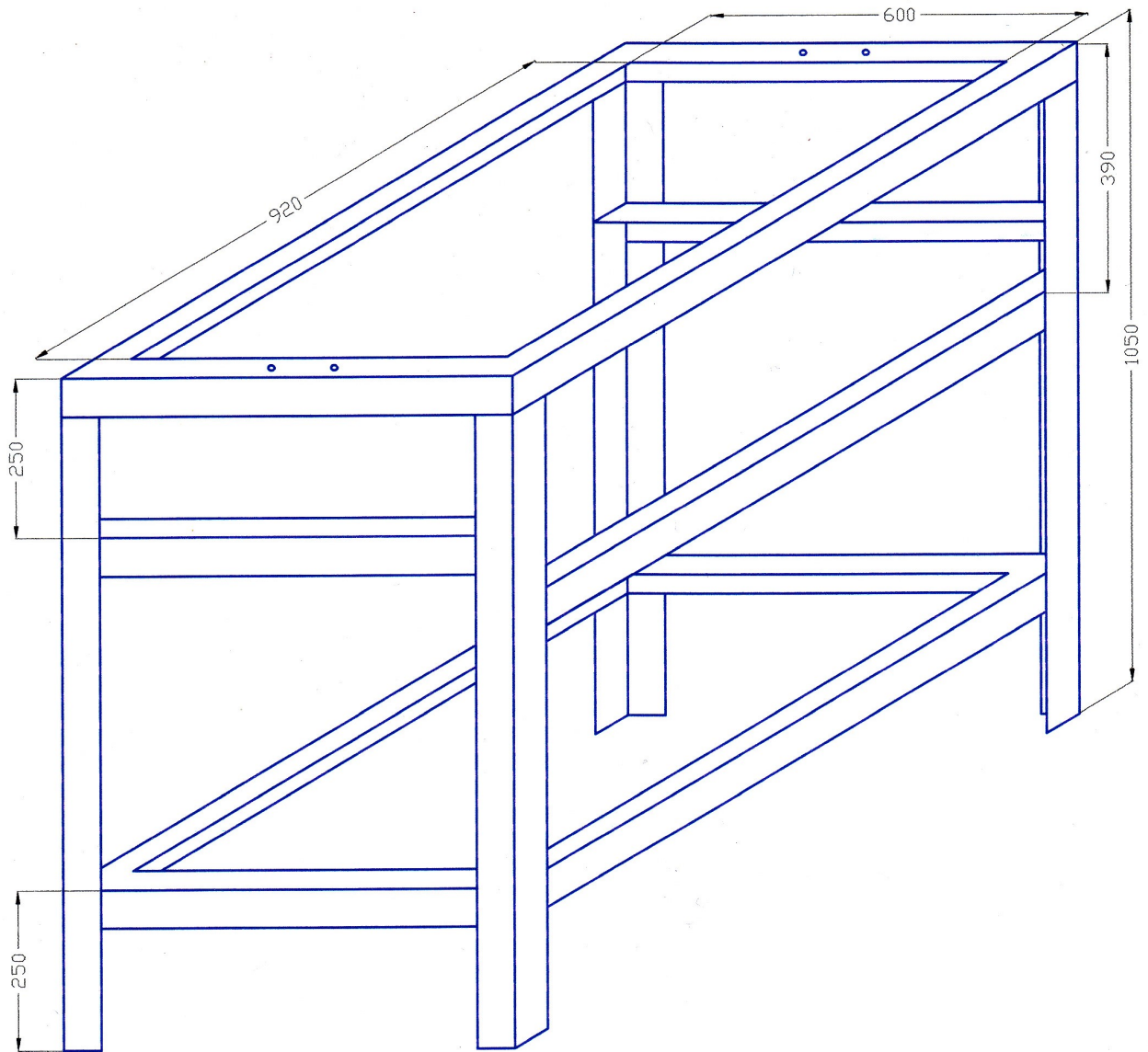
Sutedjo, Mulyani, Mul “*Pupuk Dan Cara Pemupukan*”, Jakarta: Rineka Cipta, 1987.





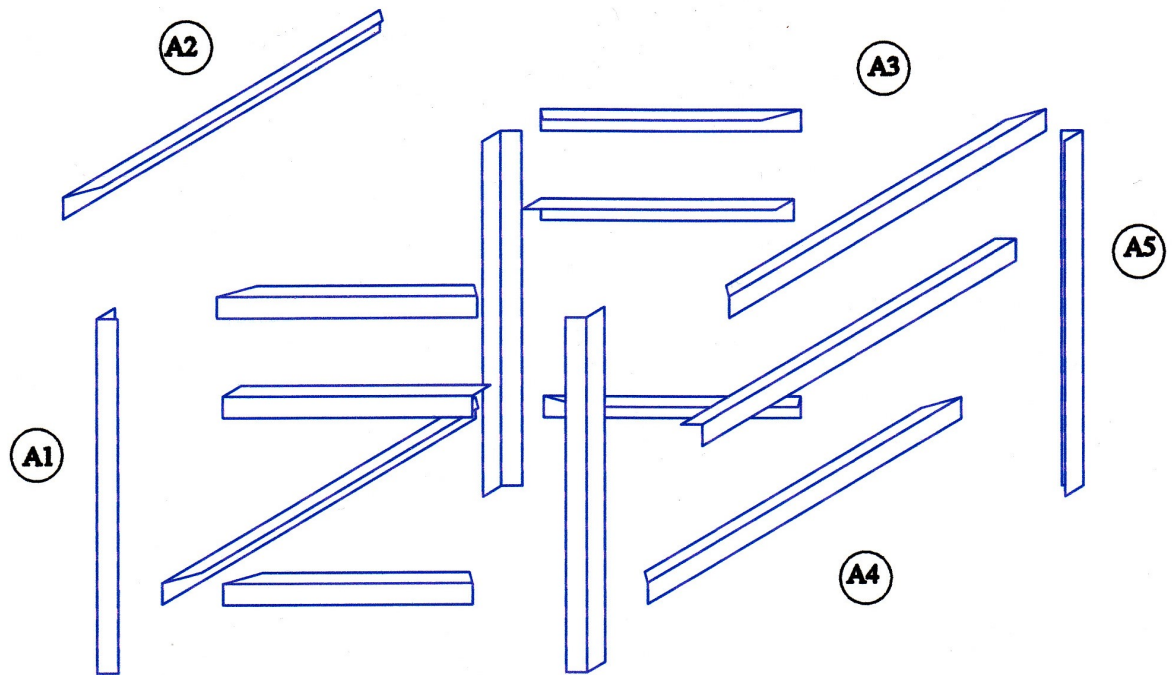


			REDUCER	I					
			MOTOR 1 FASA	H					
			PANEL KONTROL	G	PLAT				
			LUNCURAN PRODUK	F	PLAT				
			CEROBONG PENGUAPAN	E	PLAT				
			HOOPER	D	PLAT				
			POROS PENGADUK	C	BESI AS				
			BIOAKTIVATOR	B	PLAT				
			RANGKA ALAT PRODUKSI	A	BESI L				
			<b>NAMA BAGIAN</b>	<b>NO. BGN</b>	<b>BAHAN</b>	<b>UKURAN</b>	<b>KET</b>		
III	II	I							
			MESIN PENGOLAH PUPUK BOKASI DENGAN KONTROL TEMPERATUR OTOMATIS			DIGBR			
						DIPRS			
						DISTJ			
			TEKNIK KONVERSI ENERGI POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			NO. GAMBAR : A.1			

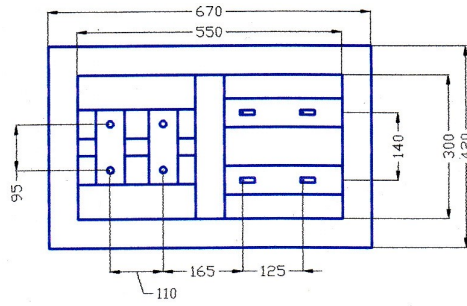


			NAMA BAGIAN	NO. BGN	BAHAN	UKURAN	KET		
III	II	I							
			RANGKA DUDUKAN BIOAKTIVATOR			DIGBR			
						DIPRS			
						DISTJ			
			TEKNIK KONVERSI ENERGI POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			NO. GAMBAR : A.2			

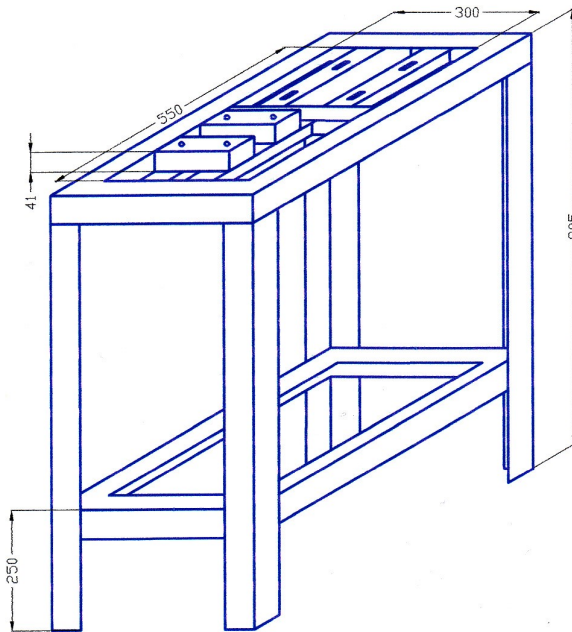




		1	PENAHAN LUNC. PRODUK	A5	BESI L	60mm X 60mm	Dicat primer			
		4	RANGKA PENAHAN BAWAH	A4	BESI L	60mm X 60mm	Dicat primer			
		2	PENAHAN BIOAKTIVATOR	A3	BESI L	60mm X 60mm	Dicat primer			
		4	RANGKA PENAHAN ATAS	A2	BESI L	60mm X 60mm	Dicat primer			
		4	RANGKA KAKI	A1	BESI L	60mm X 60mm	Dicat primer			
			NAMA BAGIAN	NO. BGN	BAHAN	UKURAN	KET			
III	II	I								
			KOMPONEN RANGKA DUDUKAN BIOAKTIVATOR				DIGBR			
							DIPRS			
							DISTJ			
TEKNIK KONVERSI ENERGI POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG						NO. GAMBAR : A.3				

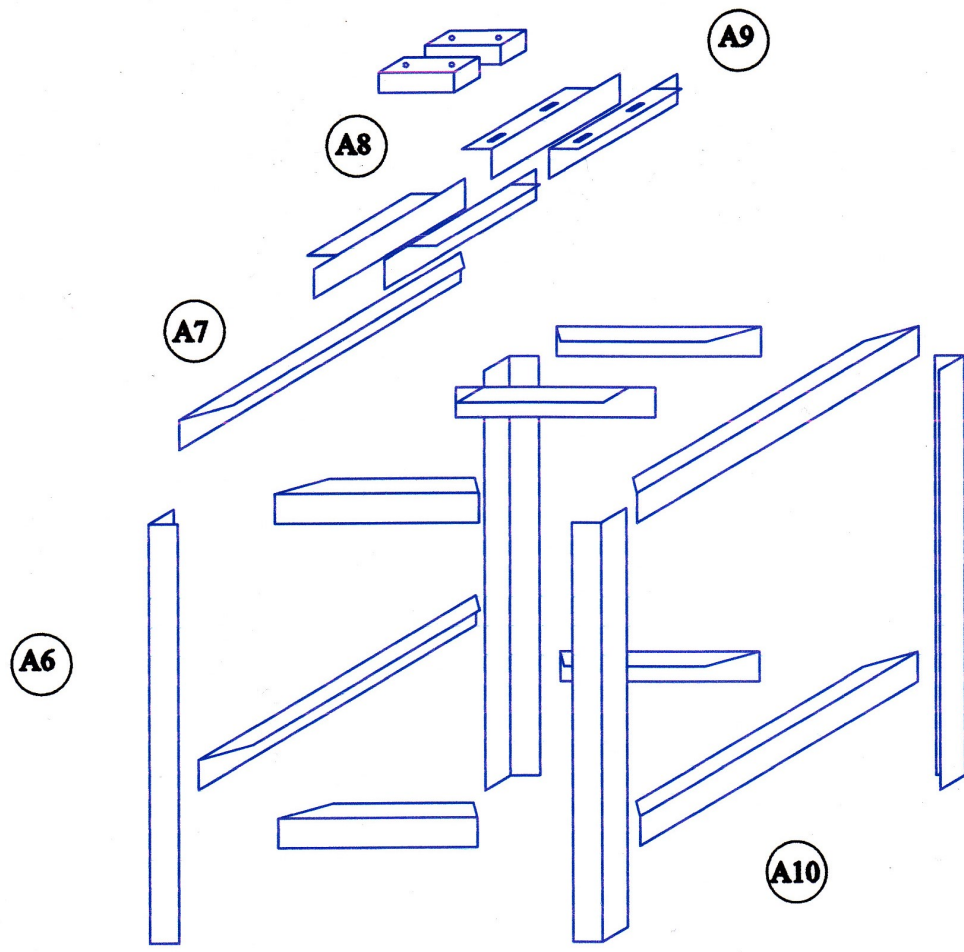


TAMPAK ATAS

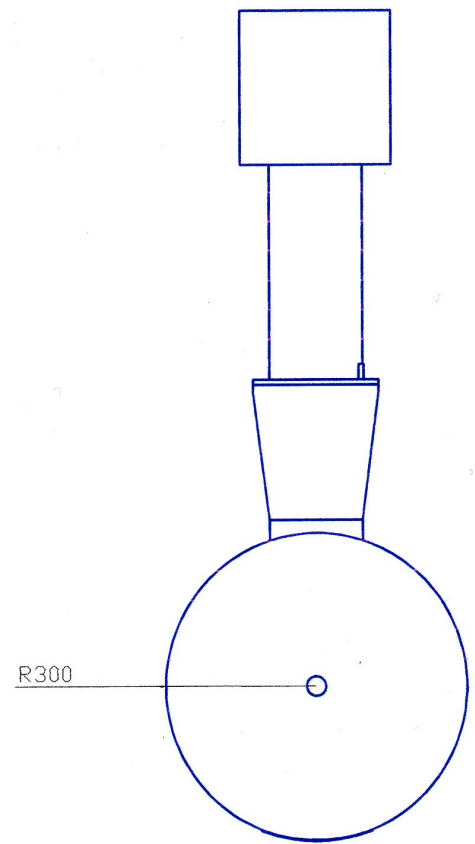
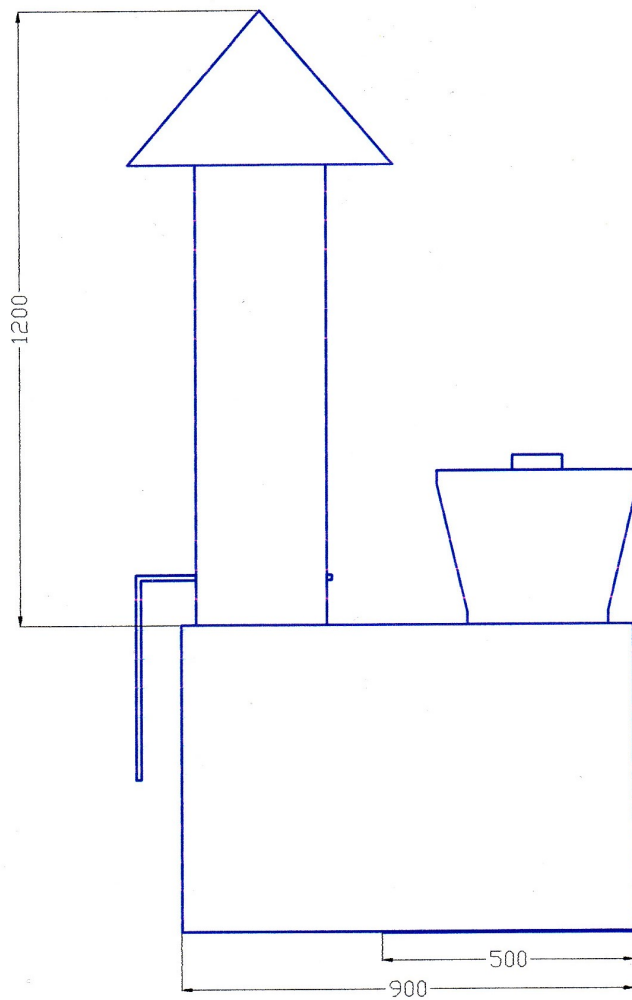


ISOMETRI

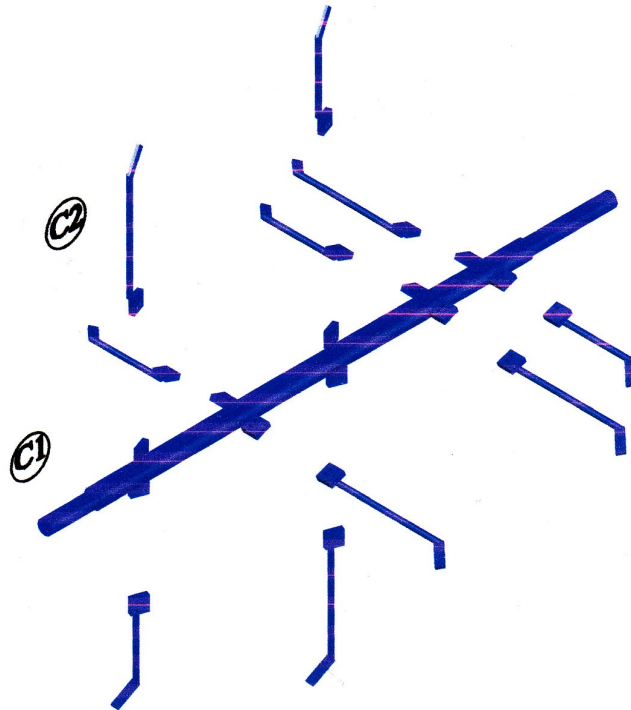
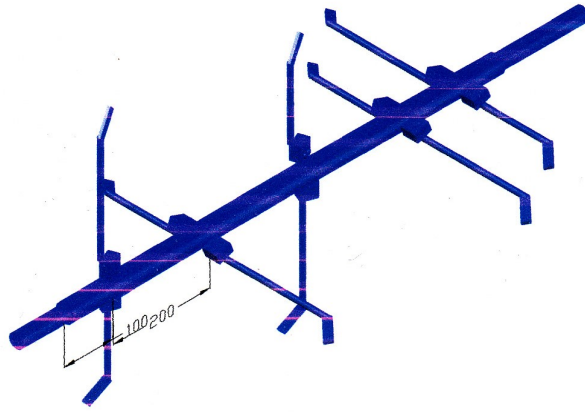
			NAMA BAGIAN	NO. BGN	BAHAN	UKURAN	KET		
III	II	I							
			RANGKA DUDUKAN MOTOR DAN REDUCER					DIGBR	
								DIPRS	
								DISTJ	
			TEKNIK KONVERSI ENERGI POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			NO. GAMBAR : A.4			



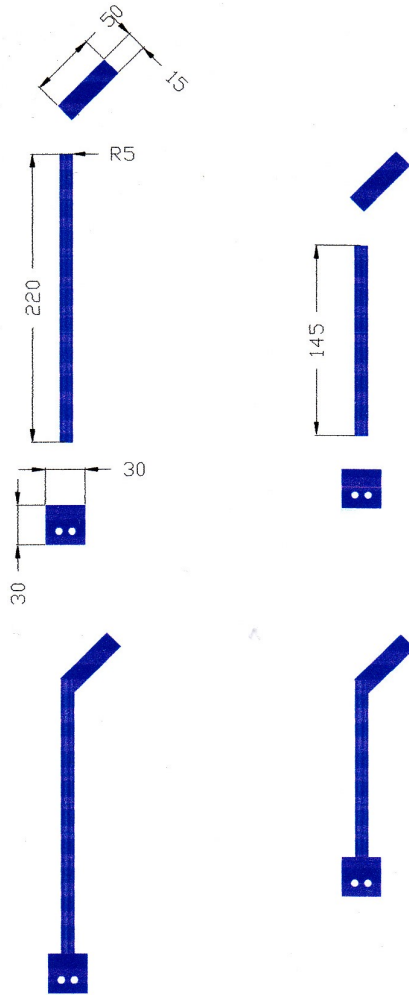
		4	RANGKA PENAHAN BAWAH	A10	BESI L	60mm X 60mm	Dicat primer	
		2	PENAHAN MOTOR 1 FASA	A9	BESI L	60mm X 60mm	Dicat primer	
		2	PENAHAN REDUCER	A8	BESI L	60mm X 60mm	Dicat primer	
		4	RANGKA PENAHAN ATAS	A7	BESI L	60mm X 60mm	Dicat primer	
		4	RANGKA KAKI	A6	BESI L	60mm X 60mm	Dicat primer	
			NAMA BAGIAN	NO. BGN	BAHAN	UKURAN	KET	
III	II	I						
			KOMPONEN RANGKA DUDUKAN MOTOR DAN REDUCER			DIGBR		
						DIPRS		
						DISTJ		
			TEKNIK KONVERSI ENERGI POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			NO. GAMBAR : A.5		



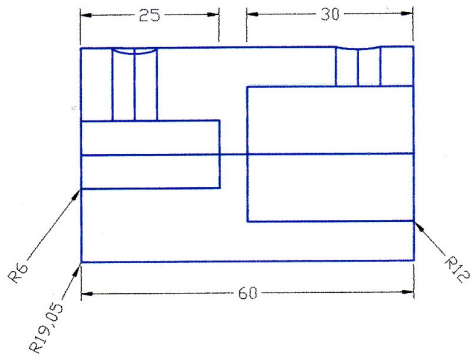
			NAMA BAGIAN	NO. BGN	BAHAN	UKURAN	KET		
III	II	I							
			BIOAKTIVATOR			DIGBR			
						DIPRS			
						DISTJ			
			TEKNIK KONVERSI ENERGI POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			NO. GAMBAR : A.6			



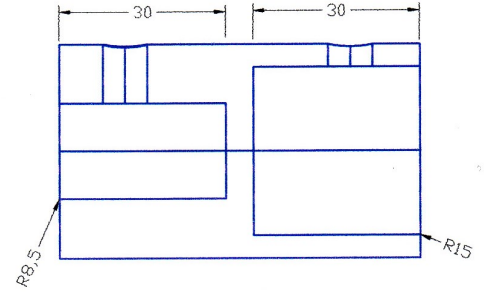
		10	BATANG PENGADUK	C2	BESI ULIR	D 10 mm	Dicat primer		
		1	POROS PENGADUK	C1	BESI AS	D 38.1 mm	Dicat primer		
			NAMA BAGIAN	NO. BGN	BAHAN	UKURAN	KET		
III	II	I							
			POROS PENGADUK			DIGBR			
						DIPRS			
						DISTJ			
TEKNIK KONVERSI ENERGI POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG						NO. GAMBAR : A.7			



			NAMA BAGIAN	NO. BGN	BAHAN	UKURAN	KET		
III	II	I							
			BATANG PENGADUK			DIGBR			
						DIPRS			
						DISTJ			
			TEKNIK KONVERSI ENERGI POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			NO. GAMBAR : A.8			

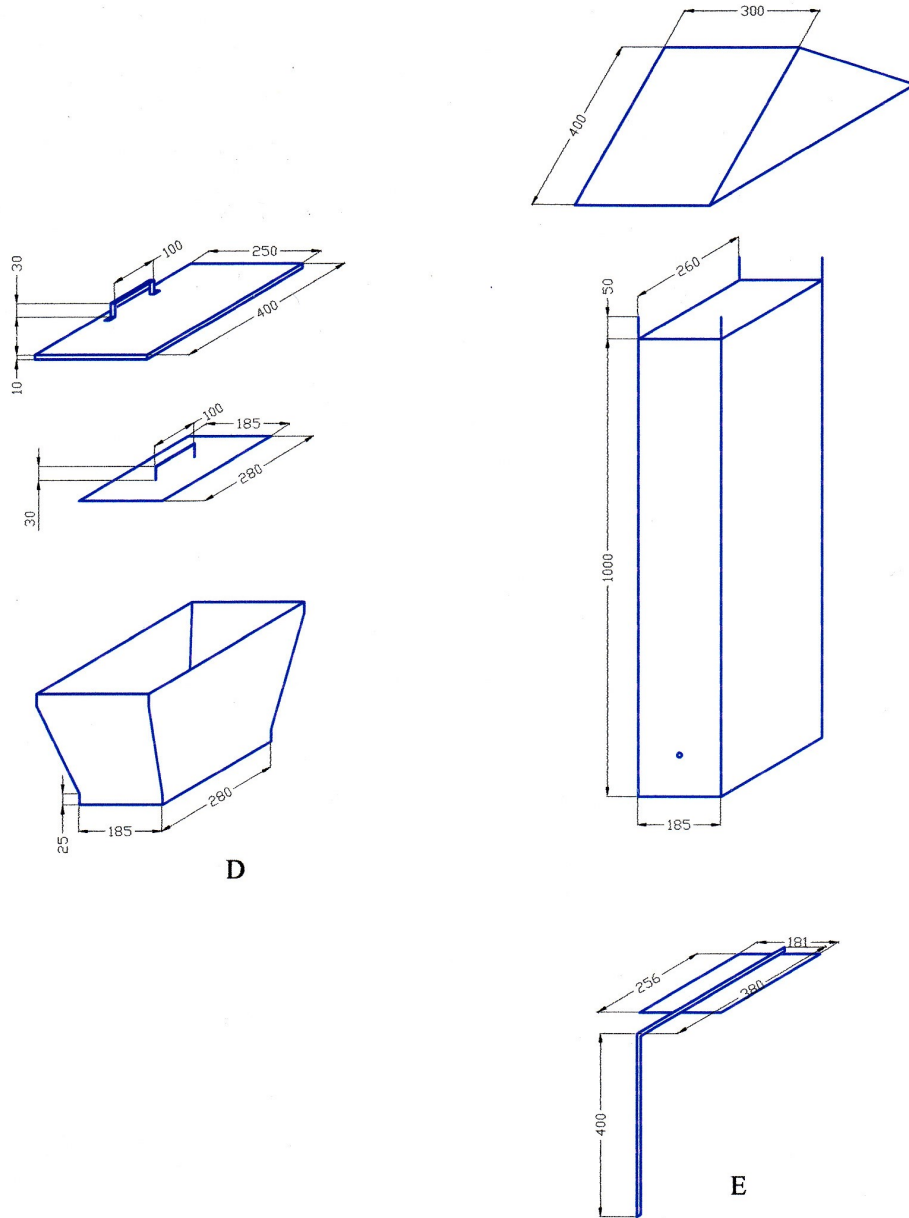


KOPLING ANTARA  
POROS MOTOR DENGAN  
POROS REDUCER



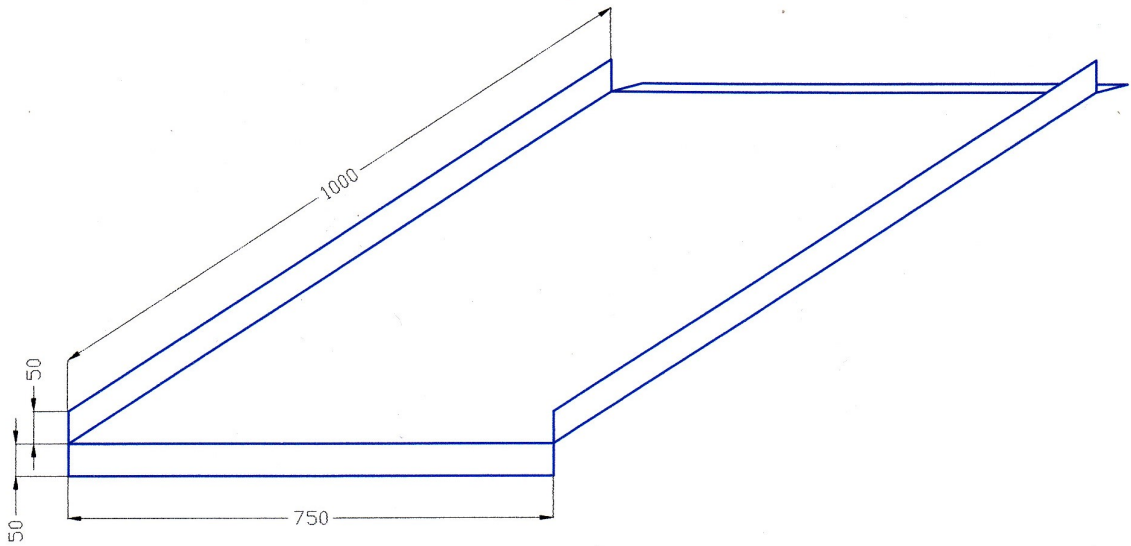
KOPLING ANTARA  
POROS MOTOR DENGAN  
POROS PENGADUK

			NAMA BAGIAN	NO. BGN	BAHAN	UKURAN	KET	
III	II	I						
			POTONGAN KOPLING			DIGBR		
						DIPRS		
						DISTJ		
			TEKNIK KONVERSI ENERGI POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			NO. GAMBAR : A.9		

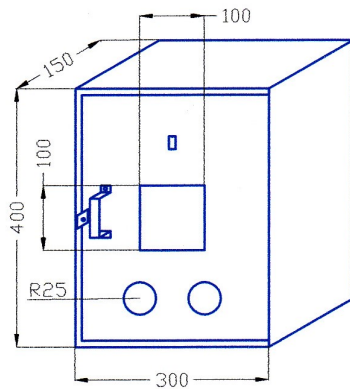


			CEROBONG PENGUAPAN	E	PLAT	0,8 mm	Dicat primer			
			HOOPER	D	PLAT	0,8 mm	Dicat primer			
			NAMA BAGIAN	NO. BGN	BAHAN	UKURAN	KET			
III	II	I								
			HOOPER DAN CEROBONG PENGUAPAN				DIGBR			
							DIPRS			
							DISTJ			
			TEKNIK KONVERSI ENERGI POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			NO. GAMBAR : A.10				





**F**



**G**

			PANEL KONTROL	G	PLAT	0.8 mm	Dicat primer			
			LUNCURAN PRODUK	F	PLAT	0.8 mm	Dicat primer			
			<b>NAMA BAGIAN</b>	<b>NO. BGN</b>	<b>BAHAN</b>	<b>UKURAN</b>	<b>KET</b>			
III	II	I								
			LUNCURAN PRODUK DAN PANEL KONTROL				DIGBR			
							DIPRS			
							DISTJ			
			TEKNIK KONVERSI ENERGI POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG			NO. GAMBAR : A.11				





Air



EM4



Gula

+



Dedak



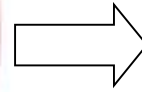
Sekam



Kotoran Kandang



Alat Mesin Pengolah



Hasil / Pupuk

Gambar B.1 Proses pembuatan pupuk Bokasi dengan menggunakan mesin pengolah pupuk Bokasi dengan Kontrol Temperature Otomatis.





Gambar B.2 Pemotongan kaki rangka dudukan bioaktivator



Gambar B.3 Pengelasan rangka penahan atas pada dudukan motor



Gambar B.4 Merapikan hasil las pada rangka motor



Gambar B.5 Pengelasan pada rangka dudukan reducer dan motor



Gambar B.6 Rangka dudukan reducer dan motor



Gambar B.7 Rangka dudukan bioaktivator



Gambar B.8 Pengujian kontrol dan mekanisme pengaduk pada beban kosong



Gambar B.9 Pengujian mesin/alat





Gambar B.10 Pengeluaran produk hasil percobaan



Gambar B.11 Pupuk hasil percobaan