

**PROSES PEMBUATAN, PENGUJIAN, DAN MODIFIKASI *COMPOST*
TURNER DI PT UNITED TRACTORS PANDU ENGINEERING**

SKRIPSI

Oleh :
ANGGER SURYO PRASTOWO
F14070111



**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2012**

MANUFACTURING, TESTING, AND MODIFICATION OF A COMPOST TURNER AT UNITED TRACTORS PANDU ENGINEERING COMPANY

Angger Suryo Prastowo, Wawan Hermawan, and Mulad Wibowo

Department of Mechanical and Biosystem Engineering, Faculty of Agricultural Technology,
Bogor Agricultural University, IPB Darmaga Campus, PO BOX 220, Bogor, West Java, Indonesia
Phone +62 085 693828800, e-mail: anggersuryo@gmail.com

ABSTRACT

Compost turners are used to mix and stir compost material in composting operations. United Tractors Pandu Engineering Company manufactured a compost turner (CT unit), to traverse trapezoidal windrows, mix and stir empty fruit bunches of palm oil waste. Manufacturing process of the CT unit was started by making jigs as the main referrals, components manufacturing, and assembly process of the components. The main components were frame, frame cover, plow, engine house, cabin, drum blade, plastic sheet rollers, front wheel and castor. Performance test of the unit was conducted to find out whether the performance of the unit is conformity with design objectives of the unit. In the first prototype there were several difficulties to process drum blade assembly component, because the unit frame as the referance for drum blade getting distruptive on installation. To overcome the problem, three alternative designs were proposed, including slider extension flange drum blade, bolted arm drum blade, and slider arm drum blade. Result of performance test showed that all components could work properly. The unit could perform well in turning, stirring, and chopping the empty fruit bunches of palm oil waste.

Keywords: *Compost turner, manufacturing, empty fruit bunches, palm oil waste, drum blade.*



RINGKASAN

Compost turner (unit CT) merupakan sebuah produk yang dibuat oleh PT United Tractors Pandu Engineering (PT UTE) yang dipesan oleh PT Astra Agro Lestari (PT AAL). Produk ini berupa alat berat yang berfungsi untuk membantu proses pengolahan limbah sawit menjadi kompos. Dalam proses pengomposan limbah sawit tersebut, peran *compost turner* sangatlah dibutuhkan. Hal ini dikarenakan jumlah limbah kelapa sawit yang dimiliki PT AAL sangat banyak, bahkan mencapai angka ribuan ton. Jika hanya menggunakan teknologi konvensional, tujuan *zero waste system* yang hendak dicapai oleh PT AAL tidak akan mungkin tercapai. Oleh karena itu produksi produk *compost turner* oleh PT UTE menjadi sangat penting bagi terciptanya *close cycle system* dalam produksi sawit PT AAL, bahkan produksi sawit Indonesia.

Dalam proses pengomposan limbah sawit, *compost turner* mempunyai tugas untuk membalikkan, mengaduk, dan mencacah limbah sawit agar timbunannya menjadi homogen. Hal ini diperlukan karena dalam proses pengomposan, materi yang tidak homogen menyebabkan bagian dalam timbunan materi sangat sedikit bereaksi dengan lingkungan luar, akibatnya bagian dalam timbunan materi tersebut akan menjadi cepat panas dan membunuh bakteri pengompos materi. Selain itu proses pembalikan yang dilakukan *compost turner* ini juga berfungsi untuk menjaga stabilitas aerasi dan menurunkan kadar air yang berlebih dalam timbunan limbah sawit. Stabilitas aerasi dapat menjaga limbah kelapa sawit agar tidak berbau dan mempertahankan kandungan kadar air saat proses pengomposan berlangsung.

Untuk mempelajari proses pembuatan produk *compost turner*, maka penulis dilibatkan dalam program magang di PT UTE. Program magang ini dilaksanakan selama enam bulan terhitung dari tanggal 9 Februari 2011 sampai dengan 31 Juli 2011 di PT UTE yang beralamat di Jl. Jababeka XI Blok H 30-40 Kawasan Industri Jababeka Cikarang-Bekasi. Program magang ini memiliki tujuan khusus yaitu untuk meningkatkan kemampuan dalam pembuatan, pengujian kinerja, dan modifikasi *compost turner* yang baik agar proses ini berlangsung sesuai dengan tujuan awal pembuatan dan memberikan benefit yang maksimal bagi perusahaan.

Proses pembuatan unit CT ini memakan waktu hampir enam bulan, yaitu dimulai dari bulan Januari hingga Juni 2011. Hal ini dikarenakan banyak hal seperti perubahan desain, kerusakan komponen sehingga harus diproduksi ulang, kesalahan produksi komponen yang tidak sesuai dengan desain, dan lain sebagainya. Dalam pembuatan unit CT ini dibutuhkan sebuah jig sebagai referensi pembuatan rangka utama. Sedangkan komponen-komponen yang perlu dibuat antara lain: *Frame, cover frame, plow, engine house, kabin, drum blade, plastic rewiner*, roda depan, dan *castor*. Keseluruhan proses pembuatan memakan waktu sekitar enam bulan yaitu dari mulai bulan Januari sampai Juni 2011.

Komponen-komponen unit CT yang telah selesai dibuat selanjutnya dirakit untuk menjadi unit CT yang utuh, proses ini disebut proses *assembly*. Proses *assembly* dilakukan secara paralel dengan proses pembuatan komponen-komponen dan proses pengujian unit CT sehingga

menyebabkan waktu yang dibutuhkan untuk proses ini sekitar empat bulan, yaitu dari bulan Maret hingga Juni 2011. Lamanya proses ini dikarenakan adanya faktor-faktor keterlambatan dalam pembuatan komponen-komponennya serta bongkar pasang komponen akibat adanya pengujian unit

Setelah selesai semua proses pembuatan dan assembly, kemudian unit CT memasuki proses *Painting*. *Painting* merupakan proses pemberian warna berdasarkan proses *styling* yang sudah ditentukan. Pada proses *painting* terdapat dua warna utama yang dipilih, yaitu warna *Louminous Red* dan *Telegrau I*. Untuk warna *Louminous Red* memiliki spesifikasi yaitu RAL 3024 dengan RGB 252 10 28. Sedangkan *Telegrau I* spesifikasinya yaitu RAL 7045 dengan RGB 143 148 158. *Painting* dilakukan setelah semua proses pembuatan, *assembly*, dan pengujian unit CT dilakukan. Proses *Painting and Styling* hanya membutuhkan waktu dua bulan yaitu pada bulan Mei dan Juni 2011.

Pengujian unit CT dilakukan dalam dua tahap yaitu uji fungsional komponen-komponen unit CT dan uji kinerja secara keseluruhan. Uji fungsional ini dimaksudkan untuk mengecek apakah kerja komponen tersebut sudah sesuai dengan fungsinya. Sedangkan uji kinerja dimaksudkan untuk mengetahui kinerja unit CT secara keseluruhan. Proses uji fungsional dapat dilakukan secara paralel dengan proses assembly, tetapi uji kinerja hanya bisa dilakukan setelah seluruh proses assembly selesai dilakukan. Berdasarkan hasil seluruh pengujian, unit CT yang dibuat sudah sesuai dengan tujuan pembuatan produk.

Modifikasi yang dibutuhkan untuk produk CT ini adalah modifikasi desain untuk komponen *drum blade* agar pemasangannya lebih mudah dilakukan. Pada prototype yang dibuat sebelumnya dirasakan kesulitan yang cukup besar untuk proses assembly komponen drum blade ini. Hal ini dikarenakan frame unit yang menjadi acuan pemasangan drum blade mengalami perenggangan. Perenggangan frame ini diperkirakan disebabkan oleh proses pengelasan yang terlalu banyak. Oleh karena itu dibuatkan tiga buah alternative desain untuk pembuatan komponen *drum blade* produksi selanjutnya, yaitu *slider extension flange drum blade*, *bolted arm drum blade*, dan *slider arm drum blade*. Dan berdasarkan analisis dan metode pembobotan yang dilakukan maka dipilih *slider extension flange drum blade* sebagai alternative desain yang paling cocok sebagai desain *drum blade* pada produksi unit CT selanjutnya.

PROSES PEMBUATAN, PENGUJIAN, DAN MODIFIKASI *COMPOST TURNER* DI PT UNITED TRACTORS PANDU ENGINEERING

SKRIPSI
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
Pada Departemen Teknik Mesin Dan Biosistem
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh :
ANGGER SURYO PRASTOWO
F14070111

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2012

Judul Skripsi : Proses Pembuatan, Pengujian, dan Modifikasi *Compost turner* diPT United Tractors Pandu Engineering
Nama : Angger Suryo Prastowo
NIM : F14070111

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Wawan Hermawan, MS
NIP. 19630329 198703 1 002

Ir. Mulad Wibowo
NIP. 0192086

Mengetahui:
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem

Dr. Ir. Desrial, M.Eng
NIP. 19661201 199103 1 004

Tanggal Lulus

Hak Cipta Pendaftar: Universitas Indonesia
1. Dilindungi sebagai bagian dari koleksi perpustakaan IPB University dan tidak diperbolehkan untuk:
a. Pengutipan untuk tujuan akademik, penelitian, pendidikan, atau tujuan lain yang sah;
b. Pengutipan untuk tujuan komersial atau publik lainnya;
c. Diturunkan, diperjualbelikan, atau dipinjamkan kepada pihak lain.
2. Dilarang mengutip, menyalin, atau memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASINYA

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul **Proses Pembuatan, Pengujian, dan Modifikasi Compost Turner di PT United Tractors Pandu Engineering** adalah hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Bogor, Februari 2012
Yang membuat pernyataan

Angger Suryo Prastowo
F14070111

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Bekasi pada tanggal 04 Agustus 1989. Penulis merupakan putra pertama dari tiga bersaudara pasangan Widjil Purnomo dan Siti Juairiyah. Penulis memulai pendidikannya di TK Islam Karunia Bekasi pada tahun 1994-1995, SDN Perwira Bhakti pada tahun 1995-1999 dan dilanjutkan di SDN Sukadanau 02 pada tahun 1999-2001. Penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di SLTP N 1 Rawamerta Karawang pada periode 2001-2003 dan kemudian dilanjutkan di SMP N 1 Cikarang Barat pada tahun 2003-2004. Di sekolah menengah atas penulis melanjutkan jenjang pendidikannya di SMA N 1 Bekasi pada tahun 2004-2007. Penulis diterima di IPB melalui jalur SPMB (Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru) pada tahun 2007 di Departemen Teknik Pertanian yang saat ini berubah nama menjadi Teknik Mesin dan Biosistem dengan sistem mayor minor.

Selama di bangku perkuliahan aktif di organisasi mahasiswa daerah KEMSI (Kesatuan Mahasiswa Bekasi) pada tahun 2007, hingga diangkat menjadi Ketua Departemen Sosial dan Lingkungan pada periode kepengurusan 2009-2010. Penulis juga aktif pada organisasi alumni SMAN 1 Bekasi di IPB ALIBI (Aliansi satu Bekasi) pada tahun 2007 dan diangkat menjadi ketua pada periode kepengurusan 2009-2010. Pada tahun 2009-2010 penulis aktif dalam organisasi Himpunan Profesi Mahasiswa HIMATETA (Himpunan Mahasiswa Teknik Pertanian) Fakultas Teknologi Pertanian menjabat sebagai staf Departemen Public Relation, hingga diangkat menjadi Ketua Departemen Public Relation pada periode kepengurusan 2010-2011. Pada tahun 2009 penulis sempat menjadi Ketua Panitia perkenalan dan pengkaderan departemen Teknik Pertanian SAPA HIMATETA (Masa Perkenalan HIMATETA).

Pada periode 2011-2012 penulis juga memiliki pengalaman sebagai Asisten Mata Kuliah Motor dan Tenaga Pertanian. Pada bulan Juni sampai Agustus 2010, penulis melaksanakan Praktek Lapangan di departemen *research and development* PT United Tractors Pandu Engineering yang beralamat di Kawasan Industri Jababeka, Cikarang-Bekasi dengan judul 'Mempelajari Proses Rekayasa dan Manufaktur Produk di PT United Tractors Pandu Engineering'. Pada bulan Februari sampai Juli 2011 penulis melaksanakan Magang dan menyelesaikan skripsinya dengan judul 'Proses Pembuatan, Pengujian, dan Modifikasi *Compost turner* di PT United Tractors Pandu Engineering'.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin. Pujidan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Proses Pembuatan, Pengujian, dan Modifikasi Compost Turner di PT United Tractors Pandu Engineering dengan baik*. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Laporan ini disusun berdasarkan kegiatan magang yang penulis lakukan selama 6 bulan (Februari 2011 - Juli 2011). Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Wawan Hermawan, MS selaku pembimbing akademik atas bimbingan, motivasi, dan pengarahan selama penulis melaksanakan magang dan penyusunan skripsi.
2. Ir. Mulad Wibowo selaku pembimbing lapang di PT United Tractors Pandu Engineering atas bimbingan, bantuan, pengarahan, serta memberikan kesempatan kepada penulis untuk menimba pengalaman berharga selama kegiatan magang.
3. Pimpinan dan staff Fakultas Teknologi Pertanian dan juga dari Departemen Teknik Mesin dan Biosistem atas bantuan dan pengarahan yang telah diberikan.
4. Bapak Indra Budi yang telah membantu serta memberikan motivasi dan dukungannya kepada penulis.
5. Seluruh staff Departemen RnD, khususnya kepada Mas Diva Ernest Nataprawira, Mas Winarno, Mba Nurieta, atas bantuan dan dukungannya
6. Keluarga tercinta yang telah menjadi segalanya bagi penulis.
7. Bahrul Mufid selaku teman seperjuangan melaksanakan kegiatan magang yang telah membantu penulis selama kegiatan magang berlangsung.
8. Teman-teman Ensemble Teknik Mesin dan Biosistem angkatan 2007 atas kebersamaanya selama 4 tahun bersama di IPB.
9. Teman-teman kosan Kastil Ummi: Rafli, Amin, Habibi, Syuhada, Abbas, Adzan, Pandu, Ucup, Kak Cindera, Kak Bima, Kak Rahmat, Kak Miqdam, Ipung, dan Kak Hasan serta Kak Husein.
10. Teman-teman PL dan magang: Eko, Wisnu, Muslim, Qya, Dian, Zae, Memet, Niko, Anas, Ike, Ayuatas bantuan dan kebersamaanya selama kegiatan magang.
11. Semua pihak yang telah membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan karya tulis ini. Sehingga dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pembaca. Akhirnya dengan kemampuan yang terbatas dan dengan segala kekurangan, penulis memiliki harapan semoga karya tulis ini memiliki manfaat untuk penulis, pembaca, perusahaan serta dunia pendidikan dengan memberikan sumbangan pemikiran kepada masyarakat sehingga dapat lebih mengetahui dan mengenal produk *compost turner*.

Bogor, Februari 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. TUJUAN	3
1.3. BATASAN DAN RUANG LINGKUP MAGANG	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. LEAN MANUFACTURING SISTEM	4
2.2. PROSES MANUFAKTUR	6
2.3. TEKNOLOGI PENGOMPOSAN	6
2.4. TEGANGAN SISA DAN PERUBAHAN BENTUK DALAM PENGELASAN	12
2.5. MISALIGNMENT	13
2.6. SISTEM HIDRAULIK	16
III. METODE MAGANG	17
3.1. TEMPAT DAN WAKTU	17
3.2. LINGKUP DAN KEGIATAN MAGANG	17
3.3. METODE PELAKSANAAN MAGANG	17
3.4. TAHAPAN PEMBUATAN <i>COMPOST TURNER</i>	18
3.5. CARA PENGUJIAN <i>COMPOST TURNER</i>	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. PELAKSANAAN MAGANG DI PERUSAHAAN	24
4.2. PROSES PEMBUATAN <i>COMPOST TURNER</i>	26
4.3. PENGUJIAN UNIT <i>COMPOST TURNER</i>	42
4.4. MODIFIKASI DESAIN UNTUK MEMPERMUDAH PROSES <i>ASSEMBLY DRUM BLADE</i>	49
V. KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1. KESIMPULAN	56
5.2. SARAN	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Tabel kandungan nutrisi TKS dan Kompos Sawit (% berat kering)	7
Tabel 2. Standar Kualitas Kompos (SNI 19-7030-2004)	9
Tabel 3. Ciri getaran akibat <i>misalignment</i> pada beberapa jenis kopling	14
Tabel 4. Proses Manufaktur Pembuatan dan Assembly unit CT	40
Tabel 5. Timeline Pembuatan unit CT	41
Tabel 6. Data pengujian kecepatan putar <i>drum blade</i> menggunakan satu buah motor hidrolik	42
Tabel 7. Data pengujian kecepatan putar <i>drum blade</i> menggunakan dua buah motor hidrolik	43
Tabel 8. Kondisi <i>pressure</i> rata-rata hidrolik roda depan	44
Tabel 9. Kondisi Pengujian Kinerja	47
Tabel 10. Hasil Pengujian Kinerja	48
Tabel 11. Pembobotan alternative desain <i>drum blade</i>	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. <i>Development Product</i>	2
Gambar 2. Limbah TKKS di Pabrik Kelapa Sawit	7
Gambar 3. Proses Umum Pengomposan Limbah Padat Organik	8
Gambar 4. Contoh Pengomposan dengan Teknik Windrow Composting	10
Gambar 5. Aerated static pile	10
Gambar 6. <i>Aerated compost bins</i>	10
Gambar 7. <i>Rotary Drum Composters</i>	11
Gambar 8. <i>Box/Tunnel Composting System</i>	11
Gambar 9. <i>Mechanical Compost Bins</i> dan pengoperasiannya	12
Gambar 10. <i>Parallel Misalignment</i>	13
Gambar 11. <i>Angular Misalignment</i>	14
Gambar 12. Konfigurasi sistem dalam keadaan normal	15
Gambar 13. Konfigurasi sistem ketika berada dalam keadaan <i>misalignment</i>	15
Gambar 14. Torsi pada kopling	15
Gambar 15. Sistem Hidrolik	16
Gambar 16. Uji Fungsional <i>Arm Drum Blade</i>	20
Gambar 17. <i>Joystick</i> kendali roda depan	21
Gambar 18. Uji fungsional <i>plow</i>	22
Gambar 19. Uji fungsional <i>plastic rewinder</i>	23
Gambar 20. Pengolahan kompos limbah sawit menggunakan metode aerasi	24
Gambar 21. Alat angkat unit CT	25
Gambar 22. Alat ukur berat	26
Gambar 23. Jig untuk pembuatan frame unit CT	26
Gambar 24. Rangka utama unit CT	27
Gambar 25. <i>Frame</i>	27
Gambar 26. <i>Cover Frame</i>	28
Gambar 27. <i>Plow</i>	28
Gambar 28. <i>Engine House</i>	29
Gambar 29. Kabin	29
Gambar 30. <i>Drum Blade</i>	30
Gambar 31. <i>Plastic Rewinder</i>	30
Gambar 32. Roda Depan	31
Gambar 33. Castor Unit CT	31
Gambar 34. Engine Perkins pada unit CT	32
Gambar 35. <i>Gear Drives</i>	32

Gambar 36. Motor-motor hidraulik yang digunakan pada unit CT.....	33
Gambar 37. Pompa-pompa hidraulik yang digunakan pada unit CT	34
Gambar 38. Komponen Elektrik	35
Gambar 39. <i>Compressor</i>	35
Gambar 40. <i>Cheese Block</i>	36
Gambar 41. <i>Control Valve</i>	36
Gambar 42. Proses <i>Assembly</i> unit CT	37
Gambar 43. Pembagian Warna Komponen Unit CT.....	37
Gambar 44. <i>Compost turner</i>	38
Gambar 45. Diagram sirkulasi hidraulik unit CT.....	39
Gambar 46. Grafik hubungan antara kecepatan putar engine dan posisi <i>switchdrum blade</i> dengan kecepatan putar <i>drum blade</i> menggunakan satu motor hidrolis	43
Gambar 47. Grafik hubungan antara kecepatan putar engine dan posisi <i>switch drum blade</i> dengan kecepatan putar <i>drum blade</i> menggunakan dua motor hidrolis	44
Gambar 48. Pengujian <i>Under Carriage</i>	45
Gambar 49. Pengujian unit CT di PT UTE	46
Gambar 50. Grafik Hubungan antara kapasitas olahan dengan posisi <i>switch drum blade</i>	48
Gambar 51. Grafik Hubungan antara <i>pressure</i> dengan posisi <i>switch drum blade</i>	48
Gambar 52. Perenggangan <i>Frame</i>	49
Gambar 53. Kondisi pengelasan yang akan diperbaiki.	50
Gambar 54. Desain awal <i>drum blade</i>	50
Gambar 55. Desain <i>slider extention flange drum blade</i>	51
Gambar 56. Desain <i>bolted arm drum blade</i>	52
Gambar 57. Desain <i>slider arm drum blade</i>	53
Gambar 58. Foto Jig untuk komponen <i>drum blade</i>	55

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Peta lokasi dan peta pabrik PT UTE.....	58
Lampiran 2. Struktur organisasi PT UTE	59
Lampiran 3. Perhitungan sudut pergerakan <i>arm drum blade, plow, dan plastic rewinder</i>	63
Lampiran 4. Drawing desain komponen drum blade unit CT	65
Lampiran 5. Drawing desain komponen <i>slider ext-flange drum blade</i>	70

I. PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Institut Pertanian Bogor sebagaimana perguruan tinggi lainnya dituntut untuk menghasilkan sarjana yang mampu mengembangkan kemampuan dan profesi keilmuannya. Teknik Mesin dan Biosistem merupakan ilmu yang mempelajari penerapan dasar - dasar teknik dalam penguasaan dan pemanfaatan sumber daya serta tenaga alam secara efisien dan ekonomis guna mengembangkan daya karya manusia dalam bidang pertanian. Dalam hal ini Departemen Teknik Mesin dan Biosistem IPB merupakan salah satu unsur pelaksana dan wahana pengembangannya.

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin dituntut bertambahnya pengetahuan akan banyak hal. Arus informasi yang semakin cepat menuntut setiap orang untuk berpikir maju dan inovatif. Perguruan tinggi sebagai salah satu institusi pendidikan juga dituntut tanggap terhadap perkembangan teknologi yang pesat, salah satunya mampu mencetak mahasiswa yang mempunyai kompetensi yang sesuai dengan permintaan pasar, beretos kerja tinggi. Untuk tujuan tersebut, sebagai tugas akhir, calon sarjana diwajibkan menyelesaikan skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana tersebut. Skripsi tersebut dapat disusun sebagai hasil penelitian ataupun magang di suatu perusahaan yang relevan.

Magang adalah suatu kegiatan untuk menambah pengalaman kerja praktis dan keterampilan mahasiswa yang sesuai dengan idang keahlian studinya dan kemampuan analisis mahasiswa berdasarkan kaidah-kaidah ilmiah. Kegiatan magang juga dapat digunakan untuk mencari alternatif penyelesaian masalah yang ditemukan pada perusahaan, industri atau lembaga pemerintah. Dalam kegiatan magang, mahasiswa merupakan bagian terpadu dari sistem kerja di perusahaan, industri atau lembaga pemerintah tempat magang untuk mendalami aspek keteknikan, teknologi dan manajemen.

PT United Tractors Pandu Engineering (PT UTE) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur alat-alat berat di Indonesia. Teknologi yang digunakan sudah tergolong modern karena di dalamnya melibatkan alat dan mesin yang intensif dalam setiap pengembangan produknya. Oleh karena itu PT UTE dipilih sebagai tempat magang karena bergerak di bidang manufaktur yang modern yang memiliki kaidah-kaidah teknik yang sangat memadai.

PT UTE merupakan anak perusahaan dari PT United Tractors. United Tractors groups menginduk pada perusahaan multinasional PT Astra International. PT UTE berdiri pada bulan Februari 1983, yang bergerak di bidang alat angkat (*material handling*). Pada tanggal 8 Februari 1983 PT UTE diakui sebagai perusahaan perseroan terbatas. Salah satu hasil produksi PT UTE adalah Forklift merk PATRiA. Dan sejak saat itu merek PATRiA mulai diandalkan oleh PT UTE sebagai brand perusahaan. Sebelum dilakukan penggabungan antara kedua plant, kegiatan produksi PT UTE terbagi menjadi dua wilayah yaitu wilayah Cakung (plant I) dengan produk utamanya adalah Forklift dan komponen OEM (Original Equipment Manufacturing). Sedangkan untuk wilayah Cikarang (plant II) produk utama yang dihasilkan berupa peralatan pendukung untuk pertambangan, penggalian, kehutanan, pertanian dan transportasi umum lainnya.

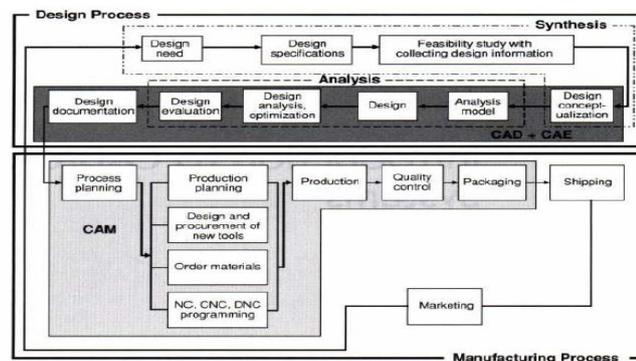
Research and Development Division merupakan salah satu divisi dari Engineering Departement yang bertugas untuk melakukan penelitian dan pengembangan produk-produk baru yang bersifat *next-level* dan *new landscape technology* berdasarkan: teknologi terkini yang dikuasai, regulasi/standard yang berlaku serta kondisi perekonomian, untuk menjawab kebutuhan pasar di masa yang akan datang (*creating demand based on market forecast*). Dibutuhkan kejelian yang tinggi untuk mengetahui kebutuhan pasar masa kini dan masa yang akan datang.

Produk yang telah dihasilkan oleh PT UTE sangat beragam, jika dikelompok-kelompokkan maka akan terdapat 6 kelompok produk-produk yaitu : *mining, industrial and construction equipment, forestry and agro equipment, oil and gas transport equipment, attachments, and Original Equipment Manufacturing (OEM)*. Semua produk tersebut merupakan produk PATRiA yang diproduksi sejak tahun 1983. Untuk kelompok *forestry and agro equipment*, ada salah satu produk yang sedang diproduksi yaitu *Compost turner*.

Compost turner merupakan sebuah produk yang akan dibuat oleh PT UTE yang dipesan oleh PT Astra Agro Lestari (PT AAL). Produk ini berfungsi untuk membantu proses pengolahan limbah sawit menjadi kompos. Dalam proses pengomposan limbah sawit tersebut, peran *compost turner* sangatlah dibutuhkan. Hal ini dikarenakan jumlah limbah kelapa sawit yang dimiliki PT AAL sangat banyak, bahkan mencapai angka ribuan ton. Jika hanya menggunakan teknologi konvensional, tujuan *zero waste system* yang hendak dicapai oleh PT AAL tidak akan mungkin tercapai. Oleh karena itu produksi produk *compost turner* oleh PT UTE menjadi sangat penting bagi terciptanya *close cycle system* dalam produksi sawit PT AAL, bahkan produksi sawit Indonesia.

Dalam proses pengomposan limbah sawit, *compost turner* mempunyai tugas untuk membalikkan, mengaduk, dan mencacah limbah sawit agar timbunannya menjadi homogen. Hal ini diperlukan karena dalam proses pengomposan, materi yang tidak homogen menyebabkan bagian dalam timbunan materi sangat sedikit bereaksi dengan lingkungan luar, akibatnya bagian dalam timbunan materi tersebut akan menjadi cepat panas dan membunuh bakteri pengompos materi. Selain itu proses pembalikan yang dilakukan *compost turner* ini juga berfungsi untuk menjaga stabilitas aerasi dan menurunkan kadar air yang berlebih dalam timbunan limbah sawit. Stabilitas aerasi dapat menjaga limbah kelapa sawit agar tidak berbau dan mempertahankan kandungan kadar air saat proses pengomposan berlangsung.

Sesuai dengan kaidah *development product*, *compost turner* juga dirancang dengan tahapan-tahapan yang sama yaitu : survei (task), merencanakan spesifikasi produk, merencanakan konsep, rancangan awal desain produk, rancangan akhir, prototype, pengujian, modifikasi, uji akhir produk, dan pelepasan ke produksi. Untuk saat ini, proses pengembangan *compost turner* baru sampai pada tahap pembuatan prototype. Dalam pembuatan prototype ini banyak komponen yang dibuat dengan perkiraan *oversize capacity*. Hal ini dimaksudkan agar ketika produk diujicoba di lapangan, maka produk dapat memenuhi semua tujuan pembuatan produk. Tapi perkiraan *oversize* dapat berakibat kurang baik pada nilai ekonomis produk karena akan membuat biaya produksi menjadi lebih mahal. Oleh karena itu diperlukan pengujian kinerja agar dapat diketahui kapasitas lapang yang terjadi di lapangan, sehingga perkiraan *oversize* dapat ditanggulangi dengan kapasitas yang lebih kecil yang sesuai dengan kondisi lapang dan dapat meminimalisir biaya produksi. Gambar kaidah *development product* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Development Product*

Setelah proses pengujian kinerja selesai dikerjakan, proses pembuatan produk ini akan sampai pada tahap modifikasi. Modifikasi dimaksudkan agar produk selanjutnya dapat diproduksi sesuai dengan kapasitas lapang yang telah diuji. Selain itu modifikasi ini bertujuan juga untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan yang mungkin terjadi pada pengujian prototype di lapangan sehingga tidak terjadi lagi pada produk selanjutnya.

Berdasarkan kondisi tersebut, maka sangatlah penting untuk menciptakan manajemen pembuatan, pengujian kinerja, dan modifikasi *compost turnery* yang baik. Hal ini dimaksudkan agar project ini berlangsung sesuai dengan tujuan awal pembuatan dan memberikan benefit yang maksimal bagi perusahaan.

1.2. TUJUAN

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari pelaksanaan kegiatan magang ini terdiri dari tujuan umum dan tujuan khusus.

Tujuan umumnya adalah:

1. Meningkatkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan mahasiswa melalui latihan kerja dan aplikasi ilmu yang telah diperoleh.
2. Meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam mengidentifikasi, merumuskan, dan memecahkan permasalahan dengan menerapkan ilmu teknik secara sistematis dan interdisiplin kemudian dapat memberikan saran yang konstruktif pada perusahaan.
3. Melatih mahasiswa dalam memahami dan menyesuaikan diri terhadap iklim kerja di dunia industri yang sebenarnya.
4. Menjalin kemitraan antara perguruan tinggi dengan dunia industri.

Adapun tujuan khususnya adalah :

Meningkatkan kemampuan dalam pembuatan, pengujian kinerja, dan modifikasi *compost turnery* yang baik agar proses ini berlangsung sesuai dengan tujuan awal pembuatan dan memberikan benefit yang maksimal bagi perusahaan.

1.3. BATASAN DAN RUANG LINGKUP MAGANG

Magang adalah suatu kegiatan untuk menambah pengalaman kerja praktis dan keterampilan mahasiswa yang sesuai bidang keahlian studinya dan kemampuan analisis mahasiswa berdasarkan kaidah-kaidah ilmiah. Kegiatan magang juga dapat dijadikan alternatif pemecahan masalah yang ditemukan pada perusahaan. Dalam kegiatan magang, mahasiswa merupakan bagian terpadu (integral) dari sistem kerja di perusahaan untuk mendalami aspek keteknikan, manajemen, dan teknologi. Hal ini ditandai dengan adanya kewajiban mahasiswa mengikuti aturan perusahaan, dan pihak yang lain mahasiswa mendapat imbalan gaji dasar yang sesuai dengan aturan perusahaan.

Secara khusus kegiatan magang ini adalah pada seputar project yang melibatkan peserta magang dan dalam hal ini adalah project *compost turner*. Proses yang masih berlangsung adalah proses pembuatan, pengujian kinerja, dan modifikasi produk. Adapun luaran yang diharapkan adalah terciptanya produk *compost turner* yang sesuai dengan tujuan awal pembuatan, baik dari segi kinerja di lapangan maupun menciptakan benefit yang maksimal bagi perusahaan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. LEAN MANUFACTURING SYSTEM

Lean Manufacturing atau *Just In Time* (JIT) merupakan sistem produksi yang menekankan pada suatu filosofi *continuous improvement* yang dilakukan dengan cara mengeliminasi atau mengurangi *waste* di semua aspek yang berkaitan dengan aliran produk dari supplier sampai ke tangan customer, sehingga didapatkan metode yang paling efisien. Hasil yang ingin dicapai adalah suatu sistem yang ramping (*lean*) dan *smooth*, sehingga dapat meningkatkan output dan produktivitas. Produksi dilakukan pada jumlah yang tepat dan pada saat yang tepat ketika dibutuhkan, maka dengan cara inilah berbagai macam *waste* dapat dikurangi bahkan dieliminasi. *Problem solving* dan *improvement* dilakukan dari hal-hal yang kecil, tetapi dilakukan secara bertahap dan terus-menerus. Inilah yang dimaksud dengan filosofi *continuous improvement*. Hal ini berbeda dengan budaya Barat yang menekankan pada perubahan dan perbaikan yang sifatnya radikal. JIT berusaha melibatkan seluruh karyawan untuk berpartisipasi dalam *continuous improvement*, sehingga karyawan tidak hanya dipakai kemampuan fisik tubuhnya saja, melainkan kemampuan berpikirnya juga diasah. Keberhasilan JIT terletak pada perubahan pola pikir dan sikap kerja seluruh karyawan untuk melakukan upaya *continuous improvement* (Anonim² 2006).

Waste didefinisikan sebagai segala aktivitas pemakaian sumber daya (*resources*) yang tidak memberikan nilai tambah (*value added*) pada produk. Pada dasarnya semua *waste* yang terjadi berhubungan erat dengan dimensi waktu. JIT mendefinisikan ada 8 jenis *waste* yang tidak memberikan nilai dalam proses bisnis atau manufaktur, antara lain adalah sebagai berikut (Liker 2006):

1. Produksi berlebihan (*overproduction*)
Memproduksi barang-barang yang belum dipesan, akibatnya terjadi penumpukan barang dan tempat penyimpanan barang menjadi berkurang.
2. Menunggu (*Waiting*)
Pekerja yang sedang mengamati mesin yang berjalan, menunggu pasokan komponen karena kehabisan material, menunggu karena keterlambatan proses atau mesin rusak merupakan aktivitas yang sebenarnya tidak perlu terjadi.
3. Transportasi (*transportation*)
Memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lain, apalagi dalam jarak yang jauh merupakan aktivitas yang tidak efisien, sehingga perlu diminimalkan.
4. Memproses secara keliru/berlebihan (*Inefficient Process*)
Melakukan pemrosesan yang tidak efisien karena alat yang buruk dan rancangan produk yang buruk, sehingga menghasilkan produk cacat.
5. Persediaan berlebih (*inventory*)
Memproduksi lebih dari semestinya sebagai antisipasi kecacatan produk bukan menyelesaikan masalah, tetapi justru menyembunyikan masalah yang sebenarnya.
6. Gerakan yang tidak perlu (*unnecessary motion*)
Gerakan-gerakan tubuh yang tidak perlu, seperti mencari, meraih, memutar akan membuat proses memakan waktu lebih lama.
7. Produk cacat (*defective product*)
Memproduksi barang cacat, sehingga membutuhkan pengerjaan ulang atau bahkan dibuang karena tidak bisa diperbaiki. Jelas ini merupakan pemborosan pemakaian bahan, waktu, tenaga kerja, dan sumber daya yang lain.
8. Kreativitas karyawan yang tidak dimanfaatkan

Kehilangan waktu, gagasan, keterampilan, peningkatan, dan kesempatan belajar karena tidak melibatkan atau mendengarkan karyawan.

Metode (*tools*) yang dipakai dalam JIT pada dasarnya merupakan metode-metode yang sederhana. Ada banyak metode dalam JIT, akan tetapi disini hanya akan dijelaskan beberapa metode yang bisa digunakan dalam mengatur waktu kegiatan kita sehari-hari. Berikut ini adalah beberapa metode tersebut (Anonim² 2006):

1. *Value Stream Mapping*

Suatu *tool* yang menunjukkan secara visual semua aktivitas beserta dengan waktunya, baik yang memberikan nilai tambah maupun tidak memberikan nilai tambah (*waste*) yang dibutuhkan untuk membuat produk. Jadi *value stream mapping* ini akan menunjukkan secara detail semua aktivitas, aliran proses, dan aliran informasi secara berurutan yang dilalui oleh produk dari *raw material* yang dikirim supplier sampai *finished goody* yang akan diberikan ke konsumen (Anonim² 2006).

2. Sikap kerja 5S

5S adalah merupakan serangkaian aktivitas yang dilakukan secara berkesinambungan di tempat kerja untuk menghilangkan pemborosan yang menyebabkan kesalahan, cacat, bahkan kecelakaan kerja. 5S merupakan aktivitas sederhana yang bisa kita lakukan di tempat kerja, bahkan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga 5S itu seumpama cermin yang memantulkan pola sikap dan perilaku seseorang dalam bekerja. Keberhasilan 5S terletak pada sejauhmana metode ini dapat mengubah perilaku kerja seseorang, karena ia melakukan 5S ini sebagai suatu kebiasaan (*habit*) bukan suatu paksaan, sehingga inisiatif perbaikan di tempat kerja akan muncul dengan sendirinya, berikut ini adalah nama ke 5S tersebut (Anonim⁴ 2006):

- *Seiri* (Ringkas) : memilah-milah antara barang-barang yang diperlukan dan yang tidak diperlukan. Barang yang diperlukan akan dipisahkan berdasarkan frekuensi penggunaannya dan kemudian akan dibedakan lokasi peletakkannya. Semakin sering digunakan, maka akan diletakkan makin dekat dengan tempat kerja. Untuk barang yang tidak diperlukan harus segera dibuang dan tidak diperkenankan memberi status tidak jelas (*status quo*) pada barang.
- *Seiton* (Rapi) : menyimpan barang di tempat yang tepat atau dalam tata letak/posisi yang benar, sehingga dapat segera ditemukan apabila akan dipergunakan. Ini merupakan cara untuk menghilangkan proses pencarian barang. Parameter keberhasilan rapi yaitu seberapa cepat orang dapat menemukan barang yang dicari.
- *Seiso* (Resik) : membersihkan sampah, kotoran dan benda-benda asing di tempat kerja. Disini diutamakan pembersihan sebagai pemeriksaan terhadap kebersihan dan menciptakan tempat kerja yang bebas dari kesalahan yang dapat berdampak buruk pada mesin/benda kerja atau bahkan kecelakaan kerja.
- *Seiketsu* (Rawat) : membuat sistem dan prosedur untuk mempertahankan dan memonitor ketiga S diatas (*Seiri, Seiton, Seiso*). Penetapan standart secara visual (warna, grafik, gambar, label) agar ketiga S tersebut dapat dilakukan oleh semua orang dengan mudah tanpa salah.
- *Shitsuke* (Rajin/Disiplin) : melatih dan menanamkan kemampuan untuk melakukan sesuatu dengan cara yang benar. Intinya adalah bagaimana membuat aktivitas ketiga S tersebut menjadi habit/kebiasaan bagi setiap orang, karena inilah memang tujuan akhir yang ingin dicapai dari 5S.

3. Identifikasi akar penyebab masalah dengan “5W”

5 *Why* (5W) merupakan suatu metode untuk menggali penyebab masalah yang lebih mendalam secara sistematis untuk menemukan cara penanggulangan yang lebih dalam pula (Anonim⁴ 2006).

2.2. PROSES MANUFAKTUR

Proses manufaktur atau pabrikasi sering diartikan sebagai proses pembuatan suatu barang. Adapun konteksnya adalah membuat suatu barang dalam jumlah besar dan dengan menggunakan pola produksi yang terstandarisasi baik secara metode maupun peralatan. Tujuan manufaktur diantaranya adalah memenuhi kebutuhan masyarakat akan produk yang bermanfaat, menyenangkan, aman, murah dan dapat diandalkan, berkualitas tinggi dengan ongkos minimum serta menyediakan lapangan kerja untuk mendorong perekonomian negara. Terdapat fungsi tertentu dalam sistem manufaktur, yakni (Anonim¹ 2007):

1. Product Design
2. Process Planning
3. Production Operation
4. Material Flow
5. Production Planning, Scheduling and Control

Product design lebih mengarah kepada Perancangan produk untuk memenuhi keinginan konsumen berdasarkan informasi dari bagian pemasaran. *Process planning* adalah perencanaan terhadap proses pembuatan suatu produk dan bagaimana produk itu dibuat meliputi penentuan mesin dan peralatan yang digunakan. *Production Operation* lebih mengacu kepada pelaksanaan dari proses pabrikasi, dalam hal ini dapat berupa proses *assembly* pabrikasi atau gabungan keduanya. Aliran materi masuk sampai keluar menjadi produk merupakan prinsip dari fungsi *material flow*. Aliran materi sangat tergantung pada tata letak dan penanganan bahan. *Production Planning, scheduling* dan kontrol juga merupakan aspek dalam manufaktur yang tidak dapat dikesampingkan karena merupakan hal yang penting. Perencanaan manufaktur yang dimaksudkan adalah pada tingkat produksi berdasarkan informasi tentang kebutuhan pasar, kapasitas produksi dan tingkat persediaan. Perencanaan produksi dapat berupa perencanaan akan penentuan tentang apa yang harus dibuat, berapa dan dengan sumberdaya apa kita akan melakukan proses manufaktur. Sedangkan fungsi kontrol berperan dalam membandingkan rencana terhadap hasil yang diperoleh, dan melakukan tindakan perbaikan jika terjadi penyimpangan (Anonim¹ 2007).

2.3. TEKNOLOGI PENGOMPOSAN

Menurut J.H. Crawford (2003) kompos didefinisikan sebagai berikut: Kompos adalah hasil dekomposisi parsial/tidak lengkap, dipercepat secara artifisial dari campuran bahan-bahan organik oleh populasi berbagai macam mikroba dalam konsisi lingkungan yang hangat, lembab, dan aerobik. Kompos memiliki banyak manfaat yang ditinjau dari beberapa aspek:

Aspek Ekonomi :

1. Menghemat biaya untuk transportasi dan penimbunan limbah
2. Mengurangi volume/ukuran limbah
3. Memiliki nilai jual yang lebih tinggi dari pada bahan asalnya

Aspek Lingkungan :

1. Mengurangi polusi udara karena pembakaran limbah
2. Mengurangi kebutuhan lahan untuk penimbunan

Aspek bagi tanah/tanaman:

1. Meningkatkan kesuburan tanah
2. Memperbaiki struktur dan karakteristik tanah

3. Meningkatkan kapasitas jerap air tanah
4. Meningkatkan aktivitas mikroba tanah
5. Meningkatkan kualitas hasil panen (rasa, nilai gizi, dan jumlah panen)
6. Menyediakan hormon dan vitamin bagi tanaman
7. Menekan pertumbuhan/serangan penyakit tanaman
8. Meningkatkan retensi/ketersediaan hara di dalam tanah

Pada dasarnya semua bahan-bahan organik padat dapat dikomposkan, misalnya: limbah organik rumah tangga, sampah-sampah organik pasar/kota, kertas, kotoran/limbah peternakan, limbah-limbah pertanian, limbah-limbah agroindustri, limbah pabrik kertas, limbah pabrik gula, limbah pabrik kelapa sawit, dll. (Isro'i 2004). Gambar 2 berikut merupakan contoh limbah sawit yang dijadikan kompos.



Gambar 2. Limbah TKKS di pabrik kelapa sawit (Isro'i 2004)

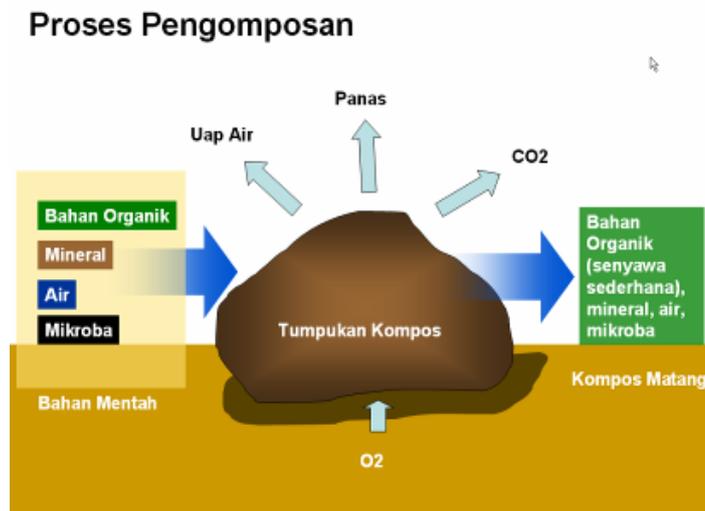
Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS), telah mengembangkan teknologi pengomposan yang telah dipatenkan dengan menggunakan bahan baku limbah kelapa sawit tersebut (Patent No. S00200100211, Guritno et al., 2001). Teknologi ini memungkinkan tercapainya nir limbah ("zero waste") pada pabrik kelapa sawit (PKS) yang berarti semua limbah di PKS akan terolah sehingga tidak ada lagi limbah yang dibuang ke lingkungan (Darnoko dan Sutarta 2006).

Teknologi ini dapat diaplikasikan baik untuk PKS konvensional/besar maupun PKS Mini.Kompos yang dihasilkan dapat dimanfaatkan baik untuk tanaman kelapa sawit, tanaman pangan maupun tanaman hortikultura. Untuk memberi contoh bagi klien, sejak tahun 2002 PPKS membangun pabrik kompos dengan kapasitas 3 ton kompos per hari di kebun Percobaan Aek Pancur, Tanjung Morawa, Medan. Untuk Kandungan nutrisi tandan kering segar (TKS) dan kompos sawit disajikan pada Tabel 1 berikut(Darnoko dan Sutarta 2006):

Tabel 1. Tabel kandungan nutrisi TKS dan kompos sawit (% berat kering) (Darnoko dan Sutarta 2006)

No	Uraian	TKS	Kompos
1	P (%)	0.068	0.022
2	K (%)	2.18	3.45
3	Ca (%)	0.4	0.72
4	Mg (%)	0.13	0.54
5	C (%)	48.44	29.76
6	N (%)	0.74	1.98
7	C/N	64.46	15.03
8	Air	69.96	54.39

Memahami dengan baik proses pengomposan sangat penting untuk dapat membuat kompos dengan kualitas baik. Secara umum proses pengomposan diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses umum pengomposan limbah padat organik (dimodifikasi dari Rynk 1992)

Proses pengomposan akan segera berlangsung setelah bahan-bahan mentah dicampur. Proses pengomposan secara sederhana dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap aktif dan tahap pematangan. Selama tahap-tahap awal proses, oksigen dan senyawa-senyawa yang mudah terdegradasi akan segera dimanfaatkan oleh mikroba mesofilik. Suhu tumpukan kompos akan meningkat dengan cepat. Demikian pula akan diikuti dengan peningkatan pH kompos. Suhu akan meningkat hingga di atas 50°–70°C. Suhu akan tetap tinggi selama waktu tertentu. Mikroba yang aktif pada kondisi ini adalah mikroba Termofilik, yaitu mikroba yang aktif pada suhu tinggi. Pada saat ini terjadi dekomposisi/penguraian bahan organik yang sangat aktif. Mikroba-mikroba di dalam kompos dengan menggunakan oksigen akan menguraikan bahan organik menjadi CO₂, uap air dan panas. Setelah sebagian besar bahan telah terurai, maka suhu akan berangsur-angsur mengalami penurunan. Pada saat ini terjadi pematangan kompos tingkat lanjut, yaitu pembentukan kompleks liat humus. Selama proses pengomposan akan terjadi penyusutan volume maupun biomassa bahan. Pengurangan ini dapat mencapai 30 – 40% dari volume/bobot awal bahan. Kompos yang sudah matang sebenarnya sudah cukup baik untuk diaplikasikan ke tanaman (Isro'i 2004).

Permasalahan yang sering muncul adalah kebutuhan kompos yang cukup banyak untuk mencukupi seluruh kebutuhan hara tanaman. Dibandingkan dengan pupuk kimia, kebutuhan kompos dapat 10 – 20 kali lipat lebih banyak dari pada pupuk kimia. Salah satu solusi yang akhir-akhir ini banyak berkembang adalah memperkaya kompos. Bahan-bahan yang dipergunakan untuk memperkaya kompos antara lain: pupuk kimia konvensional, bahan-bahan organik lain yang memiliki kandungan hara tinggi dan mikroba-mikroba bermanfaat. Sebagai contoh: untuk meningkatkan kandungan N dapat menggunakan biomassa Azolla, untuk meningkatkan kandungan P dipergunakan fosfat alam, dan untuk meningkatkan kandungan K dipergunakan abu sisa pembakaran bahan organik (bagas, tkks). Indonesia telah memiliki standar kualitas kompos, yaitu SNI 19-7030-2004. Standart ini disajikan pada Tabel 2. Di dalam SNI ini termuat batas-batas maksimum atau minimum sifat-sifat fisik atau kimiawi kompos. Termasuk di dalamnya adalah batas maksimum kandungan logam berat. Untuk mengetahui seluruh kriteria kualitas kompos ini memerlukan analisa laboratorium (Isro'i 2004).

Tabel 2. Standar kualitas kompos (SNI 19-7030-2004) (Isro'i 2004)

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar Air	%	-	50
2	Temperatur	oC		suhu air tanah
3	Warna			kehitaman
4	Bau			berbau tanah
5	Ukuran partikel	mm	0,55	25
6	Kemampuan ikat air	%	58	-
7	pH		6,80	7,49
8	Bahan asing	%	*	1,5
	Unsur makro			
9	Bahan organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,40	-
11	Karbon	%	9,80	32
12	Phosfor (P2O5)	%	0,1	-
13	C/N-rasio		10	20
14	Kalium (K2O)	%	0,20	*
	Unsur mikro			
15	Arsen	mg/kg	*	13
16	Kadmium (Cd)	mg/kg	*	3
17	Kobal (Co)	mg/kg	*	34
18	Kromium (Cr)	mg/kg	*	210
19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20	Merkuri (Hg)	mg/kg	*	0,8
21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
24	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
	Unsur lain			
25	Kalsium	%	*	25,5
26	Magnesium (Mg)	%	*	0,6
27	Besi (Fe)	%	*	2
28	Aluminium (Al)	%	*	2,2
29	Mangan (Mn)	%	*	0,1
	Bakteri			
30	Fecal Coli	MPN/gr		1000

Keterangan : * Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum

Metode atau teknik pengomposan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok berdasarkan tingkat teknologi yang dibutuhkan, yaitu (Isro'i 2004) :

1. Pengomposan dengan teknologi rendah (*Low – Technology*)
2. Pengomposan dengan teknologi sedang (*Mid – Technology*)
3. Pengomposandengan teknologi tinggi (*High – Technology*)

2.3.1 Pengomposan dengan Teknologi Rendah

Teknik pengomposan yang termasuk kelompok ini adalah *windrow composting*. Kompos ditumpuk dalam barisan tumpukan yang disusun sejajar. Tumpukan secara berkala dibolak-balik untuk meningkatkan aerasi, menurunkan suhu apabila suhu terlalu tinggi, dan menurunkan kelembaban kompos. Teknik ini sesuai untuk pengomposan skala yang besar. Lama pengomposan berkisar antara 3 hingga 6 bulan, yang tergantung pada karakteristik bahan yang dikomposkan. Gambar 4 berikut merupakan teknik *window composting* (Isro'i 2004).



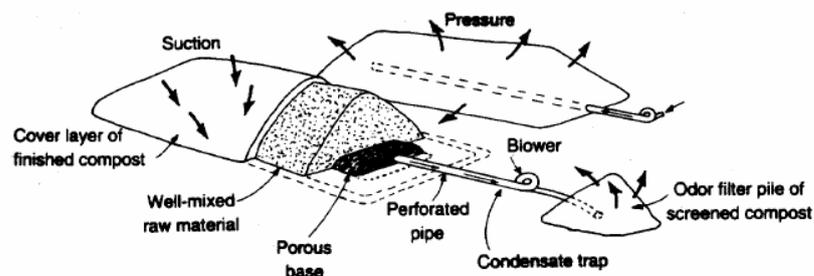
Gambar 4. Pengomposan dengan teknik *windrow composting* (Isro'i 2004)

2.3.2 Pengomposan dengan Teknologi Sedang

Pengomposan ini cenderung menggunakan teknologi yang berskala sedang antara lain adalah (Isro'i 2004):

- *Aerated static pile* : gundukan kompos diaerasi statis

Tumpukan/gundukan kompos (seperti *windrow system*) diberi aerasi dengan menggunakan blower mekanik. Tumpukan kompos ditutup dengan terpal plastik. Teknik ini dapat mempersingkat waktu pengomposan hingga 3 – 5 minggu (Isro'i 2004). Hal ini bisa dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Aerated static pile* (Isro'i 2004)

- *Aerated compost bins* : bak/kotak kompos dengan aerasi pengomposan dilakukan di dalam bak-bak yang di bawahnya diberi aerasi. Aerasi juga dilakukan dengan menggunakan blower/pompa udara. Seringkali ditambahkan pula cacing (vermikompos). Lama pengomposan kurang lebih 2 – 3 minggu dan kompos akan matang dalam waktu 2 bulan, bisa dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Aerated compost bins* (Isro'i 2004)

2.3.3 Pengomposan dengan Teknologi Tinggi

Pengomposan dengan menggunakan peralatan yang dibuat khusus untuk mempercepat proses pengomposan. Terdapat panel-panel untuk mengatur kondisi pengomposan dan lebih banyak dilakukan secara mekanis (Isro'i 2004). Contoh-contoh pengomposan dengan teknologi tinggi antara lain :

- *Rotary Drum Composters*

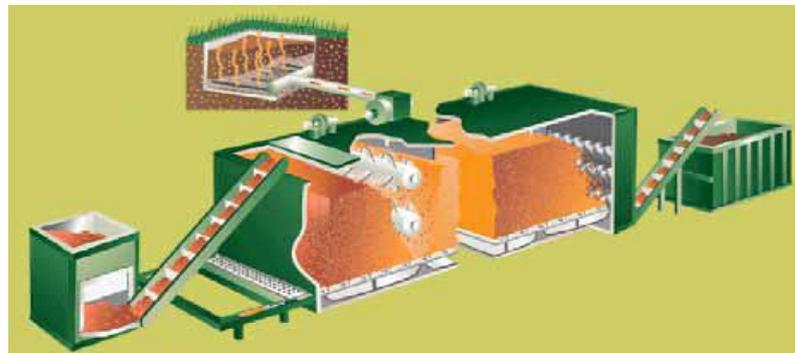
Pengomposan dilakukan di dalam drum berputar yang dirancang khusus untuk proses pengomposan. Bahan-bahan mentah dihaluskan dan dicampur pada saat dimasukkan ke dalam drum. Drum akan berputar untuk mengaduk dan memberi aerasi pada kompos (Isro'i 2004), bisa dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rotary drum composters (Isro'i 2004)

- *Box/Tunnel Composting System*

Box/Tunnel Composting System: Pengomposan dilakukan dalam kotak-kotak/bak skala besar. Bahan-bahan mentah akan dihaluskan dan dicampur secara mekanik. Tahap-tahap pengomposan berjalan di dalam beberapa bak/kotak sebelum akhirnya menjadi produk kompos yang telah matang. Sebagian dikontrol dengan menggunakan komputer. Bak pengomposan dibagi menjadi dua zona, zona pertama untuk bahan yang masih mentah dan selanjutnya diaduk secara mekanik dan diberi aerasi (Isro'i 2004). Kompos akan masuk ke bak zona ke dua dan proses pematangan kompos dilanjutkan, bisa dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Box/tunnel composting system (Isro'i 2004)

- *Mechanical Compost Bins* : Sebuah drum khusus dibuat untuk pengomposan limbah rumah tangga (Isro'i 2004), bisa dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. *Mechanical compost bins* dan pengoperasiannya (Isro'i 2004)

Kompos yang sudah matang sebenarnya sudah cukup baik untuk diaplikasikan ke tanaman. Permasalahan yang sering muncul adalah kebutuhan kompos yang cukup banyak untuk mencukupi seluruh kebutuhan hara tanaman. Dibandingkan dengan pupuk kimia, kebutuhan kompos dapat 10 – 20 kali lipat lebih banyak dari pada pupuk kimia. Salah satu solusi yang akhir-akhir ini banyak berkembang adalah memperkaya kompos. Bahan-bahan yang dipergunakan untuk memperkaya kompos antara lain: pupuk kimia konvensional, bahan-bahan organik lain yang memiliki kandungan hara tinggi dan mikroba-mikroba bermanfaat. Sebagai contoh: untuk meningkatkan kandungan N dapat menggunakan biomassa *Azolla*, untuk meningkatkan kandungan P dipergunakan fosfat alam, dan untuk meningkatkan kandungan K dipergunakan abu sisa pembakaran bahan organik (Isro'i 2004).

2.4. TEGANGAN SISA DAN PERUBAHAN BENTUK DALAM PENGELASAN

Dalam proses pengelasan, bagian yang dilas menerima panas pengelasan setempat dan selama proses berjalan suhunya berubah terus menerus sehingga distribusi panas tidak merata. Karena panas tersebut, maka pada bagian yang dilas terjadi pengembangan thermal. Sedangkan bagian yang dingin tidak berubah sehingga terbentuk penghalangan pengembangan yang mengakibatkan terjadinya perenggangan yang rumit. Kalau tidak dihindari, perenggangan ini akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk tetap yang disebabkan karena adanya perubahan besaran mekanik. Di samping terjadi perubahan bentuk, yang dengan sendirinya terjadi regangan maka terjadi juga tegangan yang sifatnya tetap yang disebut tegangan sisa. Tegangan sisa yang terjadi karena pengelasan ini dapat dibagi dalam dua kelompok, yaitu : (1) tegangan sisa oleh adanya halangan dalam yang terjadi karena pemanasan dan pendinginan setempat pada bagian konstruksi yang bebas, (2) tegangan sisa oleh adanya halangan luar, yang terjadi karena perubahan bentuk dan penyusutan dari konstruksi. Tegangan sisa dan perubahan bentuk yang terjadi sangat mempengaruhi sifat dan kekuatan dari sambungan, karena itu usaha untuk mengatur dan mengurangi tegangan sisa dan perubahan bentuk harus mendapat perhatian utama (Wiryo Sumarto, 2000).

1. Tegangan Sisa

Pada lasan konstruksi bebas akan terjadi tegangan tarik arah memanjang pada sekitar garis las dan tegangan tekan pada pada jarak yang sedikit lebih jauh lagi yang seimbang antara satu sama lain. Hal-hal yang berpengaruh dalam pembentukan tegangan sisa adalah batas transformasi dan batas luluhan bahan, suhu pemanasan yang tertinggi, kecepatan pendinginan, tahanan luar, dan pemanasan mula. Faktor-faktor ini sangat berkaitan satu dengan yang lain, karena itu dalam mengatur dan mengawasi terjadinya tegangan sisa semuanya harus diperhatikan. (Wirjosumarto, 2000)

2. Perubahan Bentuk Dalam Pengelasan

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, karena ada pencairan, pembekuan, pengembangan termal, perpendekan, dan penyusutan maka pada konstruksi selalu terjadi perubahan bentuk yang sangat rumit. Walaupun demikian secara kasar perubahan bentuk yang terjadi masih dapat dipisahkan (Wirjosumarto, 2000).

Perubahan bentuk dalam proses pengelasan ada beberapa jenis yaitu (Wirjosumarto, 2000):

- Penyusutan dan perubahan sudut
- Perubahansudut pada sambungan las sudut bentuk T
- Perubahan bentuk dalam las tumpul
- Perubahan bentuk karena pemotongan dengan gas

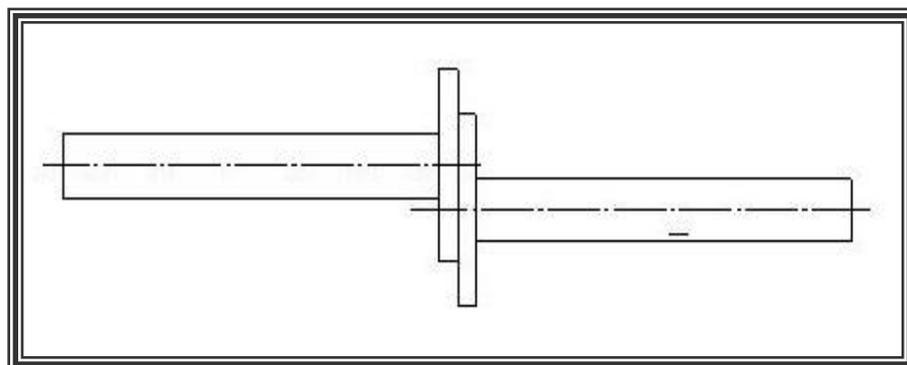
2.5. MISALIGNMENT

Misalignment adalah ketidakseambuan sumbu putar dua buah poros yang terhubung oleh kopling. Identifikasi terjadinya *misalignment* dapat dilakukan dengan melihat getaran yang terjadi pada bearing. Sampai saat ini, karakteristik getaran yang digunakan untuk mengidentifikasi *misalignment* didapatkan berdasarkan statistik yang terjadi di lapangan. (Nataprawira, 2007)

Misalignment dapat diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu: (Nataprawira, 2007)

- *Parallel Misalignment* :

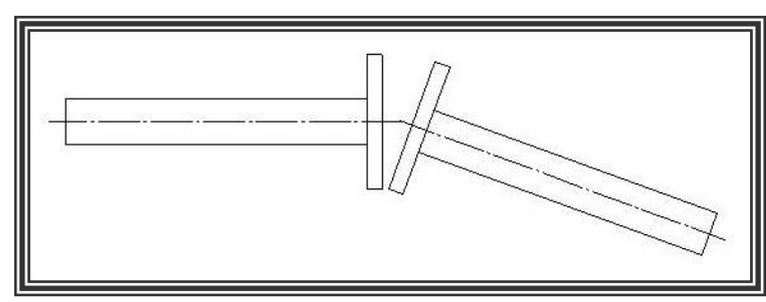
Parallel misalignment terjadi ketika sumbu putar dua buah poros yang terhubung oleh kopling tidak berada dalam satu garis lurus, namun terpisah secara paralel. Ilustrasi diberikan pada Gambar 10 (Nataprawira, 2007)



Gambar 10. *Parallel misalignment* (Nataprawira, 2007)

- *Angular Misalignment*

Angular misalignment terjadi ketika sumbu putar 2 buah poros yang terhubung oleh kopling tidak berada dalam satu garis lurus, namun bertemu pada suatu titik. Ilustrasi diberikan pada Gambar 11 (Nataprawira, 2007).



Gambar 11. *Angular misalignment* (Nataprawira, 2007)

Karakteristik getaran yang dibangkitkan oleh *misalignment* sangat bergantung pada jenis kopling yang digunakan untuk menghubungkan dua buah poros. Contoh jenis-jenis kopling dan karakteristik getaran *misalignment*nya diberikan pada Tabel 3 (Nataprawira, 2007).

Tabel 3. Ciri getaran akibat *misalignment* pada beberapa jenis kopling (Nataprawira, 2007)

Jenis Kopling	Frekuensi Indikator <i>Misalignment</i>	Persentase penurunan amplitudo terhadap penurunan <i>misalignment</i>
Grid	4xRPM	80%
Jaw	3xRPM	75%
Rubber	2xRPM 6xRPM	43% 53%

2. *Pemodelan Angular Misalignment* (M. Xu & M. D. Marangoni)

Pemodelan ini menggunakan *universal joint* sebagai penghubung dua buah poros pada model. Pada pemodelan ini, *misalignment* yang terjadi diasumsikan sebagai *angular misalignment* murni. Konfigurasi sistem dapat diperlihatkan pada Gambar 12 dan Gambar 13 (Nataprawira, 2007).

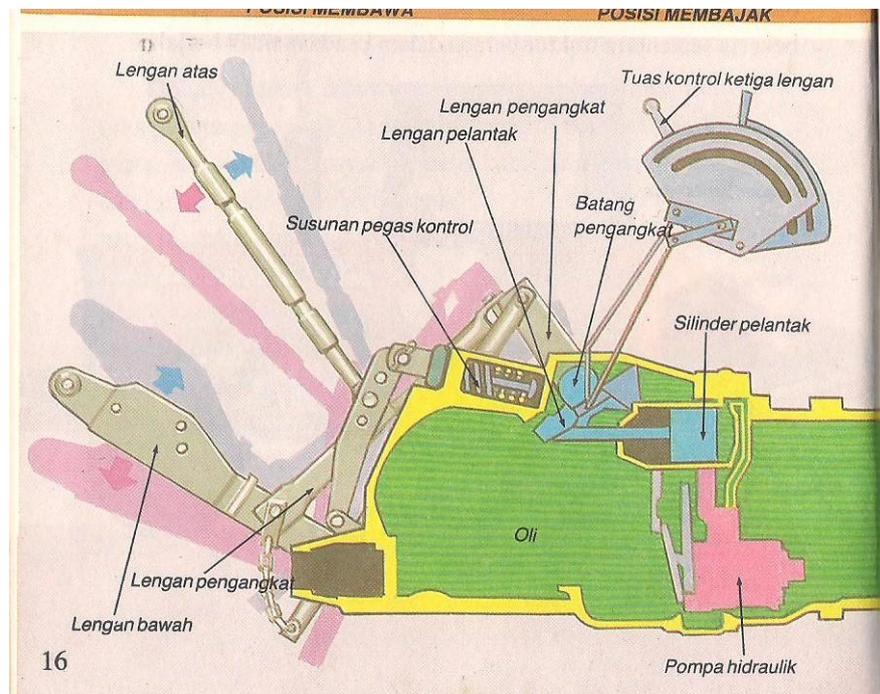
2.6. SISTEM HIDRAULIK

Beberapa alat pertanian yang diputar oleh sambungan tenaga pada traktor tidak hanya bisa digandeng, tapi juga bisa diangkat. Tugas untuk mengangkat alat ini dilakukan oleh tiga buah lengan yang digerakkan secara hidraulik. Inilah keunggulan yang paling utama dari traktor-traktor serbaguna dewasa ini (Carey, 1982).

Bajak misalnya, sekarang bisa diangkat, dibawa ke lading, diturunkan sampai menjejak tanah, lalu kedalaman alur yang hendak dibuatnya diatur. Semua ini dilakukan oleh pengemudi traktor dari kursinya dengan memencin tuas tertentu saja (Carey, 1982).

Sistem hidraulik ini digerakkan oleh mesin traktor. Di dalam sistem ini terdapat sebuah pompa, yang menarik oli dari suatu tangki ke dalam sebuah silinder. Piston yang ada di dalam silinder itu dihubungkan dengan kedua lengan bawah dari ketiga lengan tersebut. Tekanan oli pada piston menyebabkan lengan terangkat. Bila tekanan dikurangi, piston menekan oli keluar dari silinder dan lengan itu turun lagi. Keluar-masuknya oli dari silinder ini diatur oleh katup-katup. Karena itu lengan dan alat pertanian yang sedang diangkat, bisa ditahan pada ketinggian yang diinginkan. (Carey, 1982).

Gambar dari sistem hidraulik ini dapat dilihat pada gambar 15 (Carey, 1982).



Gambar 15. Sistem hidraulik (Carey, 1982).

Pembobotan dilakukan terhadap parameter yang diperbandingkan. Semua parameter yang ada kemudian diberi nilai atau bobot yang menggambarkan prioritas dalam pengambilan keputusan. Nilai tersebut kemudian dikalkulasi untuk mendapatkan alternatif yang memiliki nilai atau skor yang paling tinggi.

5. Manajemen Pembuatan *Compost Turner*

Sehubungan dengan diserahkannya proses pembuatan komponen-komponen *Compost turner* ini kepada subkontraktor, maka selama proses pembuatan produk diperlukan komunikasi dan manajemen pembuatan yang baik agar tercipta produk yang sesuai dengan tujuan awal pembuatan dari kedua belah pihak.

6. Pengujian Kinerja *Compost Turner* di Lapangan

Pengujian kinerja dilakukan untuk mengetahui kinerja produk di lapangan dari data-data pengujian yang diperoleh dan mengolah data yang didapat agar menghasilkan suatu kesimpulan yang mengandung arti. Dalam hal ini pengujian kinerja dilakukan untuk memperoleh efisiensi dari setiap komponen yang ada. Analisis untuk pengujian kinerja ini secara umum akan dilakukan dengan melakukan pembobotan atau *scoring* terhadap parameter yang diperbandingkan.

7. Modifikasi Desain Untuk Mempermudah Proses Perakitan *Drum Blade* Unit *Compost Turner*

Modifikasi dimaksudkan agar produk selanjutnya dapat diproduksi sesuai dengan kapasitas lapangan yang telah diuji. Selain itu modifikasi ini bertujuan juga untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan yang mungkin terjadi pada pengujian prototype di lapangan sehingga tidak terjadi lagi pada produk selanjutnya. Modifikasi dapat dilakukan dengan modifikasi desain komponen produk atau hanya mengubah penggunaan komponen sesuai dengan kapasitas riil di lapangan.

3.4. TAHAPAN PEMBUATAN *COMPOST TURNER*

Pembuatan unit CT dibagi dalam empat tahap utama, yaitu proses pembuatan jig, pembuatan komponen-komponen unit CT, *assembly*, proses *finishing* produk. Proses pembuatan unit CT ini dilakukan di dua lokasi yaitu di PT Hazelindo Pratama sebagai subkontraktor PT UTE melakukan pembuatan jig dan sebagian besar komponen-komponen unit CT. Sedangkan untuk proses *assembly* dan proses *finishing* produk dilakukan di plant manufaktur PT UTE.

3.4.1. Pembuatan Jig

Pada proses persiapan pembuatan komponen *frame* unit CT terlebih dahulu dibuat Jig sebagai referensinya. Selain untuk referensi pembuatan rangka utama atau *frame*, jig juga berfungsi sebagai *stopper* dan *leveling* unit ketika proses pembuatan rangka utama dilakukan.

Pada jig ini ada beberapa hal dari *frame* unit CT yang perlu dijaga dimensinya, yaitu:

- Ukuran *frame* (ketinggian dan lebar)
- Ukuran dan posisi *bracket front tyre* terhadap *frame*
- Ukuran dan posisi *bracket castor*

Penjagaan tiga hal ini sangat vital bagi seluruh proses pembuatan unit CT, karena jika referensi ini berubah maka dimensi-dimensi yang lain bisa ikut berubah. Jig akan digunakan selama proses pembuatan rangka utama dilakukan, baik selama proses pengelasan maupun proses *assembly* komponen-komponen rangka.

3.4.2. Pembuatan Komponen – Komponen Unit

Pada pembuatan unit CT ada beberapa komponen utama yang harus dibuat, yaitu : *frame, cover frame, plow, engine house, kabin, drum blade, plastic rewinder*, roda depan, dan *castor*. Proses pembuatan komponen-komponen unit CT ini dilakukan secara paralel dengan proses pembuatan jig dan proses *assembly*. Sebagian komponen dapat diproduksi bersamaan dengan proses pembuatan jig, sedangkan sebagian lainnya diproduksi setelahnya dan bersamaan dengan proses *assembly*.

3.4.3. Assembly

Proses *assembly* pada pembuatan unit CT ini dibagi menjadi dua jenis yaitu *assembly* komponen-komponen utama dan *assembly* komponen-komponen *powertrain* hidraulik. Proses *assembly* komponen-komponen utama adalah proses perakitan komponen-komponen yang telah dibuat sebelumnya menjadi unit CT utuh. Selain komponen utama, perakitan juga dilakukan pada sistem kelistrikan unit.

Proses *assembly powertrain* hidraulik adalah proses yang merakit engine sebagai sumber gerak utama unit dengan *gear drive* dan komponen-komponen hidraulik seperti pompa hidraulik, motor hidraulik, dan komponen hidraulik lainnya. Seluruh proses pergerakan komponen-komponen unit CT mengandalkan sistem hidraulik.

3.4.4. Proses Finishing Produk

Proses ini meliputi seluruh proses penyelesaian tahap akhir unit CT seperti *clearing, masking, styling, dan painting*. Proses ini dilakukan setelah seluruh proses pembuatan, *assembly*, dan pengujian unit selesai dilakukan. Setelah proses ini selesai dilakukan, unit CT telah siap untuk dikirim ke *costumer*.

3.5. CARA PENGUJIAN COMPOST TURNER

Pengujian unit CT perlu dilakukan untuk memastikan fungsi dari seluruh komponen unit sudah sesuai dengan fungsinya masing-masing. Selain itu juga untuk memastikan kinerja unit secara keseluruhan telah sesuai dengan tujuan pembuatan unit CT. Oleh karena itu pengujian unit dibedakan menjadi dua jenis yaitu uji fungsional dan uji kinerja unit CT.

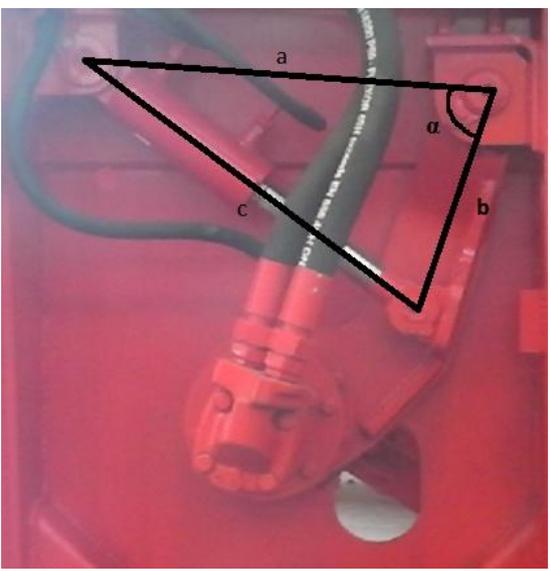
3.5.1. Uji Fungsional

Uji fungsional ini dilakukan kepada beberapa komponen utama unit CT yaitu: *drum blade, arm drum blade, plastic rewinder, plow*, roda depan, dan *castor*. Komponen tersebut perlu dilakukan uji fungsional karena memiliki fungsi yang berbeda-beda. Karena memiliki fungsi yang berbeda maka cara pengujiannya pun berbeda. Berikut adalah cara pengujian fungsional yang dilakukan terhadap komponen-komponen gerak tersebut.

a. Arm Drum Blade

Sesuai fungsinya sebagai penumpu *drum blade*, perlu dilakukan pengujian kinerja terhadap *arm* mengenai kemampuannya menahan sekaligus mengayun drum. Pengujian dilakukan dengan mengendalikan *control valve* untuk cylinder hidrolis pada drum sehingga cylinder akan berada pada posisi *stroke up* dan kemudian *stroke down*. Dalam kondisi cylinder *stroke down*, *drum blade* berada pada posisi paling atas, dan terbentuk sudut sebesar α antara arm dan garis normal. Selanjutnya dilakukan pengukuran sudut α tersebut secara riil

dengan menggunakan meteran. Gambar 16 menunjukkan pengukuran sudut α pada komponen *arm drum blade*.



Gambar 16.Uji fungsional *arm*

Ada empat acuan yang menjadi variable perhitungan sudut α tersebut, yaitu : 1) panjang antara center pin arm dengan center pin cylinder hidrolik dinotasikan sebagai a, 2) panjang antara center pin arm dengan center rod cylinder dinotasikan sebagai b, 3) panjang cylinder pada posisi *stroke down* dan dinotasikan sebagai c1, 4) panjang cylinder pada posisi *stroke up* dinotasikan sebagai c2. Kemudian α_1 dan α_2 dapat dihitung dengan menggunakan rumus segitiga berikut:

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2 ab \cos \alpha \dots \dots \dots (1)$$

Rumus (1) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$2 a b \cos \alpha = a^2 + b^2 - c^2$$

$$\text{Cos}\alpha = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2 ab}$$

$$\alpha = \cos^{-1} \left[\frac{a^2 + b^2 - c^2}{2 ab} \right] \dots \dots \dots (2)$$

b. Drum Blade

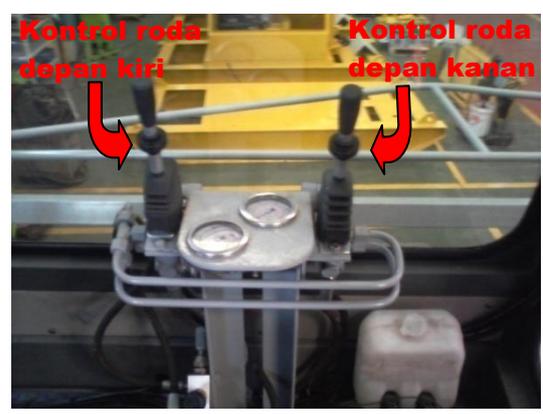
Pengujian *drum blade* dilakukan dalam dua kondisi, yaitu saat komponen digerakkan dengan menggunakan satu buah motor hidrolik dan saat menggunakan dua buah motor hidrolik. Hal ini dilakukan dengan maksud mencari kondisi terbaik yang sesuai dengan tujuan awal pembuatan unit CT. Pengujian dilakukan dengan menggunakan tachometer bermerek Krisbow Tipe KW06-303 untuk mengukur kecepatan putar drum.

c. Roda Depan

Pengujian roda depan dilakukan dengan mengendalikan kemudi *joystick* yang membuat unit berjalan lurus dan berbelok-belok. Sistem hidraulik pada roda depan dipasang dengan sisten *close loop* sehingga bisa meggerakkan setiap roda untuk berputar ke depan dan ke belakang.

Agar unit berjalan lurus ke depan, kedua panel *joystick* akan digerakkan ke depan, sedangkan agar unit bergerak mundur lurus kedua panel akan ditarik ke belakang. Agar unit dapat bergerak belok maka kedua panel *joystick* akan digerakkan secara berbeda sesuai dengan gerakan yang ingin dilakukan. Untuk berbelok ke arah kanan maka panel *joystick* sebelah kiridimajukan ke depan dan panel sebelah kanan ditahan, begitupula sebaliknya untuk berbelok ke arah kiri.

Untuk melakukan gerak berputar di tempat, kedua panel digerakkan ke arah yang berlawanan. Agar unit berputar ke kanan, maka panel *joystick* sebelah kiri ditekan ke depan dan panel kiri ditarik ke belakang. Begitupula sebaliknya untuk berputar ke sebelah kiri. Gambar 17 berikut menunjukkan *joystick* yang digunakan sebagai panel kendali unit CT.



Gambar 17. *Joystick* kendali roda depan unit CT

d. Castor

Pengujian *castor* dilakukan dengan melakukan gerak melaju unit pada lintasan lurus dan lintasan yang berbelok-belok. Pengujian juga dilakukan saat unit CT bergerak dengan cara berputar di tempat. Pada saat unit berjalan lurus, komponen *locking castor* harus pada posisi mengunci dan dilakukan secara manual oleh operator di lapangan. Sedangkan pada saat unit berbelok dan berputar di tempat, komponen *locking castor* harus pada posisi tidak mengunci dan pelepasan kunci juga harus dilakukan secara manual oleh operator lapangan.

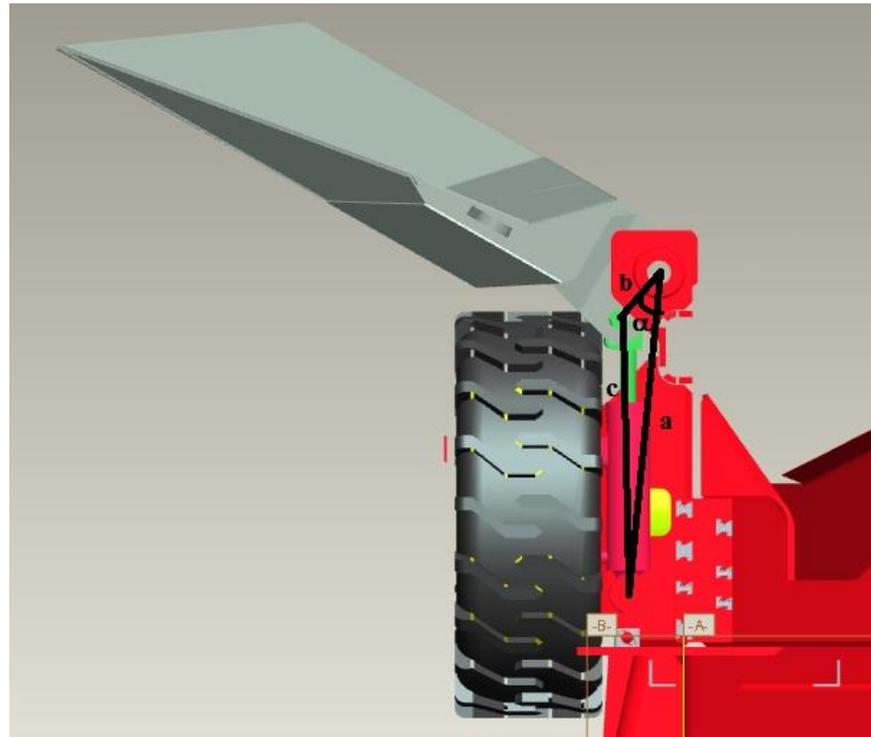
e. Plow

Sesuai fungsinya sebagai lengan unit yang bertugas mengumpulkan dan mengarahkan kompos ke tengah unit perlu dilakukan pengujian kinerja terhadap kemampuannya menyapu tumpukan kompos. Pengujian dilakukan dengan mengendalikan *control valve* untuk cylinder hidraulik pada *plow*. Pengujian dilakukan dengan mengendalikan *control valve* untuk cylinder hidraulik pada *plow* sehingga cylinder melakukan *stroke up* dan kemudian *stroke down* kembali. Kondisi tersebut membuat *plow* dapat bergerak mengayun. Pengujian juga dilakukan pada saat unit melakukan pengadukan kompos.

Pada saat cylinder *stroke down, plow* berada pada posisi terbuka. Sedangkan saat cylinder *stroke up, plow* berada pada posisi merengkuh ke dalam. Kedua posisi tersebut

membuat gerakan *plow* membentuk sudut α . Selanjutnya dilakukan pengukuran sudut α tersebut secara riil dengan menggunakan meteran.

Ada empat acuan yang menjadi variable perhitungan sudut α tersebut, yaitu : 1) panjang antara center pin bracket *plow* dengan center pin cylinder hidraulik dinotasikan sebagai a, 2) panjang antara center pin cylinder hidraulik dengan center pin *plow* dinotasikan sebagai b, 3) panjang cylinder pada posisi *stroke down* dinotasikan sebagai c1, 4) panjang cylinder pada posisi *stroke up* dinotasikan sebagai c2. Sudut pergerakan komponen dapat dihitung dari selisih antara α_1 dan α_2 . Selanjutnya α dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2). Gambar 18 menunjukkan pengukuran sudut α pada komponen *plow*.

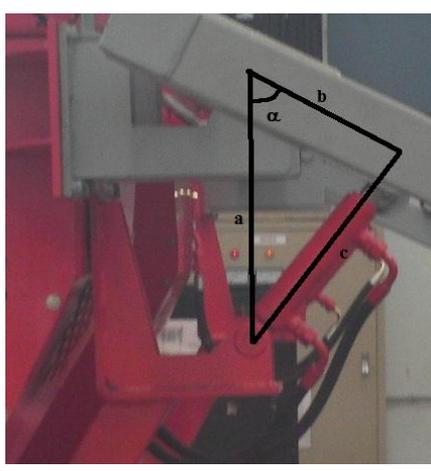


Gambar 18. Uji fungsional *plow*

f. Plastic Rewinder

Sesuai fungsinya sebagai penggulung plastik, perlu dilakukan pengujian kinerja terhadap plastic rewriter mengenai kemampuannya menggulung plastik. Pengujian juga dilakukan untuk mengetahui apakah komponen dapat dinaik-turunkan agar penggulung plastik dapat terjangkau tangan manusia saat pemasangan ujung plastik. Pengujian yang pertama dilakukan dengan mengendalikan *control valve* untuk cylinder hidraulik pada *plastic rewriter* sehingga cylinder pada posisi *stroke up* dan kemudian *stroke down* kembali.

Ada empat acuan yang menjadi variable perhitungan sudut α tersebut, yaitu : 1) panjang antara center pin cylinder dengan center pin *bracket plastic rewriter* dinotasikan sebagai a, 2) panjang antara center pin *bracket plastic rewriter* dengan center pin rod cylinder dinotasikan sebagai b, 3) panjang cylinder pada posisi *stroke down* dan dinotasikan sebagai c1, 4) panjang cylinder pada posisi *stroke up* dinotasikan sebagai c2. Sudut pergerakan komponen dapat dihitung dari selisih antara α_1 dan α_2 . Kemudian sudut α dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2). Gambar 19 menunjukkan pengukuran sudut α pada komponen *plastic rewriter*.



Gambar 19. Uji fungsional *plastic re-winder*

3.5.2. Uji Kinerja

Pengujian kinerja unit CT dilakukan untuk mengetahui kapasitas lapang dari pengolahan kompos sawit di lapangan. Sedangkan prosedur pengujian yang dilakukan pada saat pengujian kinerja unit CT ini adalah sebagai berikut.

a. Alat, Mesin dan Bahan

1. *Compost turner*
2. *Stopwatch*
3. Meteran (panjang 10 m)
4. Kamera
5. Sekop
6. Limbah sawit
7. Plastik

b. Metode Pengujian

1. Siapkan unit CT dan lintasan beton yang permukaannya rata untuk lintasan unit CT
2. Siapkan cacahan limbah sawit yang telah dipotong-potong sehingga menjadi serabut-serabut kecil dengan timbunan sepanjang 9 meter, tinggi 1.2 meter, dan lebar 2.8 meter.
3. Lakukan pengadukan kompos dengan unit CT. Dokumentasi waktu dilakukan saat dimulainya proses pengadukan hingga selesai dalam satu timbunan. Serta dokumentasikan *pressure* unit saat bekerja.
4. Setiap pengadukan dilakukan dengan kondisi kecepatan putar engine dan *switch drum blade* yang berbeda-beda.
5. Hitung kapasitas lapang pengolahan efektif (KLE) dengan persamaan berikut:

$$KLE = \frac{V}{WK} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

- KLE = Kapasitas lapang efektif (m³/jam)
- V = Volume timbunan (m³)
- WK = Waktu kerja (jam)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. PELAKSANAAN MAGANG DI PERUSAHAAN

Program praktek kerja magang ini melibatkan mahasiswa untuk berperan aktif dalam kegiatan yang ada di departemen *Research and Development (RnD)* yang tergabung kedalamdivisi *Engineering*. Struktur organisasi PT UTE akan disajikan pada Lampiran 2. Departemen ini bertugas melakukan penelitian dan pengembangan produk-produk baru yang bersifat *next-level* dan *new landscape technology* berdasarkan teknologi terkini yang dikuasai, regulasi/standard yang berlaku serta kondisi perekonomian, untuk menjawab kebutuhan pasar di masa yang akan datang (*creating demand based on market forecast*). Beberapa proyek yang saat ini sedang dikerjakan oleh departemen *RnD* antara lain adalah *Renewable Energy*, *Tower Light* dengan beberapa varian, dan *Marine* (bisnis perkapalan). Diantara ketiga project tersebut mahasiswa ditugaskan pada project *Renewable Energy*. Pada project tersebutterdapat beberapa kegiatan yaitu pengolahan kompos dengan metode aerasi, pembuatan unit *Compost turner(CT)*, dan lain sebagainya.

4.1.1. Pengolahan Kompos dengan Metode Aerasi

Pada pengolahan tandan kosong sawit menjadi kompos dapat dilakukan dengan beberapa macam cara, salah satu diantaranya adalah dengan metode aerasi. Metode ini memproses kompos dengan cara memberikan aerasi kepada tumpukan kompos (seperti windrow system) dengan menggunakan blower mekanik dan tumpukan kompos tersebut ditutup dengan terpal plastik. Teknik ini dapat mempersingkat waktu pengomposan hingga 3 – 5 minggu (Isro'i, 2004)

Project ini merupakan program kerja sama antara PT UTE dengan PT Astra Agro Lestari (AAL) dalam rangka membandingkan efektifitas metode aerasi dengan metode pengadukan kompos menggunakan unit CT. Project dilakukan dengan pembuatan dua buah blower dengan kapasitas hembus blower 3 bar. Setiap blower dihubungkan dengan rangkaian pipa yang bercabang tujuh buah. Pada setiap pipa percabangan terdapat lubang-lubang kecil tempat untuk keluarnya angin. Diatas pipa-pipa inilah yang nantinya akan diletakkan tumpukkan kompos untuk diberikan aerasi. Gambar 20akan menunjukkan rangkaian pipa yang digunakan pada metode aerasi ini.



Gambar 20. Pengolahan kompos limbah sawit menggunakan metode aerasi: (a) komponen aerator, (b) kompos limbah sawit.

Limbah sawit yang akan dijadikan kompos terlebih dahulu dicacah kecil-kecil seukuran 5 cm x 5 cm menggunakan golok dan alat potong mekanis seperti *cutting wheel*. Proses pencacahan tandan kosong sawit ini penting dilakukan untuk mempercepat proses pelapukan. Selama proses pelapukan kompos juga diberikan limbah cair sawit yang disebut POME dengan cara disiram secara berkala sebanyak tiga kali seminggu. Selain itu kompos juga diberikan kapur bubuk dan urea serta activator mikroba setiap minggu sekali.

4.1.2. Compost Turner

Compost turner merupakan salah satu produk unit PT UTE bekerjasama dengan PT Astra Agro Lestari yakni sebuah produk alat berat yang berfungsi untuk membantu proses pengolahan limbah sawit menjadi kompos. Dalam proses pengomposan limbah sawit, *compost turner* mempunyai tugas untuk mengaduk, membalikkan dan menutup timbunan cacahan limbah tandan kosong kelapa sawit agar timbunannya menjadi homogen atau seragam.

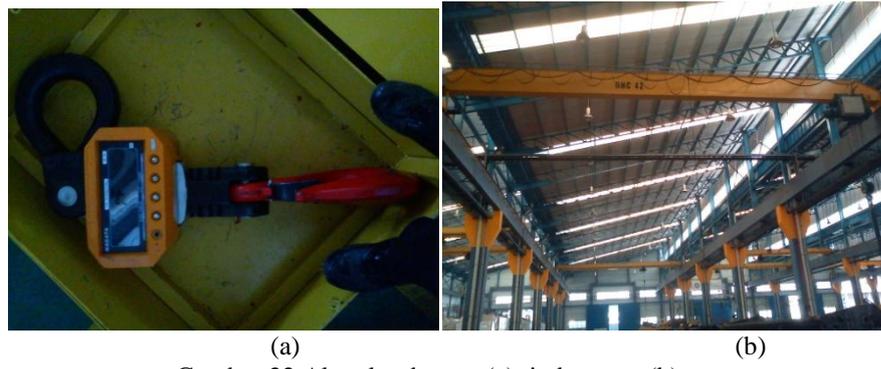
4.1.3. Pembuatan Alat Angkat Compost Turner

Alat angkat unit CT ini berfungsi untuk mengangkat unit agar bisa diangkat atau ditimbang. Hal ini perlu dilakukan karena unit memiliki berat 954 kilogram ketika tidak dipasang *plow* dan *plactic rewiner*, serta memiliki konstruksi yang tidak beraturan sehingga menghalangi crane dan rantainya untuk mencengkram *liftinglug*. Keempat *liftinglug* yang tersedia pada unit berada pada posisi yang terhalangi oleh kabin dan *engine house*, sehingga jika alat bantu angkat ini tidak dibuat maka rantai crane akan merusak kabin dan *engine house*.

Bahan pembuat alat angkut ini adalah H-Beam 200 mm x 200 mm x 8 mm sepanjang 3 meter dengan dua buah *liftinglug* di masing-masing ujungnya dan satu buah lug di bagian tengah sisi yang berlawanan. Lug tersebut terbuat dari plat besi setebal 20 mm dan dipasang dengan menggunakan las. Gambar 21 menunjukkan gambar dari alat angkut unit CT yang dibuat. Proses penimbangan unit CT dilakukan dengan menggunakan alat angkut unit, crane dengan kapasitas maksimal 10 ton, alat timbang merek NAGATA dengan kapasitas maksimal timbang 30 ton, serta rantai dan hook. Untuk alat timbang yang digunakan dalam pengukuran berat unit CT dapat dilihat pada Gambar 21.



(a) (b)
Gambar 21. Alat angkat unit CT: (a) komponen alat angkut, (b) posisi alat angkat saat mengangkat unit

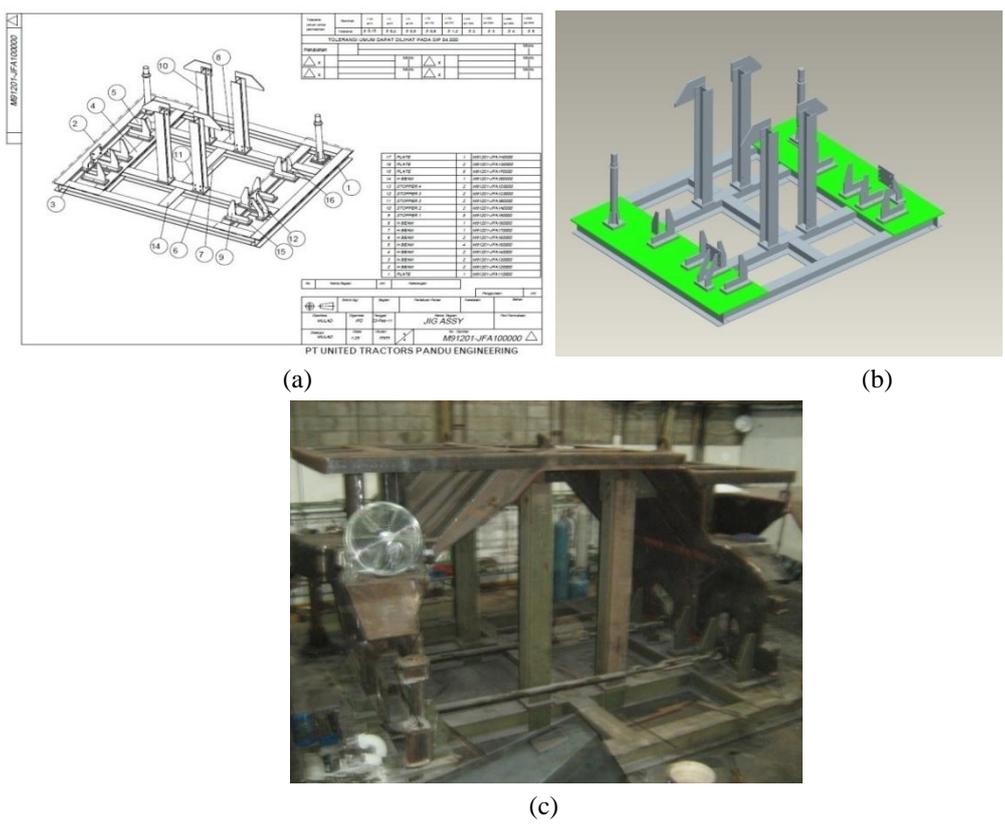


(a) (b)
Gambar 22. Alat ukur berat : (a) timbangan, (b) crane

4.2. PROSES PEMBUATAN COMPOST TURNER

4.2.1. Pembuatan Jig

Proses *assembly* sekunder untuk komponen rangka dilakukan ketika *frame* terpasang pada jig, sehingga jig digunakan selama rangka utama unit CT dibuat. Oleh karena itu, jig dianggap sangat penting sehingga presisi dimensinya harus benar-benar dijaga. Gambar jig yang dibuat ini disajikan pada Gambar 23 berikut:



(a) (b) (c)
Gambar 23. Jig untuk pembuatan *frame* unit CT : (a) bagian-bagian jig, (b) gambar jig, (c) jig saat menopang *frame* unit CT

Selama proses pembuatan jig, hal yang dilakukan untuk menjaga kepresisian jig adalah dengan memastikan kelevelan permukaan jig. Hal ini penting dilakukan karena *assembly* jig menggunakan proses pengelasan yang rentan terhadap perubahan bentuk. Dengan menggunakan

stopper yang didesain khusus untuk dapat menyesuaikan bentuk *frame* unit CT, jig dapat menjepit *frame* dan menahannya agar tidak merenggang melebar atau meyempit. Proses persiapan material yang dilalui untuk pembuatan jig adalah : pembuatan desain, pemotongan plat, pemotongan besi H beam, pemotongan pipa, pembuatan ulir, bubut, *boring*, serta *assembly* dengan pengelasan dan baut. Pembuatan jig memakan waktu sekitar dua bulan, yaitu dari bulan Januari hingga Februari 2011.

4.2.2. Pembuatan Komponen-komponen *Compost Turner*

a. Rangka Utama

Rangka utama atau *frame* unit CT didesain melengkung ke bawah. Hal ini dimaksudkan agar unit dapat melintasi tumpukan kompos dan melakukan pengadukan kompos ditengah *frame* selagi melintasi kompos tersebut. Selain itu *frame* ini didesain agar dapat menopang engine dan kabin beserta komponen lain di atasnya. Dengan bentuk yang seperti ini, diperlukan proses pembuatan yang agak rumit untuk menjaga keselevelan, dimensi, dan bentuk *frame*. Oleh karena itu diperlukan bantuan jig untuk menjaga agar bentuknya sesuai dengan desain yang dikehendaki. Gambar 24 akan menampilkan foto rangka utama ketika selesai dibuat.



Gambar 24. Rangka utama unit CT : (a) Tampak depan, (b) tampak belakang

- *Frame*

Frame terbuat dari besi plat dengan tebal 16 mm yang dibuat seperti huruf “U” terbalik. Pada proses pembentukan plat menyerupai huruf “U” diperlukan proses *bending* plat. Setelah terbentuk dengan proses *bending*, bentuk *frame* harus tetap dijaga dengan jig selama proses *assembly* sekunder. Penjagaan dilakukan karena *frame* sangat mudah berubah bentuk atau merenggang ketika proses pengelasan dilakukan, sedangkan pada proses *assembly* sekunder ini banyak sekali proses pengelasan yang dilakukan. Proses persiapan material yang dilalui untuk pembuatan rangka utama ini adalah: pemotongan plat, *bending* plat, pemotongan besi UNP, *boring*, pembuatan ulir, serta *assembly* dengan pengelasan dan baut. Gambar 25 menunjukkan gambar dari *frame* yang dibuat.



Gambar 25. *Frame*: (a) desain *frame*, (b) *frame* jadi

- **Cover**

Cover adalah komponen yang berfungsi untuk menutup rangka unit CT. Pembuatan *cover* dilakukan pada akhir proses pembuatan unit CT. Hal ini disebabkan *cover* menyesuaikan bentuk akhir unit setelah dipasang komponen dan seluruh accessories unit, sedangkan di awal desain tidak dapat diperkirakan sepenuhnya komponen-komponen accessories yang dipasang seperti pipa, *hose*, *bracket*, *lug* atau *hook*, dan lainnya. Sedangkan untuk proses persiapan material pembuatan *cover* adalah : pemotongan plat setebal 1.2 mm, bending plat, boring, pembuatan ulir, dan *assembly* menggunakan baut. Proses *assembly cover* hanya menggunakan baut dimaksudkan agar *cover* dapat dilepas dan dipasangkan kembali jika suatu saat ada service komponen di dalamnya. Setelah semua proses selesai, Gambar 26 berikut menampilkan foto *cover* unit CT.



Gambar 26. *Cover frame*: (a) *cover* bagian samping *frame*, (b) *cover* bagian depan *frame*

- **Plow**

Plow adalah komponen yang berfungsi sebagai lengan unit yang mengarahkan tumpukan kompos ke tengah *frame* agar dapat diolah oleh *drum blade*. Komponen ini berjumlah dua buah yaitu *plow* kanan dan kiri. *Plow* digerakkan oleh cylinder hidraulik dengan bantuan link dan pin, sehingga gerakannya seperti gerakan menyapu. Sedangkan cylinder hidraulik yang dipasang bekerja secara *double acting*, yaitu pemberian tekanan pada fluida secara dua arah baik pada *stroke up* maupun *stroke down*. Pemberian fluida juga dengan menggunakan sistem *flow divide*, yang fungsinya untuk membagi rata aliran yang masuk kepada pipa hidraulik masing-masing *plow*. Pembuatan komponen *plow* ini melalui proses pemotongan plat, *bending*, *boring*, pengelasan, dan pembuatan ulir. Ulir digunakan untuk memasang lembaran karet di bagian bawah *plow* untuk membantu penyapuan kompos. Pemasangan *plow* menggunakan bantuan pin dan *bracket* yang dilas pada *frame* unit. Gambar 27 berikut menunjukkan foto *plow* unit CT.



Gambar 27. *Plow* : (a) sebelum dilakukan proses *assembly*, (b) setelah terpasang pada unit CT

c. Engine House

Engine house merupakan komponen yang berfungsi untuk rumah bagi *oil tank*, baterai, alternator, *Gear Drive*, serta *engine* dan komponen-komponen pelengkap. *Engine house* ini memiliki dua pintu di kedua sisinya dan ventilasi di depan dan belakangnya. Dua pintu dimaksudkan agar mempermudah service engine dan komponennya jika suatu waktu perlu untuk memeriksa keadaan engine. Proses pembuatannya melalui proses pemotongan plat, pembuatan ulir, serta proses assembly dengan menggunakan proses pengelasan dan baut.

Pada awal pembuatan digunakan plat setebal 1.2 mm untuk kedua pintu *engine house*, tetapi karena dipertimbangkan terlalu berat maka diganti dengan menggunakan plat setebal 0.8 mm. Terlalu beratnya pintu yang awal menyebabkan *stay dumper* tidak kuat mengangkat pintu, padahal sudah digunakan dua buah *stay dumper* untuk setiap pintunya. Gambar 28 berikut menunjukkan foto *engine house* untuk unit CT.



Gambar 28. *Engine house*

d. Kabin

Kabin adalah komponen untuk operator bekerja. Seluruh perangkat operasi seperti control valve, switch panel, monitor kendali, dan tombol kendali terpasang pada komponen ini. Dalam hal ini kabin tidak dibuat oleh PT Hazelindo Pratama maupun PT UTE, tetapi kabin dibeli dan dalam keadaan utuh. PT UTE hanya mendesain dashboard dan komponen-komponen operasi. Kabin didesain untuk berada di sebelah kiri unit. Hal ini menyebabkan kabin membutuhkan bantuan kaca spion sebelah kanan untuk membantu penglihatan bagi operator. Selain itu juga dibutuhkan empat kamera tambahan untuk dapat melihat keadaan di sekitar unit. *Dashboard* dibuat sebagai tempat bagi tombol – tombol dan panel - panel kendali. Pembuatan dashboard kabin melalui proses pemotongan plat, bending, *boring*, pembuatan ulir, dan pengelasan. Gambar 29 berikut menunjukkan foto kabin yang digunakan pada unit CT.

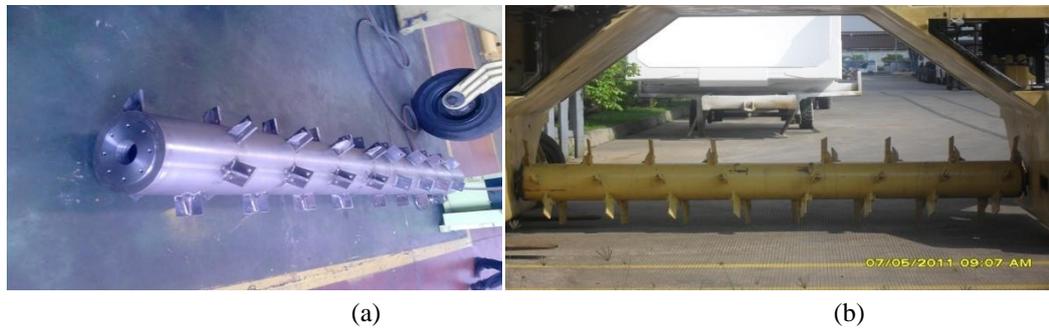


Gambar 29. Kabin : (a) tampak belakang, (b) *dashboard* dan panel – panel kendali

e. Drum Blade

Drum blade adalah komponen yang berfungsi untuk mengaduk tumpukan kompos. Dengan cara kerjanya yang berputar, tumpukan kompos dapat dibolak-balik oleh adanya pisau-pisau kecil yang terpasang helical di sepanjang permukaan drum. *Drum blade* dirancang agar dapat berputar dan dapat dinaik-turunkan dengan ketinggian tertentu. Untuk dapat melakukan kinerjanya, komponen yang berperan dalam tumpuan *drum blade* adalah *arm* dan bearing.

Arm blade dirancang agar dapat menjadi tumpuan bagi drum blade, memegang, dan membuat drum blade dapat dinaik-turunkan dengan bantuan cylinder hidraulik. Cylinder hidraulik yang dipasang bekerja secara *double acting*. Pemasangan *arm* dan *hidrolik cylinder* menggunakan pin agar arm dapat berputar bebas ketika komponen dinaik-turunkan. Proses pembuatan *drum blade* ini melalui tahapan : pemotongan pipa, pemotongan plat, pembubutan, *boring*, pembuatan ulir, pengelasan, dan pemasangan dengan menggunakan baut dan pin. Gambar dari komponendrum blade dapat dilihat pada Gambar 30.



Gambar 30. *Drum blade* : (a) sebelum dirakit, (b) setelah dirakit

f. Plastic Rewinder

Plastic Rewinder merupakan komponen yang berfungsi untuk menggulung karpet atau terpal yang digunakan untuk menutup kompos. Komponen ini digerakkan oleh motor OMP 80 dengan transmisi sproket dan chain. *Plastic rewinder* dilengkapi dengan pipa schedule yang dirangkai dengan pipa elbow menyerupai huruf “V” dan berfungsi untuk membantu meluruskan posisi plastik atau terpal. Proses pembuatan komponen ini melalui tahapan : pemotongan pipa, pemotongan plat, boring, pembuatan ulir, pengelasan, dan pemasangan dengan menggunakan baut dan pin. Gambar dari komponen *plastic rewinder* dapat dilihat pada Gambar 31.



Gambar 31. *Plastic rewinder* : (a) sebelum dirakit, (b) setelah dirakit.

g. Under Carriage

Under carriage merupakan komponen yang berfungsi untuk menopang unit sekaligus sebagai komponen gerak unit. Sebagai fungsinya untuk menopang unit, *under carriage* menumpu seluruh berat unit. Dalam unit CT, komponen ini terbagi dalam dua bagian yaitu:

- Roda Depan

Komponen ini berfungsi sebagai alat penggerak unit utama. Roda depan ini hanya digerakkan oleh motor hidrolis Poclain tipe MS08-0-12-F08-1220-5EJ00 yang dipasangkan pada *bracket* roda depan untuk setiap rodanya, sehingga poros roda tidak bisa dibelokkan ke kanan atau kiri. Pengendalian motor dilakukan terpisah untuk roda kanan dan kiri, sehingga saat membelokkan unit, operator harus mengoperasikan satu roda saja sedangkan yang satunya lagi diam. Dalam pembuatan roda depan, komponen yang dibuat hanyalah *bracket* untuk dudukan motor. Pembuatan *bracket* memerlukan proses pemotongan pelat, *bending* pelat, *boring*, pembuatan ulir, dan pengelasan. Gambar dari roda depan dapat dilihat pada Gambar 32.



Gambar 32. Roda depan

- Roda Belakang : *Castor*

Castor merupakan komponen yang berfungsi sebagai roda belakang yang tidak ditransmisikan energi gerak. Gerakannya hanya menyesuaikan gerak roda depan saja. Gerakan *castor* unit CT ini persis seperti gerak roda pada kursi kantor. Namun komponen ini juga berperan dalam menahan momen inersia *drum blade* karena putarannya ke arah belakang. Setiap *castor* juga dilengkapi dengan sebuah *locking castor* yang berfungsi untuk mengunci *castor* pada posisi lurus. Jika unit akan berjalan lurus maka *locking castor* ini akan dikuncikan. Gambar komponen *castor* dapat dilihat pada Gambar 33.



(a)

(b)

Gambar 33. *Castor* unit CT : (a) komponen *castor*, (b) *locking castor*

Keseluruhan proses pembuatan komponen-komponen unit CT memakan waktu hampir enam bulan, yaitu dimulai dari bulan Januari hingga Juni 2011. Hal ini dikarenakan banyak hal seperti perubahan desain, kerusakan komponen sehingga harus diproduksi ulang, kesalahan produksi komponen yang tidak sesuai dengan desain, dan lain sebagainya.

4.2.3. *Assembly Komponen-komponen Compost Turner*

Komponen-komponen unit CT yang telah selesai dibuat selanjutnya dirakit untuk menjadi unit CT yang utuh. Selain merakit komponen yang telah dijabarkan sebelumnya, diperlukan juga untuk merakit komponen berikut.

a. *Powertrain Hydraulic*

Powertrain merupakan sistem yang berkaitan dengan sumber energi gerak bagi unit. Untuk unit CT, *powertrain* yang digunakan berbasis hidraulik karena kebanyakan komponen pada unit ini digerakkan menggunakan pompa dan motor hidraulik.

- Engine

Engine yang digunakan adalah Engine PERKINS tipe 1006 – 6T dengan kapasitas daya sebesar 119 kW. Engine ini digunakan sebagai sumber tenaga penggerak bagi seluruh komponen yang ada pada unit, seperti : *alternator*, *compressor*, pompa hidraulik, dan motor hidraulik. Gambar 34 berikut menunjukkan foto engine PERKINS yang digunakan.



Gambar 34. Engine Perkins pada unit CT

- *Gear Drive*

Gear drives ini merupakan komponen yang berfungsi untuk mentransmisikan energi dari flywheel engine ke pompa hidraulik. *Gear drives* yang digunakan adalah DURST jenis *double hydraulic pump drives* yang artinya *gear drives* ini memiliki output dua hub untuk menggerakkan pompa hidraulik. *Gear drives* yang bertipe 2PD0601DFCEG ini memiliki skala 1 : 1, artinya kecepatan yang ditransmisikan memiliki nilai yang sama dengan kecepatan putar *flywheel* dari engine. Hanya saja daya yang ditransmisikan dibagi dua sama besar. Gambar 35 berikut menunjukkan foto *gear drives* yang digunakan.



Gambar 35. *Gear drives*

- Motor Hidraulik

- Charlynn

Motor hidraulik Charlynn tipe S103-1032 ini digunakan untuk memutar *drum blade*. Terdapat dua opsi pada saat pemasangan motor charlynn, yang pertama adalah dengan memasang satu buah motor saja dan yang kedua adalah dengan memasang dua buah motor. Satu motor akan menyebabkan putaran *drum blade* akan lebih cepat tetapi daya putar drum menjadi lebih kecil. Sedangkan untuk dua buah motor akan lebih memperkuat daya putar drum, tetapi memiliki kecepatan putar yang lebih lambat. Akhirnya setelah dilakukan pengujian terhadap penggunaan satu buah motor, ternyata unit CT mengalami kesulitan dalam pembalikan kompos. Oleh karena itu dipilih dua buah motor untuk menggerakkan *drum blade*.

Pada unit terpasang dua buah motor charlyn, yaitu terletak di kanan dan kiri *drum blade*. Diharapkan dari dua buah motor yang terpasang, unit mendapatkan daya putar yang lebih besar. Hanya saja dengan memasang dua buah motor putaran *drum blade* menjadi lebih lambat dibandingkan dengan menggunakan satu buah motor.

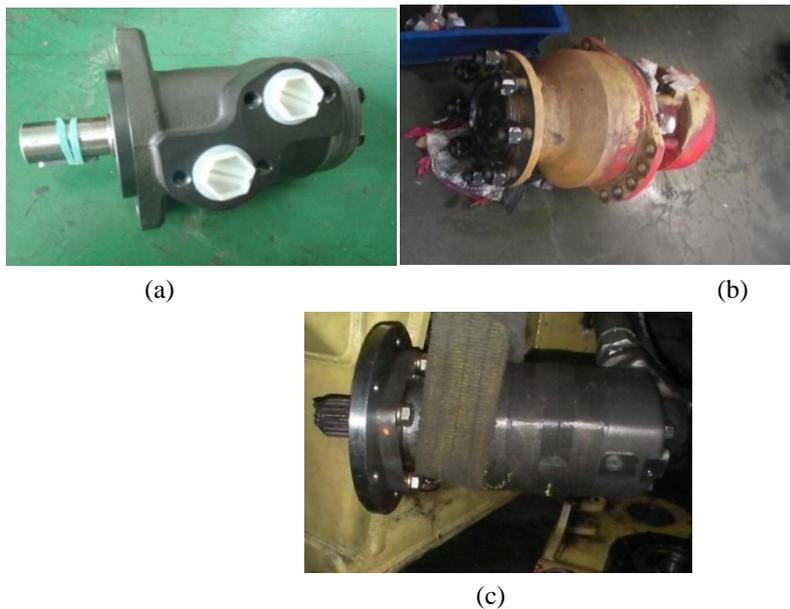
- OMP 80

Motor hidraulik produksi Sauer-Danfoss tipe OMP 80 ini digunakan untuk menggerakkan plastik rewinder. Dengan menggunakan transmisi sproket dan chain yang berskala 1 : 3, OMP 80 diset untuk mampu memutar *plastic rewinder*.

- POCLAIN

Motor hidraulik ini bertipe MS08-0-12-F08-1220-5EJ00 dan digunakan untuk menggerakkan roda depan. Pada unit terpasang dua buah motor, masing-masing roda digerakkan oleh satu motor.

Motor hidraulik diatas perlu mendapat suplai hidraulik yang berasal dari pompa hidraulik. Motor Charlynn dan OMP 80 mendapat suplai hidraulik dari pompa hidraulik PVH 131 dan POCLAIN mendapatkan suplai hidraulik dari MDV10V tandem. Gambar dari ketga buah motor hidrolik diatas disajikan pada Gambar 36.



Gambar 36. Motor-motor hidraulik yang digunakan pada unit CT : (a) OMP 80, (b) POCLAIN, (c) Charlynn

- Pompa Hidraulik

- MDV10V Tandem

Pompa hidrolis buatan Sam Hydarilic tipe MDV10V ini digunakan untuk mengalirkan fluida kepada motor hidraulik Poclain sebagai penggerak roda depan. Pompa ini dipasang tandem yang berarti ada dua buah pompa yang disatukan. pompa hidraulik ini memiliki spesifikasi seperti berikut: MDV10V-14-ME-01-SX-HIN-00-25-25-20-00-TS-XX-XX-00, *hydraulic Pump* 14 cm³/rev, *pressure* maksimum 250 bar, dengan standar *flange* SAE A dan poros berbentuk spline 9T-16/32-DP. Sistem sirkulasi hidraulik pada ban depan dibuat *close loop* pada masing-masing ban yang artinya sirkulasi hanya terjadi di saluran itu saja. Dan setiap saluran dihubungkan dengan *joystick* sebagai pengatur bukaan katup hidraulik (untuk mengatur roda berputar ke depan atau berputar ke belakang).

- PVH 131

Pompa hidrolis ini digunakan untuk mengalirkan hidraulik yang dihubungkan dengan *cheese block* sebagai switch bagi dua saluran, yaitu : (1) saluran bagi motor hidraulik Charlyn sebagai penggerak *drum blade*, dan (2) saluran bagi sistem accesories. Berikut ini adalah spesifikasi dari pompa hidraulik PVH131: PVH 131 CLF13S10C25V31 *Hydraulic Pump* 131, 1cm³/rev, 250l/min, *pressure* maksimum 250bar, SAE C 4 bolts, SAE CC *straight keyed no Thru drive*. SAE C 4 bolts, SAE D 13T 8/16, *rear pad* SAE B 2 z=13T 16/32.

Sistem accesories yang dimaksud adalah sistem yang terhubung dengan *control valve* sebagai switch bagi empat saluran yaitu: (1) saluran untuk cylinder hidraulik untuk *drum blade* yang disetting *double acting*, (2) saluran untuk motor hydraulik OMP80 untuk *plastic rewriter*, (3) saluran untuk cylinder hidraulik untuk *plastic rewriter* yang disetting *single acting*, (4) saluran untuk plow yang dihubungkan dengan *flow divider* sebagai pembagi hidraulik yang sama besar bagi kedua cylinder hidraulik *plow*, yaitu *plow* kanan dan kiri, dan keduanya disetting *double acting*.

Gambar dari kedua pompa hidraulik yang dipasang pada unit CT dapat dilihat pada Gambar 37 berikut ini. Sedangkan untuk diagram sirkulasi hidraulik akan disajikan pada Gambar 45.

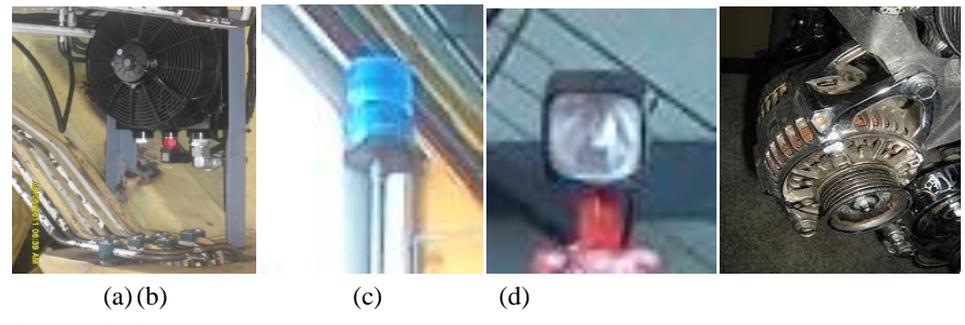


Gambar 37. Pompa-pompa hidraulik yang digunakan pada unit CT : (a) MDV10V tandem, (b) PVH131

b. Komponen Elektrik

Pada unit CT ini digunakan juga komponen-komponen elektrik untuk mendukung pengoperasian unit. Komponen elektrik bersumber pada alternator yang digerakkan oleh engine dengan menggunakan puli. Selain menggunakan alternator, unit CT juga menggunakan baterai untuk penggunaan komponen elektrik sebelum engine dan alternator dinyalakan. Pada awal

pembuatan unit digunakan alternator berkapasitas kuat arus listrik sebesar 55 Ampere. Awalnya didesain hanya untuk mengoperasikan empat buah *air cooler*, satu buah *working lamp*, klakson, serta selenoid dan accessories elektrik lainnya. Tetapi setelah dilakukan pengujian, ternyata dibutuhkan komponen – komponen elektrik tambahan seperti AC, 4 buah kamera CCTV, serta monitor 14 inchi. Oleh karena itu dibutuhkan alternator yang memiliki kuat arus yang lebih besar. Karena pada engine perkins hanya terdapat satu buah pulley kosong, maka tidak bisa menambah alternator, melainkan dengan mengganti alternator yang terpasang dengan alternator yang memiliki kapasitas kuat arus yang lebih besar yaitu sebesar 120 Ampere. Komponen-komponen elektrik yang terpasang pada unit CT ditunjukkan pada gambar 38 berikut:



Gambar 38. Komponen elektrik : (a) *air cooler*, (b) *working lamp*, (c) lampu depan, (d) alternator

c. Compressor

Compressor yang dipasang pada unit berfungsi untuk mensuplai udara bertekanan kepada *air cooler* yang ada di kabin unit. *Compressor* ini digerakkan dengan menggunakan puli dari kipas radiator engine. Gambar *compressor* yang digunakan pada unit CT dapat dilihat pada Gambar 39.



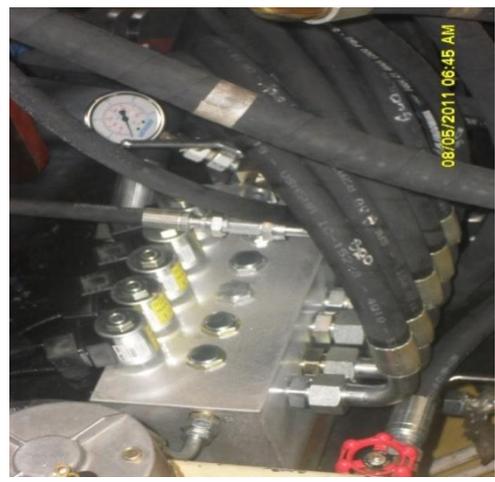
Gambar 39. *Compressor*

d. Cheese Block

Alat ini merupakan *switch on-off* bagi saluran hidraulik motor Charlynn dan saluran hidraulik bagi sistem accesories. Cheese block ini memiliki lima buah katup. Satu katup terhubung dengan saluran hidraulik bagi sistem accesories, sedangkan empat buah katup lainnya dihubungkan dengan saluran hidraulik bagi motor Charlyn. Keempat katup ini memiliki bukaan selenoid yang berbeda-beda sesuai dengan kecepatan putar motor Charlynn sehingga motor memiliki 4 kecepatan yaitu *speed 1*, *speed 2*, *speed 3*, dan *speed 4*. Jika kelima katup ini sedang dalam posisi tertutup maka cairan hidraulik akan dikembalikan lagi ke dalam reservoir. Sistem kembalinya cairan hidraulik ini ke dalam reservoir disebut dengan *normally open system*. Gambar 40 berikut memperlihatkan bentuk dari *cheese block*.

Hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan unit adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan lokasi pembuatan unit haruslah di lokasi yang aman dan strategis.
2. Pemilihan lokasi pembuatan unit haruslah di lokasi yang aman dan strategis.
3. Pemilihan lokasi pembuatan unit haruslah di lokasi yang aman dan strategis.
4. Pemilihan lokasi pembuatan unit haruslah di lokasi yang aman dan strategis.
5. Pemilihan lokasi pembuatan unit haruslah di lokasi yang aman dan strategis.
6. Pemilihan lokasi pembuatan unit haruslah di lokasi yang aman dan strategis.
7. Pemilihan lokasi pembuatan unit haruslah di lokasi yang aman dan strategis.
8. Pemilihan lokasi pembuatan unit haruslah di lokasi yang aman dan strategis.
9. Pemilihan lokasi pembuatan unit haruslah di lokasi yang aman dan strategis.
10. Pemilihan lokasi pembuatan unit haruslah di lokasi yang aman dan strategis.



Gambar 40. Cheese block

e. **Control Valve**

Alat ini memiliki empat katup yang merupakan *switch on-off* bagi empat saluran yaitu: (1) saluran untuk cylinder hidraulik untuk *drum blade* yang disetting *double acting*, (2) saluran untuk motor hidraulik OMP80 untuk *plastic rewinder*, (3) saluran untuk cylinder hidraulik untuk *plastic rewinder* yang disetting *single acting*, (4) saluran untuk *plow* yang dihubungkan dengan *flow divider* sebagai pembagi hidraulik yang sama besar bagi kedua cylinder hidraulik *plow*, yaitu *plow* kanan dan kiri, dan keduanya disetting *double acting*. Jika kelima katup ini sedang dalam posisi tertutup maka cairan hidraulik akan dikembalikan lagi ke dalam reservoir. Gambar 41 memperlihatkan bentuk dari *control valve*.



Gambar 41. Control valve

Proses *assembly* dilakukan secara paralel dengan proses pembuatan komponen-komponen unit CT dan proses pengujian unit CT. Proses ini memakan waktu hingga empat bulan, yaitu dari bulan Maret hingga Juni 2011. Lamanya proses ini dikarenakan adanya faktor-faktor keterlambatan dalam pembuatan komponen-komponennya serta bongkar pasang komponen akibat adanya pengujian unit CT. Seluruh proses manufaktur pembuatan komponen serta proses *assembly* disajikan pada Tabel 4. Setelah melalui semua proses *assembly*, unit CT dapat dilihat seperti pada Gambar 42 berikut.



(a) (b)

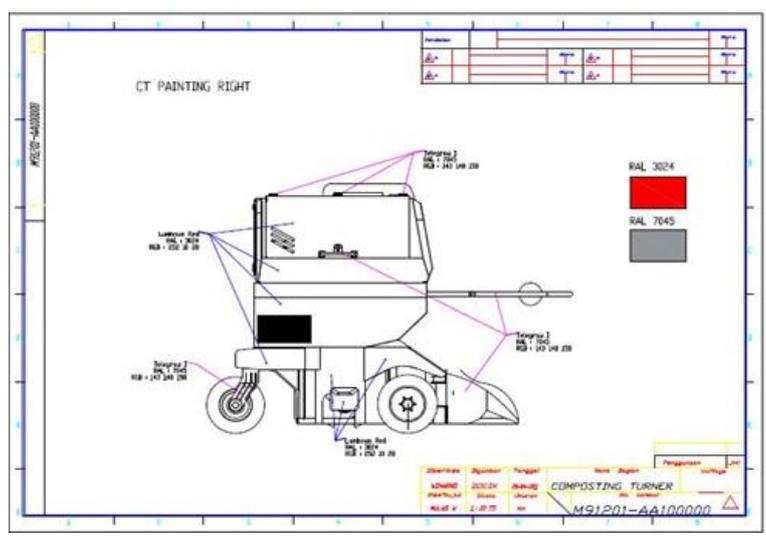


(c)

Gambar 42. Proses *assembly* unit CT : (a) proses *assembly*, (b) bongkar pasang komponen karena adanya pengujian unit CT, (c) unit CT setelah melalui semua proses manufaktur

4.2.4. Painting and Styling

Painting merupakan proses pemberian warna pada unit CT berdasarkan proses *styling* yang sudah ditentukan. Pada proses *painting* terdapat dua warna utama yang dipilih, yaitu warna *Louminous Red* dan *Telegrau I*. Untuk warna *Louminous Red* memiliki spesifikasi yaitu RAL 3024 dengan RGB 252 10 28. Sedangkan *Telegrau I* spesifikasinya yaitu RAL 7045 dengan RGB 143 148 158. *Painting* dilakukan setelah semua proses pembuatan, *assembly*, dan pengujian dilakukan. Proses *Painting and Styling* hanya membutuhkan waktu dua bulan yaitu pada bulan Mei dan Juni 2011. Pembagian kedua warna tersebut pada unit CT dapat dilihat dalam Gambar 43.



Gambar 43. Pembagian warna komponen unit CT (Mufid, 2011)

Setelah melalui semua proses pembuatan baik pembuatan komponen, *assembly*, dan *painting*, unit CT dapat dilihat seperti pada Gambar 44. Total waktu pembuatan prototype unit CT ini memakan waktu kurang lebih sekitar tujuh bulan yaitu dari bulan Januari hingga Juli 2011. Tabel 5 akan menyajikan timeline waktu pembuatan prototype unit CT.

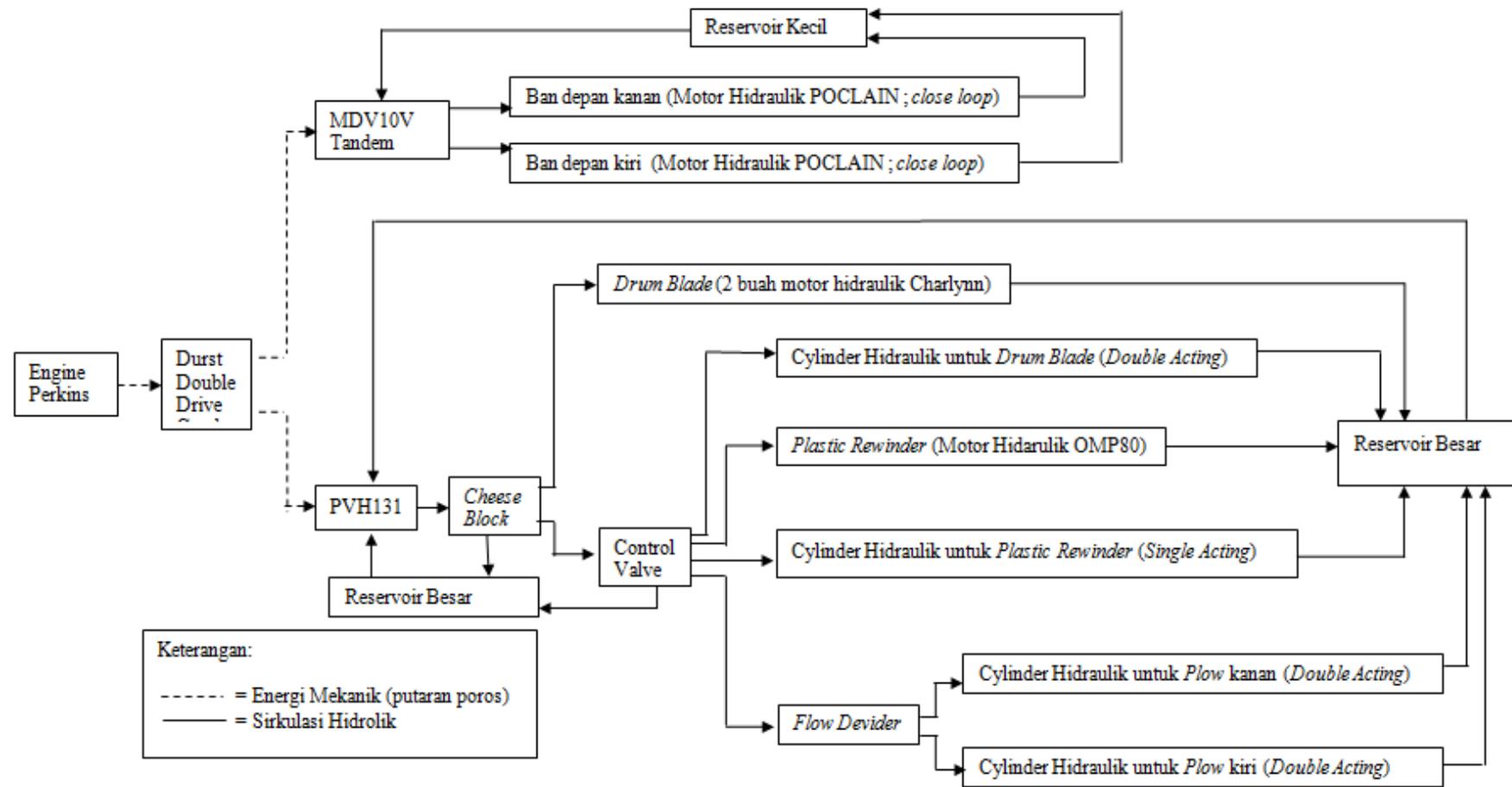


(a)



(b)

Gambar 44. *Compost turner*: (a) unit CT setelah proses *painting*, (b) unit CT siap kirim



Gambar 45. Diagram sirkulasi hidrolik pada unit CT

Tabel 4. Proses manufaktur pembuatan dan assembly unit CT

Komponen	Part	Proses Manufaktur							
		Cutting	Bending Plat	Pembuatan Ulir	Bubut	Boring	Pengelasan	Pemasangan Baut dan Mur	Pemasangan Pin
Jig	Rangka Jig	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
	Proses Assembly						✓	✓	
Rangka Utama	Frame	✓	✓			✓	✓		
	Cover	✓	✓	✓		✓		✓	
	Proses Assembly						✓	✓	
Plow	Plow	✓	✓		✓		✓		
	Proses Assembly								✓
Engine House	Pintu	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
	Ventilasi	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
	Body Engine House	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
	Proses Assembly							✓	✓
Kabin	Dashboard	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
	Bracket Panel kendali	✓		✓		✓	✓	✓	
	Proses Assembly							✓	
Drum Blade	Arm	✓	✓			✓	✓		
	Drum	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
	Extension Flange	✓		✓	✓		✓		
	Bearing House	✓			✓	✓			
	Stopper Ext Flange	✓		✓	✓	✓			
	Proses Assembly							✓	✓
Plastic Rewinder	Rangka	✓		✓		✓	✓	✓	
	Bracket	✓		✓		✓	✓		
	Proses Assembly							✓	✓
Roda Depan	Bracket	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
	Proses Assembly		✓					✓	
Castor	Body Castor	✓	✓		✓	✓	✓		
	Bearing House	✓			✓	✓			
	Bracket	✓	✓			✓	✓		
	Locking Castor	✓	✓			✓	✓		✓
	Proses Assembly							✓	✓

Tabel 5. Timeline pembuatan unit CT

Jenis Kegiatan	Waktu Pembuatan*																															
	Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli							
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV				
Proses Pembuatan Jig	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																				
Proses Pembuatan Komponen-komponen			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
Proses Assembly													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Painting and Styling																	■	■	■	■	■	■	■	■								
Pembuatan Alat Angkat Unit																					■	■	■	■	■	■	■	■				
Uji Fungsional																					■	■	■	■	■	■	■	■				
Uji Kinerja																									■	■	■	■	■	■	■	■
Modifikasi Desain																									■	■	■	■	■	■	■	■

*: Waktu pembuatan dilakukan pada tahun 2011

4.3. PENGUJIAN UNIT COMPOST TURNER

4.3.1. Uji Fungsional

Untuk memastikan unit mampu bekerja sesuai dengan fungsinya perlu dilakukan uji kinerja terhadap komponen unit CT. Uji fungsional produk adalah uji kemampuan kerja komponen-komponen unit CT terhadap fungsinya masing-masing. Komponen yang diuji hanyalah komponen yang memiliki fungsi primer terhadap kinerja unit CT seperti *drum blade*, *arm*, *under carriage*, *plow* dan *plastic rewinder*.

a. Arm Drum Blade

Setelah dilakukan pengujian terhadap komponen *arm* didapat kesimpulan bahwa *arm* dapat melakukan *stroke up* dan *stroke down* dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa komponen *drum blade* dapat dinaik-turunkan ketinggian drumnya. Dengan berhasilnya cylinder melakukan *stroke up* dan *stroke down* saat *drum blade* diam atau berputar, maka *arm* dinyatakan berfungsi dengan baik. Pada saat cylinder *stroke up*, *drum blade* berada pada posisi yang paling rendah dan *arm* tegak lurus dengan garis horizontal. Saat seperti itu *arm* berhimpit dengan garis normal dan sudut yang terbentuk antara *arm* dan garis normal tersebut adalah 0° .

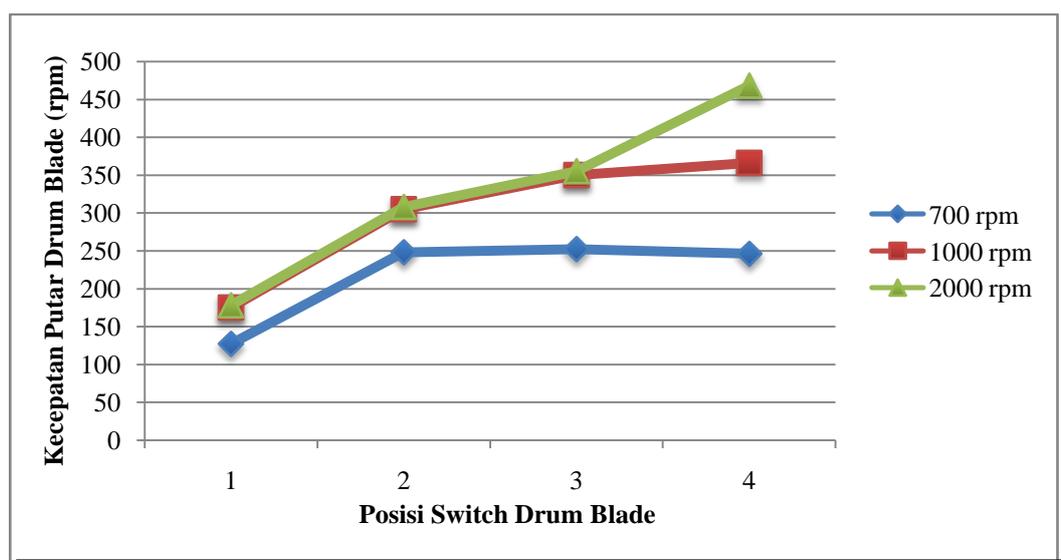
Sudut pergerakan komponen dapat dihitung dari selisih antara α_1 dan α_2 . Hasil dari perhitungan menggunakan rumus (2) ini menunjukkan bahwa *arm* dapat bergerak naik-turun dengan sudut sebesar 53.64° . Tinggi center drum dari tanah saat komponen turun yaitu 412 mm sedangkan saat komponen naik yaitu 525 mm. Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 3.

b. Drum Blade

Pengujian *drum blade* dilakukan dalam dua kondisi, yaitu saat komponen digerakkan dengan menggunakan satu buah motor hidrolik dan saat menggunakan dua buah motor hidrolik. Hal ini dilakukan dengan maksud mencari kondisi terbaik yang sesuai dengan tujuan awal pembuatan unit CT. Pengujian dilakukan dengan menggunakan tachometer bermerek Krisbow Tipe KW06-303 untuk mengukur kecepatan putar drum. Tabel 6 dan Gambar 46 berikut menyajikan hasil uji fungsional dari *drum blade* pada kondisi drum digerakkan dengan satu buah motor hidrolik yang dilaksanakan pada Selasa, 31 Mei 2011.

Tabel 6. Data pengujian kecepatan putar *drum blade* dengan satu buah motor hidrolik Charlynn

Kecepatan Putar Engine (rpm)	Kecepatan Putar Drum Blade (rpm)			
	Switch Drum Blade			
	1	2	3	4
700	127	248	252	246
1000	175	305	350	366
2000	178	308	355	468

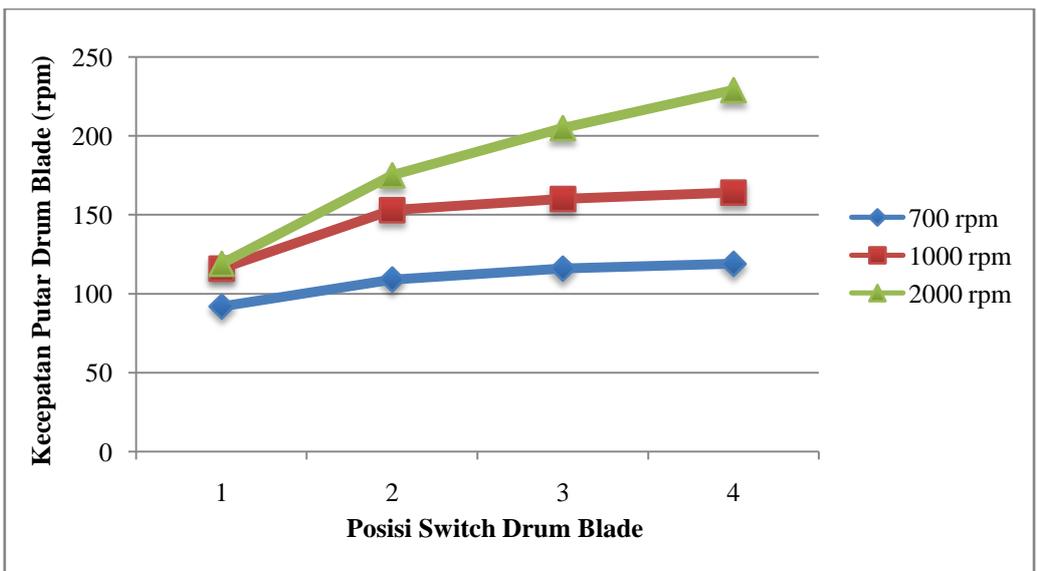


Gambar 46. Grafik hubungan antara kecepatan putar engine dan posisi switch *drum blade* dengan kecepatan putar *drum blade* menggunakan satu motor hidrolis

Dengan metode pengukuran yang sama kemudian dilakukan juga pengujian kedua dengan menggunakan dua buah motor hidraulik yang dilaksanakan pada tanggal 1 Juni 2011. Kemudian data yang didapat dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 47 berikut ini.

Tabel 7. Data pengujian kecepatan putar *drum blade* dengan dua buah motor hidraulik Charlynn

Kecepatan Putar Engine (rpm)	Kecepatan Putar Drum Blade (rpm)			
	Switch Drum Blade			
	1	2	3	4
700	92	109	116	119
1000	116	153	160	164
2000	119	175	205	229



Gambar 47. Grafik hubungan antara kecepatan putar engine dan posisi switch *drum blade* dengan kecepatan putar *drum blade* menggunakan dua motor hidraulik

Dari grafik yang telah dibuat dapat dibandingkan bahwa penggunaan satu buah motor hidrolik Charlynn untuk komponen *drum blade* menghasilkan kecepatan putar yang lebih tinggi dibandingkan dengan dua buah motor hidrolik. Namun pada saat dilakukan pengujian fungsional di lapangan dengan satu buah motor hidrolik charlynn per tanggal 7 Juni 2011 di PT UTE, *drum blade* seringkali mengalami *stuck* di tempat dan tidak berputar. Hal ini diperkirakan karena torsi yang terlalu kecil. Oleh karena itu PT UTE memutuskan untuk menggunakan dua buah motor hidrolik Charlynn sebagai tenaga penggerak *drum blade*.

c. *Under Carriage*

➤ Roda Depan

Pengujian fungsional roda depan dilakukan pada saat unit berjalan lurus, bejalan mundur, dan memutar di tempat, serta berjalan pada kondisi lintasan yang tidak merata. Saat unit berjalan lurus pada lintasan yang rata dan tanpa beban. Tabel 8 berikut menunjukkan kondisi *pressure* rata-rata pompa hidrolik saat pengujian roda depan.

Tabel 8. Kondisi *pressure* rata-rata hidrolik roda depan

Kondisi Pengujian	<i>Pressure</i> Roda Depan Kanan (Bar)	<i>Pressure</i> Roda Depan Kiri (Bar)
Berjalan lurus pada lintasan rata	70	70
Berbelok ke kanan	30	150
Berbelok ke kiri	150	30
Memutar di tempat	150	150
Berjalan lurus pada lintasan tidak merata	180	220

➤ *Castor*

Dari hasil pengujian fungsional yang diperoleh dapat dinyatakan bahwa komponen *castor* bekerja dengan baik karena dapat digunakan saat berjalan lurus dengan bantuan *locking castor*, berjalan di lintasan yang berkelok, dan dapat berputar di tempat.

Pengujian juga menunjukkan adanya ketidakmaksimalan fungsional komponen *locking castor*, hal ini dikarenakan operator lapangan mengalami kesulitan saat hendak melakukan pelepasan kunci. Kesulitan pelepasan kunci ini dikarenakan bagian poros *lock* terjepit oleh dua buah *house lock* sehingga poros *lock* mengalami *shear stress* yang tinggi. Sehingga pihak PT UTE memutuskan untuk memodifikasi komponen *locking castor* ini untuk *next product*.

Pengujian fungsional ini memperlihatkan bahwa baik roda depan dan *castor* dapat bekerja dengan baik dalam semua kondisi pengemudian. Kondisi lintasan sangat berpengaruh terhadap fungsional komponen *under carriage*. Gambar 48 memperlihatkan foto saat pengujian fungsional komponen *under carriage*.



(a) (b)

Gambar 48. Pengujian *under carriage* : (a) berjalan lurus (*locking castor* terkunci), (b) memutar di tempat

d. *Plow*

Hasil pengujian menunjukkan bahwa cylinder pada kedua *plow* dapat melakukan *stroke up* dan *stroke down* baik pada saat pengujian maupun pada saat *plow* melakukan penyapuan kompos. Oleh karena itu *plow* dinyatakan berfungsi dengan baik. Pada saat cylinder hidraulik berada pada posisi *stroke down*, *plow* berada pada posisi membuka paling lebar. Sedangkan pada saat cylinder hidraulik berada pada posisi *stroke up*, *plow* berada pada posisi merengkuh paling dalam. Kemudian dengan perhitungan rumus (2) didapatkan bahwa *plow* dapat bergerak menutup dan membuka dengan sudut sebesar 50.44° . Saat membuka posisi ujung *plow* dari dinding dalam unit sejauh 285 mm ke luar, sedangkan saat menutup sejauh 353 mm ke dalam. Perhitungan susut gerak dapat dilihat pada Lampiran 3.

e. *Plastic Rewinder*

Pengujian menunjukkan bahwa cylinder hidraulik dari komponen *plastic rewinder* dapat melakukan *stroke up* dan *stroke down* dengan baik. Dengan berhasilnya cylinder melakukan *stroke up* dan *stroke down*, maka komponen *plastic rewinder* dinyatakan berfungsi dengan baik. Pada saat cylinder hidraulik berada pada posisi *stroke down*, *plastic rewinder* berada pada posisi turun ke bawah. Sedangkan saat cylinder hidraulik berada pada posisi *stroke up*, *plastic rewinder* berada pada posisi paling atas. Kemudian dengan perhitungan rumus (2) didapatkan bahwa *plastic rewinder* dapat bergerak naik turun dengan sudut sebesar 24.58° . Tinggi center penggulung dari tanah saat komponen naik yaitu 1924 mm sedangkan saat komponen turun yaitu 1460 mm. Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 3.

4.3.2. Uji Kinerja

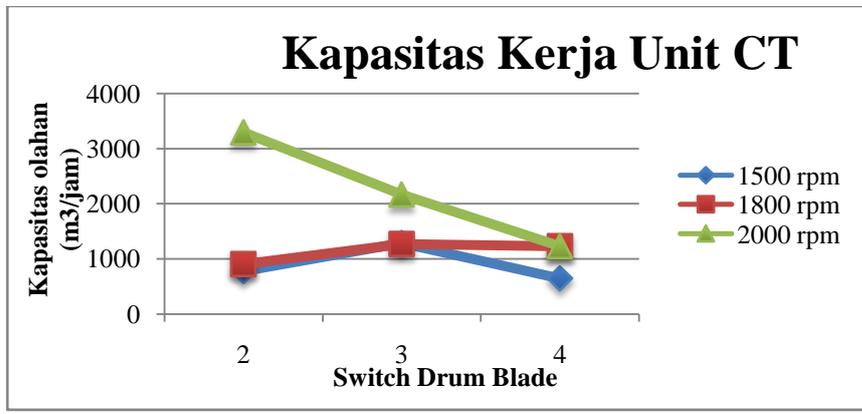
Setelah dilakukan pengujian fungsional terhadap semua komponen kerja unit CT, dilakukan juga pengujian kinerja dari unit CT. Pengujian kinerja ini bertujuan untuk menguji kinerja unit CT di lapangan agar sesuai dengan tujuan awal pembuatan. Pengujian dilakukan pada tanggal 12 Juni 2011 dan dilakukan di lintasan beton yang permukaannya rata. Lokasinya di depan plant Ecologic PT UTE. Gambar 49 menyajikan foto ketika dilakukan proses pengujian kinerja unit CT.

Tabel 9. Kondisi pengujian kinerja

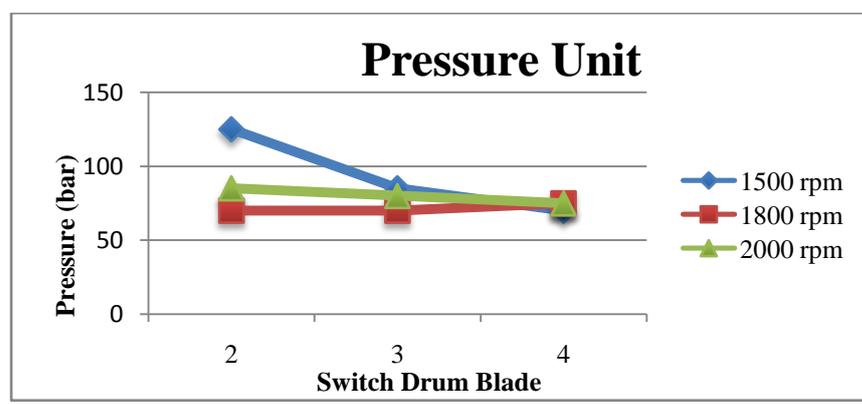
Tumpukan kompos	Kec. Putar Engine (rpm)	Posisi <i>switch</i> Drum	<i>Locking Castor</i>	<i>Pressure Blade</i> (Bar)	Waktu tempuh	Hal-hal yang terjadi	Suhu Oil Tank (°C)	Waktu Tempuh (detik)
Tinggi : 1.2 m, Lebar : 2.8 m, Panjang : 9 m	1500	2	Tidak terpasang	125	1 menit 46 detik	<i>Drum Blade</i> stuck 2 kali Roda berhenti 3 kali	40	106
		3	Terpasang	85	1 menit 4 detik	<i>Drum Blade</i> lancar Roda berhenti 1 kali	41	64
		4	Terpasang	70	2 menit 8 detik	<i>Drum Blade</i> lancar Roda berhenti 2 kali	40	128
	1800	2	Terpasang	70	1 menit 31 detik	<i>Drum blade</i> lancar Plownya kurang kuat mendorong kompos Roda berhenti 2 kali	40	91
		3	Terpasang	70	1 menit 5 detik	<i>Drum Blade</i> lancar Roda berhenti 2 kali	42	65
		4	terpasang	75	1 menit 7 detik	<i>Drum Blade</i> lancar Roda lancar	38	67
		2 + <i>rewinder</i> bekerja	terpasang	75	1 menit 37 detik	Waktu penarikan plastik sama dengan waktu tempuh <i>Drum Blade</i> lancar Roda berhenti 2 kali	38	97
	2000	2	terpasang	85	25 detik	<i>Drum Blade</i> lancar Roda lancar Adukan kompos agak berantakan	42	25
		3	terpasang	80	38 detik	<i>Drum Blade</i> lancar Roda lancar Adukan kompos agak berantakan	42	38
		4	terpasang	75	1 menit 7 detik	<i>Drum Blade</i> lancar Roda lancar	38	67

Tabel 10. Hasil pengujian kinerja

Kecepatan putar engine (RPM)	Switch	Waktu Tempuh (detik)	Volume Kompos (m ³)	Kapasitas (m ³ /jam)	Pressure (Bar)
1500	2	106	22.87	776.68	125
1500	3	64	22.87	1286.38	85
1500	4	128	22.87	643.19	70
1800	2	91	22.87	904.71	70
1800	3	65	22.87	1266.59	70
1800	4	67	22.87	1228.78	75
2000	2	25	22.87	3293.14	85
2000	3	38	22,87	2166.54	80
2000	4	67	22.87	1228.78	75



Gambar 50. Grafik hubungan antara kapasitas olahan dengan posisi switch *drum blade*.



Gambar 51. Grafik hubungan antara *pressure* dengan posisi switch *drum blade*.

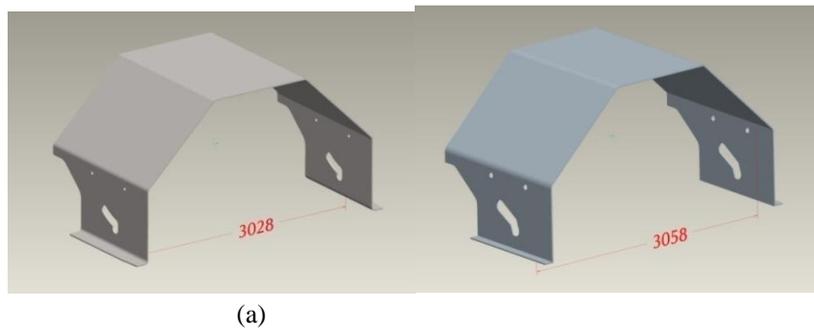
Dari kedua grafik diatas dapat diketahui bahwa ada kaitan antara posisi *switch drumblade* dengan kapasitas olahan unit serta *pressure*. Pada Gambar 50 dapat dijelaskan bahwa semakin besar posisi *switch drum blade* yang digunakan, kapasitas olahan pada masing-masing nilai kecepatan putar engine cenderung menurun, tetapi semakin tinggi kecepatan putar engine yang digunakan semakin besar kapasitas olahan unit pada masing-masing *switch drum blade*. Hal ini dikarenakan semakin cepatnya putaran engine akan menambah kecepatan putar silinder *drum blade* dan kecepatan laju dari unit CT.

Kemudian pada gambar 51 menggambarkan bahwa semakin besar posisi *switch drum blade* yang digunakan, *pressure drum blade* pada masing-masing nilai kecepatan putar engine cenderung menurun. Pada kecepatanputar *engine* 1500 rpm diperoleh nilai *pressure drum blade* paling tinggi dan nilai kapasitas olahan yang paling rendah. Hal ini dikarenakan timbunan kompos yang masih sangat padat dengan cacahan kompos yang masih besar-besar sehingga pada pengujian pertama beban yang diterima drum blade untuk berputar dari timbunan kompos sangat tinggi. Dibandingkan dengan percobaan sebelumnya (1500 rpm), pada nilai kecepatan putar *engine* 1800 rpm dan 2000 rpm beban yang diterima silinder *drum blade* cenderung semakin kecil karena semakin diolah/diaduk timbunan kompos akan didapatkan proses pengadukan yang lebih mudah pada pengadukan selanjutnya. Sehingga *pressure drum blade* semakin rendah sedangkan kapasitas olahan semakin meningkat.

4.4. MODIFIKASI DESAIN UNTUK MEMPERMUDAH PROSES ASSEMBLY DRUM BLADE

4.4.1. Kondisi Awal Sebelum Modifikasi

Proses pembuatan unit CT mengalami beberapa gangguan pada proses pemasangan komponen *drum blade*. Gangguan ini disebabkan karena kondisi *frame* yang merenggang 30 mm dari kondisi seharusnya seperti yang terlihat pada Gambar 52.



Gambar 52. Perenggangan frame : (a) desain awal, (b) pelebaran *frame* akibat perenggangan

Perenggangan *frame* ini dimungkinkan terjadi karena beberapa hal, yaitu:

a. Kondisi jig *frame* yang kurang baik

Jig sebagai acuan utama menjadi faktor penting dalam penjagaan bentuk *frame*. Jika terjadi kesalahan atau kondisi yang tidak baik pada jig maka akan menyebabkan kepresisian *frame* berubah. Saat dilakukan inspeksi pembuatan jig oleh pihak PT UTE, didapat kondisi dimana permukaan jig tidak rata. Hal inilah yang mungkin menyebabkan kurang baiknya kondisi jig.

b. Proses pengelasan pada *frame* yang terlalu banyak.

Menurut Wiryosumarto (2007) dalam proses pengelasan bagian yang dilas menerima panas pengelasan setempat dan selama proses berjalan suhunya berubah terus menerus sehingga distribusi panas tidak merata. Karena panas tersebut, maka pada bagian yang dilas terjadi pengembangan thermal. Sedangkan bagian yang dingin tidak berubah sehingga terbentuk penghalangan pengembangan yang mengakibatkan terjadinya perenggangan yang rumit.

Saat dilakukan proses pembuatan frame dilakukan dua kali proses pengelasan. Proses pengelasan frame pertama-tama dilakukan oleh pihak PT Hazelindo Pratama di workshop milik mereka, kemudian dilakukan perbaikan pengelasan oleh pihak PT UTE di plant produksi milik PT UTE. Gambar 53 memperlihatkan contoh pengelasan yang diperbaiki.

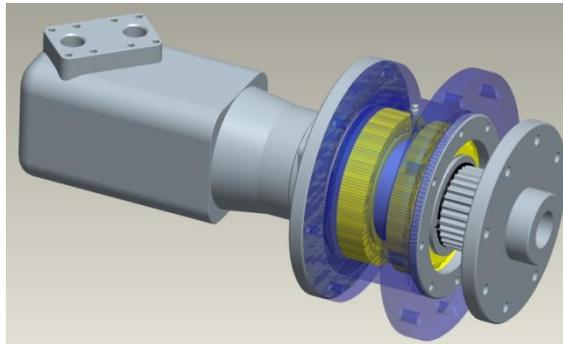
4.4.2. Tujuan Modifikasi

Tujuan modifikasi yang dilakukan adalah untuk mempermudah proses perakitan komponen *drum blade* untuk produksi unit CT selanjutnya. Tujuan tersebut dapat dilakukan dengan membuat komponen *drum blade* yang mampu mengakomodir perenggangan *frame* pada unit akibat proses pengelasan tanpa perlu mengganti bagian drum untuk menyesuaikan perenggangan tersebut.

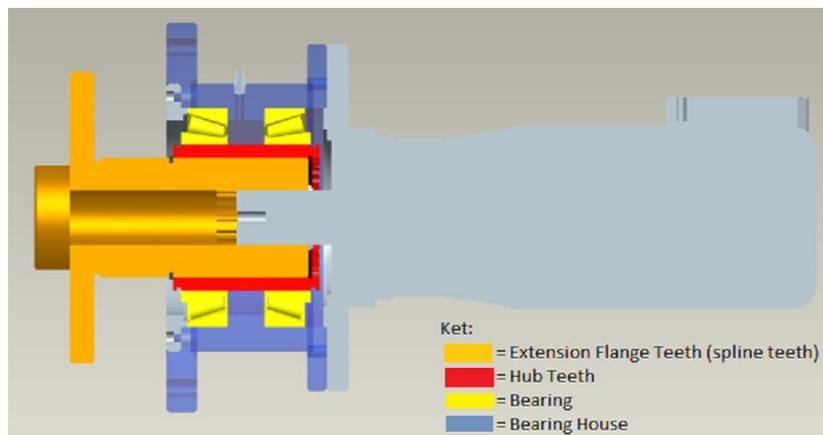
4.4.3. Alternatif-alternatif Modifikasi

a. *Slider Extention Flange Drum Blade*

Drum blade ini menggunakan satu buah *extention flange* berbentuk *spline* yang memiliki gigi atau *teeth* di sekelilingnya. Sedangkan *extention flange* yang satunya lagi tetap kaku seperti desain awal. *Spline teeth* jika dipasangkan dengan *hub teeth* maka *spline* ini selain dapat mentransmisikan putaran juga dapat melakukan *slider* (bergeser). Pergeseran inilah yang menjadi selusi dalam mengakomodir perenggangan *frame* yang terjadi. Desain dari *slider drum blade* ini akan disajikan pada Gambar 55 dan Lampiran 5.



(a)



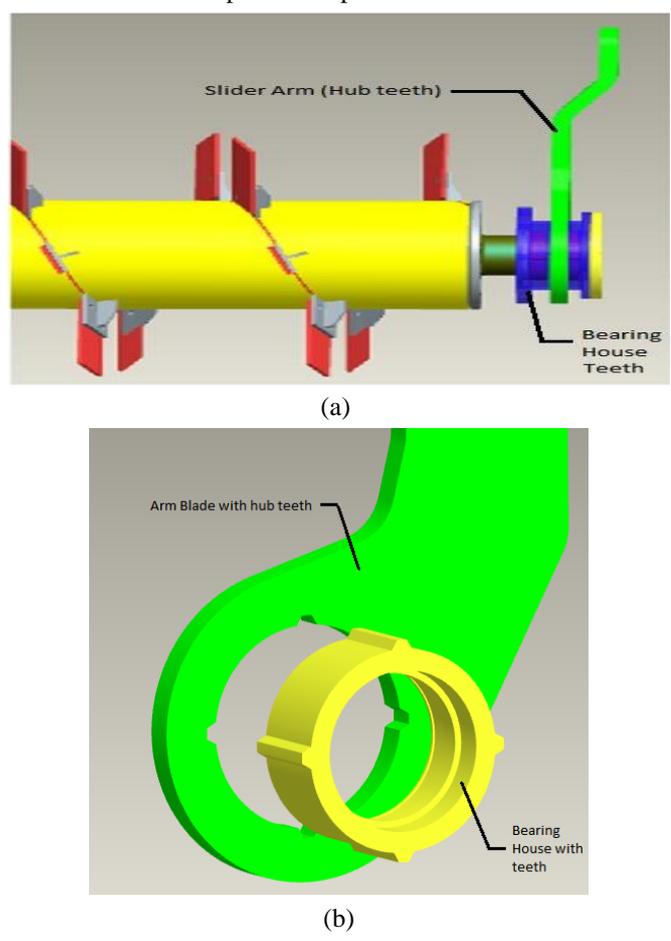
(b)

Gambar 55. Desain *slider extention flange drum blade* : (a) gambar *assembly* komponen; (b) gambar potongan komponen

b. *Bolted Arm Drum Blade*

Drum blade tipe ini memiliki satu komponen *arm* yang dapat dipecah dan dipasang kembali dengan bantuan baut dan mur. Sedangkan arm yang satunya tetap kaku seperti desain awal. Hal ini dimaksudkan agar *bolted arm* menjadi komponen yang dapat digeser posisinya menyesuaikan perenggangan yang terjadi. Gambar 56 akan memperlihatkan desain untuk *bolted arm*.

sliderarm menjadi komponen yang dapat mengalah dan bergeser sesuai dengan perenggangan yang terjadi. Desain dari *slider arm* dapat dilihat pada Gambar 57.



Gambar 57. Desain *slider arm* : (a) *assembled slider arm drum blade*, (b) gambar *arm blade with hub teeth* dan *bearing house with teeth*

4.4.4. Analisis

a. Analisis Kekakuan

Rigiditas ini dianggap faktor paling penting dalam pembuatan *drum blade*. Karena faktor ini akan mempengaruhi performa dari komponen itu sendiri. Jika *drum blade* tidak rigid, maka saat komponen bekerja akan menimbulkan getaran yang sangat besar atau bahkan salah satu bagian bisa lepas.

Dilihat dari ketiga desain yang dibuat, *bolted arm drum blade* akan menjadi komponen yang paling lemah nilai kekakuannya. Hal ini dikarenakan desainnya yang hanya mengandalkan jepitan *arm* kepada *bearing house* dengan bantuan mur dan baut dianggap sangat lemah untuk melawan gaya putar yang diberikan motor hidrolis.

Desain *slider entention flange drum blade* dan *slider arm drum blade* memiliki nilai rigiditas yang sama besar karena sama-sama mengandalkan *teeth* untuk melawan gaya putar yang diberikan oleh motor Charlynn. Namun dikarenakan desain dari *slider extention flange drum blade* membuat spline dan hub sama-sama berputar mengikuti putaran motor Charlynn, maka kedua bagian tersebut dapat mengalami aus dalam periode tertentu. Oleh karena itu berdasarkan analisis ini desain *slider arm drum blade* dianggap paling baik.

b. Analisis Waktu Pembuatan

Proses pemasangan komponen *drum blade* dilakukan setelah seluruh rangka selesai dibuat. Karena hal inilah faktor lama waktu pembuatan menjadi tidak terlalu sensitive namun juga bukan menjadi prioritas paling rendah. Proses pembuatan komponen ini bisa dilakukan bersamaan dengan proses pembuatan rangka utama. Untuk memperkirakan waktu lama pembuatan dapat dilihat dari kerumitan komponen yang perlu dibuat serta proses manufaktur yang dibutuhkan.

Dilihat dari ketiga desain yang dibuat, *bolted arm drum blade* menjadi komponen yang paling mudah dalam proses pembuatannya. Hal ini dikarenakan proses pembuatannya tidak memerlukan pembuatan *teeth* seperti kedua desain lainnya yang membutuhkan proses *cutting* menggunakan mesin CNC. Untuk desain *slider entention flange drum blade* dan *slider arm drumblade* keduanya sama-sama memiliki *teeth*. Namun karena pada desain *slider arm, hub teeth* dibuat pada komponen *bearing house* akan menambah nilai kerumitan tersendiri. Oleh karena itu komponen *slider arm* dianggap desain yang paling rumit dan lama waktu pembuatannya.

c. Analisis Biaya Pembuatan

Biaya pembuatan komponen merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan untuk memperkecil biaya produksi unit. Namun dikarenakan PT UTE lebih mengutamakan kualitas maka faktor ini menjadi tidak terlalu penting bagi keseluruhan proses. Untuk memperkirakan biaya pembuatan komponen maka dapat dilihat dari proses manufaktur yang digunakan dan nilai kerumitannya dalam memproduksi komponen tersebut.

Dilihat dari ketiga desain yang dibuat, *bolted arm drum blade* menjadi komponen yang paling mudah dalam proses pembuatannya, sehingga biaya pembuatannya juga diperkirakan paling murah. Hal ini dikarenakan pada proses pembuatannya tidak memerlukan pembuatan *teeth* seperti kedua desain lainnya yang membutuhkan proses *cutting* menggunakan mesin CNC. Untuk desain *slider entention flange drum blade* dan *slider arm drumblade* keduanya sama-sama memiliki *teeth*. Namun karena pada desain *slider arm, hub teeth* dibuat pada komponen *bearing house* akan menambah nilai kerumitan tersendiri. Oleh karena itu komponen *slider arm* dianggap desain yang paling rumit dan memerlukan biaya yang paling besar.

4.4.5. Modifikasi

Untuk memilih desain komponen *drum blade* dari alternative desain yang telah dibuat maka ketiga alternative desain tersebut akan dibandingkan dengan menggunakan metode pembobotan. Metode pembobotan tersebut dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Pembobotan alternative desain *drum blade*

Faktor Penilaian	Nilai Prioritas	Nilai Desain Drum Blade (1-5)		
		Slider Ext-Flange	Bolted Arm	Slider Arm
Rigiditas	3	4	2	5
Waktu Pembuatan	1	4	5	3
Biaya Pembuatan	2	4	5	2
Nilai Total*		24	21	22

* : Nilai total adalah hasil penjumlahan dari hasil kali nilai desain dengan nilai prioritas

Dari hasil metode pembobotan yang dilakukan didapat hasil bahwa alternative desain *slider extension flange drum blade* adalah alternative desain yang paling cocok dipilih sebagai desain *drum blade* untuk produksi unit CT selanjutnya.

Modifikasi juga terdapat pada jig frame unit CT. Modifikasi tersebut dilakukan dengan membuat jig khusus komponen *drum blade*. Jig tersebut berfungsi untuk membantu *leveling* dan posisi *drum blade*. Pemakaian jig ini dilakukan setelah semua rangka frame dibuat dan komponen *drum blade* akan dipasang, oleh karena itu jig ini dapat dibongkar-pasang. Gambar 58 memperlihatkan foto jig tersebut.



(a) (b)
Gambar 58. Jig komponen *drum blade* : (a) jig saat dilepas, (b) jig saat terpasang

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. Penulis melaksanakan kegiatan magang selama 6 (enam) bulan di departemen *Research and Development (RnD)*, dan ditugaskan pada project *Renewable Energy*, yaitu pengolahan kompos dengan metode aerasi, pembuatan unit CT, dan lain sebagainya.
2. Tahapan dari pembuatan mesin tersebut, antara lain adalah : desain dan perancangan, modifikasi desain, fabrikasi komponen unit, perakitan, pengujian : fungsional dan kinerja, evaluasi dan modifikasi, *clearing, masking, and painting, re-assembly*.
3. Berdasarkan hasil uji fungsional dan uji kinerja, unit CT dinyatakan dapat berfungsi dengan baik serta sesuai dengan tujuan awal pembuatan unit. Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa pengadukan kompos menghasilkan timbunan yang rapih serta cacahan komposnya menjadi kecil dan homogen.
4. Pada prototype yang dibuat sebelumnya dirasakan kesulitan yang cukup besar untuk proses *assembly* komponen *drum blade*, ini dikarenakan *frame* yang menjadi acuan pemasangan *drum blade* mengalami perenggangan. Oleh karena itu dibuatkan tiga buah alternative desain untuk memodifikasi komponen *drum blade* yaitu *slider extention flange drum blade, drumblade with bolted arm*, dan *slider arm drum blade*. Ketiga desain ini mampu mengakomodir perenggangan *frame* pada unit akibat proses pengelasan tanpa perlu mengganti *drum* yang baru. Dari hasil metode pembobotan yang dilakukan didapat hasil bahwa alternative desain *slider extention flange drum blade* adalah alternative desain yang paling cocok dipilih sebagai desain *drum blade* untuk produksi unit CT selanjutnya

5.2 SARAN

1. Kegiatan magang memberikan banyak hal positif bagi mahasiswa selaku pelaksana magang seperti peningkatan pengetahuan, peningkatan kemampuan kerja karena latihan kerja yang dilakukan selama kegiatan magang berlangsung, peningkatan keterampilan dan komunikasi, serta memperoleh pengalaman berharga dapat merasakan bagaimana ilmu pengetahuan yang diperoleh di perkuliahan diaplikasikan di dunia kerja nyata. Oleh karena itu diharapkan institusi akademik dapat menjalin kerjasama yang baik dengan industri/perusahaan agar kegiatan seperti ini dapat berjalan secara berkelanjutan.
2. Dalam proses pembuatan prototype CT ini dirasakan ada dua kekurangan yang perlu diperbaiki yaitu lamanya waktu produksi dan sulitnya proses *assembly* komponen *drum blade*. Untuk memperbaiki kekurangan tersebut ada beberapa saran yang perlu disampaikan, antara lain:
 - a. Fiksasi desain sedini mungkin sehingga mengurangi ECR selama proses produksi berlangsung
 - b. Lakukan penjagaan terhadap kepresisian jig
 - c. Berdasarkan grafik uji fungsional *drum blade* disarankan untuk mengganti pompa hidraulik dengan daya yang lebih besar atau megganti motor hidraulik yang kapasitasnya lebih besar agar kecepatan putar *drum blade* saat switch 2, 3, dan 4 menjadi optimal
 - d. Diusahakan agar proses pengelasan seminimal mungkin agar tidak terjadi perenggangan *frame*
 - e. Lakukan perubahan desain pada komponen *drum blade* agar proses *assembly*-nya dapat lebih mudah dilakukan. Berdasarkan anlisis dan metode pembobotan yang dilakukan maka disarankan untuk menggunakan alternative desain *slider extention flange drum blade*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim¹. 2007. *Pendahuluan Perancangan dan Pengendalian Produksi*. http://www.p2mmesin.com/artikel_html/PPIC_.ppt. [15 April 2011]
- Anonim². 2006. *Lean Production and Agile Manufacturing*. http://k12008.widyagama.ac.id/osp/diktatpdf/BabV_LA.pdf [4 Februari 2011]
- Baiquni Kokoh. 2009. *Studi Aspek Kebisingan di Unit Stamping Shop, Karawang Plant PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia*. Tugas Akhir. Departemen Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Carey, David. 1982. *How It Works: Farm Machinery*. Loughborough: Ladybird Books Ltd.
- Crawford. J.H. 2003. *Composting of Agricultural Waste*. in *Biotechnology Applications and Research*, Paul N, Cheremisinoff and R. P. Ouellette (ed). p. 68-77.
- Darnoko. Dan Sutarta, Ady Sigit. 2006. *Pabrik Kompos di Pabrik Sawit*. <http://www.pdfchaser.com/Pabrik-Kompos-di-Pabrik-Sawit.html>. [2 Februari 2011]
- Isroi. 2004. *Pengomposan Limbah Padat Organik*. http://www.ipard.com/art_perkebun/KomposLimbahPadatOrganik.pdf. [30 Januari 2011]
- Khandani S. 2005. *Engineering Design Process*. California: Industry Initiatives for Science and Math Education (IISME).
- Mufid, Bahrul. 2011. *Analisis Antropometri Terhadap Tata Letak Komponen dan Panel Kendali Pada Prototipe Compost turner, PT. United Tractors Pandu Engineering*. Tugas Akhir. Departemen Teknik Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nataprawira, Diva Ernest. 2007. *Studi Mengenai Karakteristik Getaran Pada Bearing Akibat Adanya Shaft Misalignment*. Laporan Penelitian Mayor. Departemen Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Prastowo, Angger Suryo. 2010. *Mempelajari Proses Rekayasa dan Manufaktur Produk di PT United Tractors Pandu Engineering*. Laporan Praktek Lapang. Departemen Teknik Mesin dan Biosistem. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Thabrani, Suryanto. 2007. *Teknik Menggambar 3D*. Dian Rakyat. Jakarta
- Wiryo Sumarto, Harsono dan Okumura, T. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita

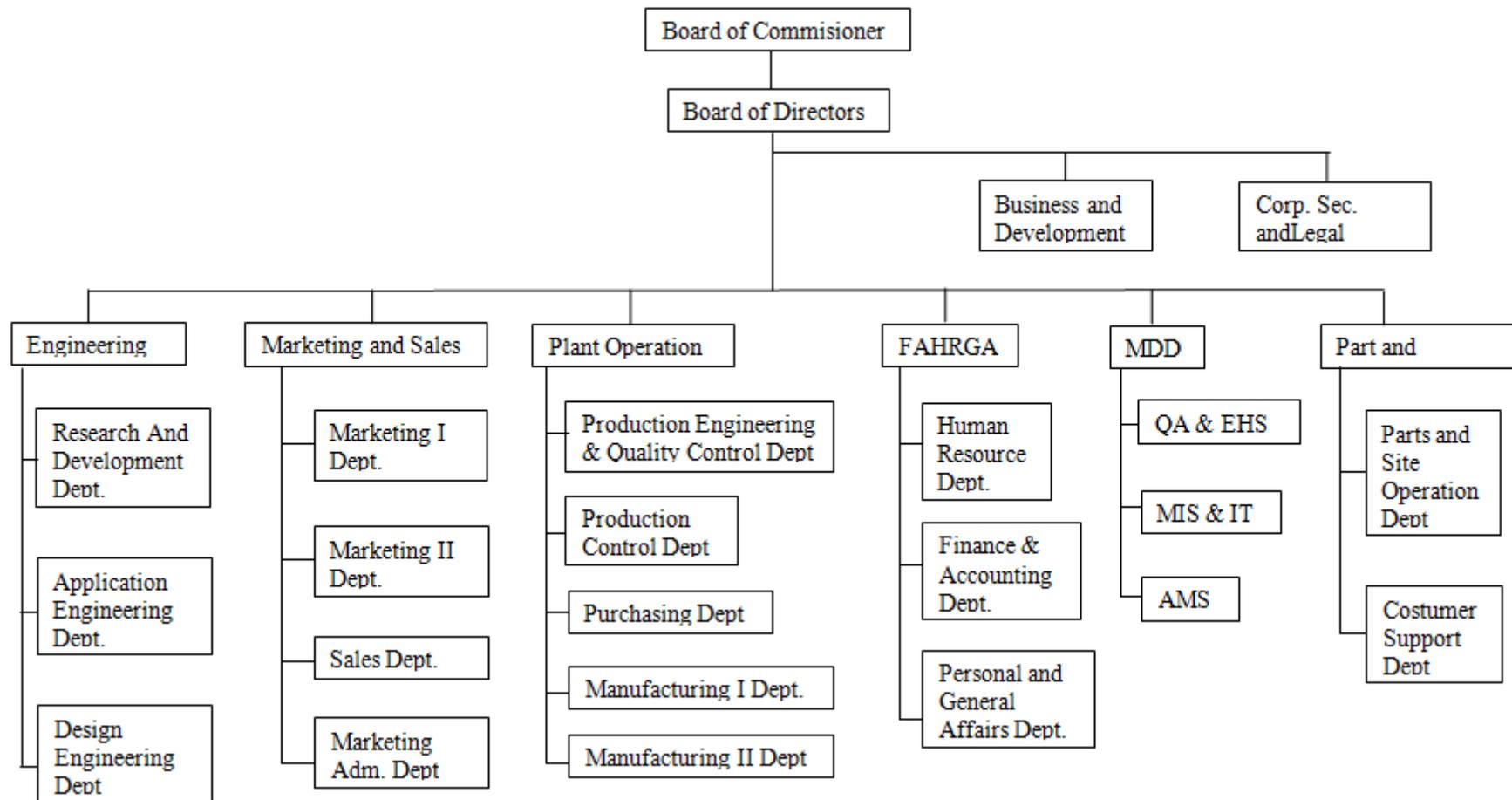
Lampiran 1. Peta Lokasi dan Denah Bangunan PT United Tractors Pandu Engineering



PT. United Tractors Pandu Engineering terletak di Jalan Jababeka XI Blok H 30-40 Kawasan Industri Jababeka Cikarang–Bekasi. Pada Plant Cikarang ini, kegiatan produksi lebih difokuskan untuk melayani *customer* dengan konsep produksi *engineer to order*, jadi pembuatan suatu produk didasarkan oleh pesanan atau permintaan pasar. Plant dengan luas areal produksi sekitar 38 479.5 m² diatas tanah seluas 88 736 m² ini merupakan pusat kegiatan produksi perusahaan. Beberapa *order* yang berkapasitas besar dari Plant I Cakung sering dialihkan pembuatannya di Plant ini. Di Plant Cikarang ini sendiri terdiri dari beberapa unit area kerja yaitu: Head Office, Gedung Serba Guna, Plant Manuf I, Plant Manuf II, *warehouse spareparts*, *warehouse Assembly*, *Painting Plant*, PDC (Patria Developing Center), *Labor Center*, *parking area*, dan *Security&CCTV center*.



Lampiran 2. Struktur Organisasi PT UTE



C.1. Bisnis Development

Departemen ini melakukan riset dan mendapatkan informasi tentang prospek suatu produk baru. Mencari potensi bisnis baru yang berhubungan dengan bisnis perusahaan dan mengembangkannya: *Collect business information, sourcing technology, survey market, dan feasibility study.*

C.2. Corp. Sec. And Legal

- o Menjamin compliance perusahaan terhadap aturan yang berlaku (UU Perseroan Terbatas, UU Tenaga Kerja) dan patuh terhadap prinsip GCG.
- o Membuat dan *me-review* semua aturan/perjanjian perusahaan, baik internal (AD/ART) maupun eksternal (*Sales-buyer, marketing: distributorship, dsb*).
- o Legalisasi cabang.
- o Bertanggung jawab terhadap pendaftaran HAKI (patent &/ desain industri).

C.3. Engineering Department

C.3.1. Research And Development Division

Melakukan penelitian dan pengembangan produk-produk baru yang bersifat *next-level* dan *new landscape technology* berdasarkan teknologi terkini yang dikuasai, regulasi/standard yang berlaku serta kondisi perekonomian, untuk menjawab kebutuhan pasar di masa yang akan datang (*creating demand based on market forecast*).

C.3.2. Application Engineering Division

Departemen ini mendukung kegiatan sales dari sisi teknis (*technical*) serta menerjemahkan keinginan *customer* ke dalam bahasa teknikal (*preliminary drawing/design, perhitungan kasar/rough calculation*).

C.3.3. Design Engineering Division

Membuat drawing dan detail design serta melakukan pengembangan produk, modifikasi dan evaluasi desain yang sudah ada berdasarkan *job order*.

C.4. Marketing And Sales

C.4.1. Sales Department

- o Melakukan promosi dan penjualan unit (taktis), sebagai front-liner penjualan.
- o Berkoordinasi dengan Manuf, AE, principal, dan menjaga hubungan baik dengan *Customer*.
- o Melakukan survei kepuasan pelanggan.

C.4.2. Marketing Department

- o *Business review*.
- o Merencanakan strategipemasarandan sasaran penjualan (analisis situasi: *change-competitor- customer-company*).
- o Menggabungkan (*Mix*)taktik pemasaran (*product-promotion, price, place*).
- o *Marketing program, evaluasi budget*.
- o Berkoordinasi dengan Manuf, AE, principal, dan menjaga hubungan baik dengan *Customer*.

C.4.3. Marketing Administrasi Department

Mengatur proses export & import barang (*custom clearance, tax, documents*) serta mengatur keluar-masuk barang/produk ke plant: menerima barang masuk (cek IS), menerima barang hasil assembly, melakukan proses pre-delivery (good issue), membuat BAST, membuat invoice ke *customer*, mengatur dan mengawasi forwarder untuk pengiriman barang.

C.5. Plant Operation

C.5.1. Product Control Department

Berfungsi sebagai “conductor” kegiatan produksi; perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proses produksi. Terdiri dari 2 bagian :

1. PPC (Product Planning Control) & Cost control
 - o Membuat rencana delivery.
 - o Mengatur suplai material & *purchase requestation*.
 - o Merencanakan *production order*.
 - o Analisa biaya (produk jadi/*finished product*).

2. Inventory Management

Mengatur proses penerimaan, penyimpanan, dan pengeluaran barang/produk, termasuk kelengkapannya.

C.5.2. Production Engineering And Quality Control Department

Departemen ini membawahi 4 bagian dengan lingkup kerjanya masing-masing, yaitu sebagai berikut:

1. *Production Engineering*: proses *support: jig design & making, paint style; welding & surface treatment*. Bagian ini yang membawahi Patria Development Center (PDC).
2. *Production Improvement*: bertanggung jawab untuk melakukan perbaikan proses sehingga didapat proses yang lebih efektif dan efisien.
3. *Quality Control Inspection*: pengawasan mutu dilakukan supaya produk yang dihasilkan memiliki keunggulan komparatif sesuai dengan persyaratan mutu perdagangan internasional atau lebih dikenal dengan ISO.
4. *Quality Plan*: ruang lingkup kerja *Quality Plan* adalah mengenai pengecekan dalam proses produksi mulai dari pemeriksaan barang yang datang dari *Sub-contractor*, pemeriksaan pada saat proses produksi, sampai dengan unit produk jadi yang siap dilakukan pengiriman.

C.5.3. Purchasing Department

Mengatur kegiatan pembelian barang dari vendor, dan pengerjaan barang dari subcontractor.

C.5.4. Manufacturing I Department

Department ini terdiri atas 3 bagian yang memiliki fokus kerja masing-masing yaitu *Material Preparation, Fabrication 1*, dan *Fabrication 2*. *Material Preparation* bertanggung jawab terhadap persiapan bahan dimana raw material khususnya yang berupa plat, dipotong dan dibentuk sesuai dengan kebutuhan produk yang akan diproduksi. *Fabrication 1* bertanggung jawab terhadap produksi *General Trailer* dan *General Tank*. *Fabrication 2* bertanggung jawab terhadap produksi *HD Vessel, Big Vessel* dan *Attachment*.

C.5.5. Manufacturing II Department

Department ini dibagi kedalam 3 bagian yaitu *Fabrication 3, Painting*, dan *Assembling*. *Fabrication 3* bertanggung jawab terhadap produksi

DV/TV.Painting bertanggung jawab untuk melakukan *blasting* dan *painting* baik *primary* maupun *top coat*. *Assembling* bertanggung jawab untuk melakukan *assembly* ke rangka kendaraan hingga dihasilkan suatu unit hasil produksi berupa produk jadi/*finished good product*.

C.6. Finance Accounting -Human Resource – General Affair (FAHRGA)

Divisi ini berfungsi untuk mengatur pengadaan dan penggunaan dana untuk operasi perusahaan. Selain itu juga bertugas merencanakan anggaran pengeluaran rutin dan mengontrol pengeluaran biaya, serta bertugas sebagai administrasi perusahaan. Divisi ini terbagi menjadi 3 departemen, yaitu: *Human Resource Development*, *Finance And Accounting Department*, dan *Personal And General Affair Department*.

C.7. Management Development Department (MDD)

C.7.1. Quality Assurance And Environment, Healthy, Safety (QA & EHS)

- o Menjamin penerapan sistem manajemen mutu (ISO 9001-2008).
- o Pengembangan mutu (6 Sigma).
- o Penerapan EHS (*Environment, Healthy, And Safety*).
- o Pelaksanaan CSR (*Coorporate Social Responsibility*).

C.7.2. Management Information System & Information Technology (MIS & IT)

Menjamin berjalannya sistem Informasi perusahaan (*hardware, software, network*) serta pengadaan & *maintenance hardware, software, dan network*.

C.7.3. Astra Management System (AMS)

Menjamin penerapan *Astra Management System* terkait dengan *Strategic Management* dan *Organization Performance*.

C.8. Parts And Services

C.8.1. Parts And Site Operation Department

- o *Parts marketing*.
- o *Parts sales*.
- o *Parts inventory (purchasing, parts analyst, warehouse)*.
- o *Site operating: Sangatta & Tanjung area (technical officer, welder, mechanic, administration)*.

D.8.2. Customer Support Department

- o *Customer support (Periodical Service Monitoring/Report* untuk unit yang masih garansi, *training, follow up claim*).
- o *Workshop* (pekerjaan diluar garansi).
- o *Service business development*

Lampiran 3. Perhitungan sudut pergerakan komponen *arm drum blade*, *plow*, dan *plstic rewinder*

1. Arm Drum Blade

Diketahui :
 $a = 630 \text{ mm}$
 $b = 368 \text{ mm}$
 $c_1 = 430 \text{ mm}$
 $c_2 = 757 \text{ mm}$

Ditanyakan = $\alpha_2 - \alpha_1 = ?$

Jawab:

$$\alpha = \cos^{-1} \left[\frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} \right]$$

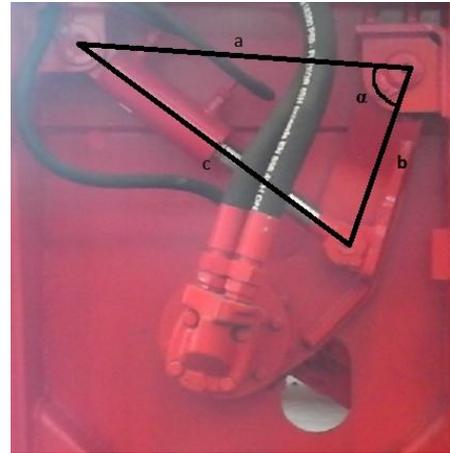
$$\alpha_1 = \cos^{-1} \left[\frac{(630^2 + 368^2 - 430^2)}{(2 * 630 * 368)} \right]$$

$$= 41.4^\circ$$

$$\alpha_2 = \cos^{-1} \left[\frac{(630^2 + 368^2 - 757^2)}{(2 * 630 * 368)} \right]$$

$$= 95.04^\circ$$

$$\alpha_2 - \alpha_1 = 53.64^\circ$$



2. Plastic Rewinder

Diketahui :
 $a = 410 \text{ mm}$
 $b = 240 \text{ mm}$
 $c_1 = 360 \text{ mm}$
 $c_2 = 458 \text{ mm}$

Ditanyakan = $\alpha_2 - \alpha_1 = ?$

Jawab:

$$\alpha = \cos^{-1} \left[\frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} \right]$$

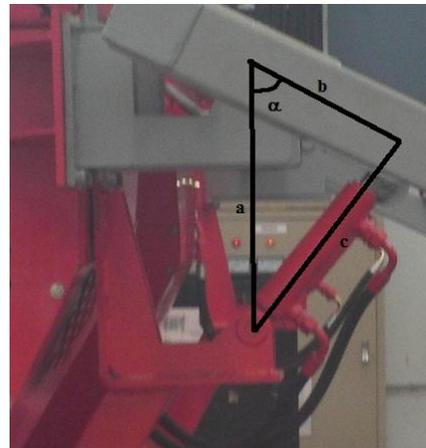
$$\alpha_1 = \cos^{-1} \left[\frac{(410^2 + 240^2 - 360^2)}{(2 * 410 * 240)} \right]$$

$$= 60.77^\circ$$

$$\alpha_2 = \cos^{-1} \left[\frac{(410^2 + 240^2 - 458^2)}{(2 * 410 * 240)} \right]$$

$$= 85.35^\circ$$

$$\alpha_2 - \alpha_1 = 24.58^\circ$$



3. Plow

Diketahui :
 a = 622 mm
 b = 188 mm
 c1 = 445 mm
 c2 = 575 mm

Ditanyakan = $\alpha_2 - \alpha_1 = ?$

Jawab:

$$\alpha = \cos^{-1} \left[\frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab} \right]$$

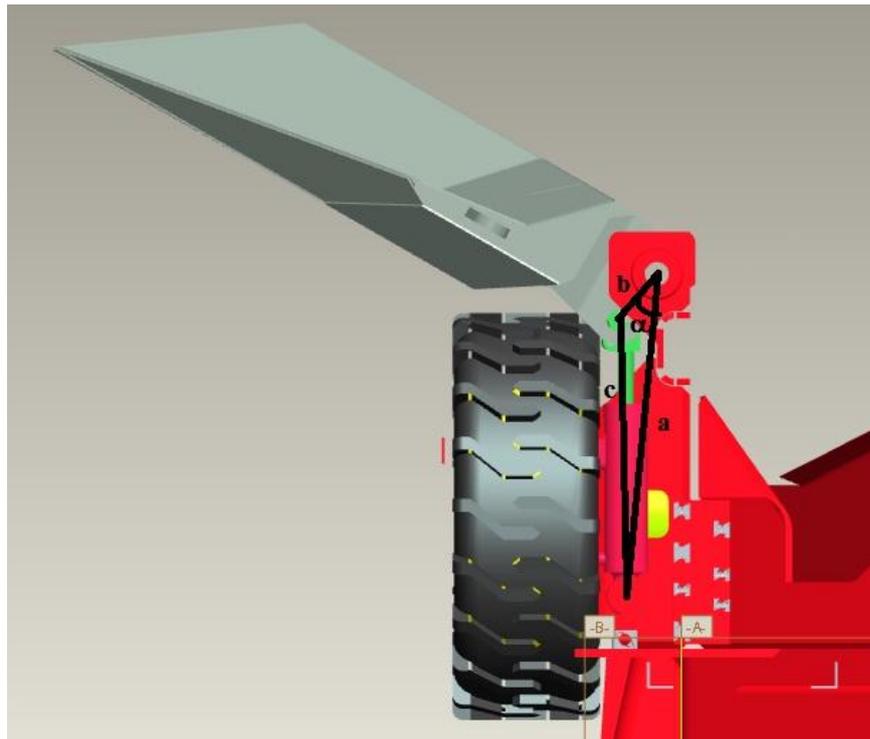
$$\alpha_1 = \cos^{-1} \left[\frac{(622^2 + 188^2 + 445^2)}{(2 * 622 * 188)} \right]$$

$$= 16.5^\circ$$

$$\alpha_2 = \cos^{-1} \left[\frac{(622^2 + 188^2 + 575^2)}{(2 * 622 * 188)} \right]$$

$$= 66.94^\circ$$

$$\alpha_2 - \alpha_1 = 50.4^\circ$$



Lampiran 5. Drawing desain komponen *slider extention flange drum blade*

