

## DESAIN ALAT PENGEBOR TANAH UNTUK MEMBUAT LUBANG TANAM TANAMAN TAHUNAN

### *Design of the Soil-hole-digger, to Make Hole for Planting Perennial Crops*

Frans Jusuf Daywin<sup>1</sup>, Lia Antik Kurniawati<sup>2</sup>, Ika Widiastuti<sup>3</sup>

#### ABSTRACT

*Making hole for planting perennial crops in Indonesia, especially in the farmer's plantation is still dominated by simple equipment such as hoe, manual drill etc., while using heavy equipment such as post-hole-digger is performed only by big estates. For this reason, it is necessary to design soil-hole-digger machine which suits the field condition in Indonesia. The design was based on Pahl and Beitz method which optimizing the use of material, technology and economic condition and consist of several steps, namely, classification of the tasks, conceptual design, embodiment design and detail design. Structural design of the post-hole-digger consisted of several main components, namely, source of power, power delivery, power transmission system, point of drill and edge of point. Source of power used was a two-stroke gasoline engine of 2.38 kW delivered through a centrifugal clutch and transmitted by worm gear with 10 : 1 ratio.*

**Keywords:** design, soil-hole-digger, planting, perennial crops

*Diterima: 28 Mei 2007; Disetujui: 22 Oktober 2007*

#### PENDAHULUAN

Pembuatan lubang tanam di Indonesia terutama pada perkebunan rakyat umumnya masih didominasi dengan penggunaan alat-alat sederhana seperti cangkul, alat bor manual dan lain-lain. Sedangkan penggunaan alat-alat berat seperti "post-hole-digger" hanya digunakan oleh perusahaan-perusahaan besar yang bergerak di bidang perkebunan.

Kendala yang dihadapi pada penggunaan alat berat tersebut yaitu penggunaan alat yang tidak praktis karena ukurannya yang besar dan tidak

dapat digunakan untuk lahan yang sempit karena penggerakannya menggunakan traktor empat roda, serta tidak dapat digunakan untuk lahan miring. Salah satu cara mengatasi masalah diatas dibutuhkan alternatif baru dalam perancangan dan pengembangan alat pengebor tanah yang tepat guna, memiliki efisiensi lapang yang cukup tinggi dalam pembuatan lubang tanam bagi tanaman perkebunan dan sesuai dengan kondisi lahan di Indonesia.

Pahl dan Beltz (1984), membuat metode dalam perancangan mesin yang dikenal dengan sebutan metode VDI 2221 (*Verein Deutcher Ingenieure*) yang dibagi

<sup>1</sup> Guru Besar pada Departemen Teknik Pertanian, FATETA-IPB, [tepfeta@ipb.ac.id](mailto:tepfeta@ipb.ac.id)

<sup>2,3</sup> Departemen Teknik Pertanian, FATETA-IPB, [tepfeta@ipb.ac.id](mailto:tepfeta@ipb.ac.id)

menjadi beberapa tahapan, yaitu: klasifikasi tugas (*Classification of the Task*), perancangan konsep (*Conceptual Design*), perancangan bentuk (*Embodiment Design*), dan perancangan detail (*Detail Design*).

Menurut Smyth (1966), lubang tanam bertujuan untuk membuat ruang perakaran (root room) dan kedalaman fisiologis yang cukup yaitu volume tanah yang beraerasi baik dan strukturnya memungkinkan sistem perakaran berkembang optimum.

Bor merupakan alat mekanik yang pertama kali ditemukan dan digunakan untuk pembuatan lubang pada benda kerja dengan cara pengikisan putar dan besarnya daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan alat bor tersebut antara lain ditentukan oleh besarnya kekuatan geser pada benda kerja atau tanah (Krar et. al., 1990).

Kekuatan geser tanah dapat dianggap terdiri dari atas bagian yang bersifat kohesi yang tergantung pada macam tanah dan kepadatan butirannya, serta bagian yang mempunyai gesekan (*frictional*) yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser (Wesley, 1973).

Ergonomika sangat diperlukan dalam menentukan ukuran lebar, tinggi dan berat rangka dari alat pengebor tanah. Untuk itu perlu diketahui data mengenai ukuran-ukuran statis tubuh atau anggota tubuh manusia (operator) yang dikenal dengan istilah "anthropometri". Dalam mendesain suatu mesin supaya dapat dioperasikan dengan nyaman, efisien, dan aman maka seorang ahli perancang perlu mengetahui data fisik pengguna (operator) peralatan tersebut, tingkat kenyamanan serta lingkungan tempat mesin dan operator bekerja (Morgan, 1989).

dengan menggunakan metode Pahl dan Beitz (1984) yang dikenal dengan metode VDI 2221, merupakan salah satu metode untuk menyelesaikan permasalahan dan mengoptimalkan penggunaan material, teknologi dan keadaan ekonomi yang dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu: klasifikasi tugas, perancangan konsep, perancangan bentuk dan perancangan detail.

Pada tahap klasifikasi tugas dilakukan suatu pengumpulan informasi dan menguraikannya kedalam bentuk yang sejenis dan bentuk daftar spesifikasi serta mengidentifikasi semua kendala yang dihadapi untuk mencapai solusi yang optimal. Hal yang harus diperhatikan adalah membedakan persyaratan, apakah termasuk kedalam *demand* atau *wishes*.

Pada perancangan konsep dibahas tentang permasalahan abstraksi, pembuatan struktur fungsi, kemudian melakukan pencarian prinsip pemecahan masalah yang cocok dan kombinasi dari prinsip pemecahan permasalahan tersebut.

Tahap perancangan bentuk atau wujud meliputi beberapa langkah perancangan, yaitu: langkah penguraian kedalam modul, pembentukan tataletak (*lay out*) awal dan penentuan tataletak jadi.

Sedangkan tahap perancangan detail merupakan tahap akhir dari proses perancangan yang berupa penampilan mengenai hasil perancangan dalam bentuk gambar lengkap, daftar komponen, spesifikasi bahan yang secara keseluruhan merupakan satu kesatuan dalam pembuatan mesin.

Dengan didasarkan pada tahapan tersebut diperoleh suatu varian yang sesuai untuk perancangan alat pengebor tanah yang meliputi: sumber tenaga, rangka, penyalur daya, sistem transmisi, mata bor dan ujung mata bor.

## BAHAN DAN METODA

Perancangan alat pengebor tanah

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Metode VDI 2221**

Berdasarkan metode VDI 2221 (Pahl dan Beitz, 1984) disusun daftar kehendak perancangan dan struktur fungsi dari rancangan yang akan dibuat.

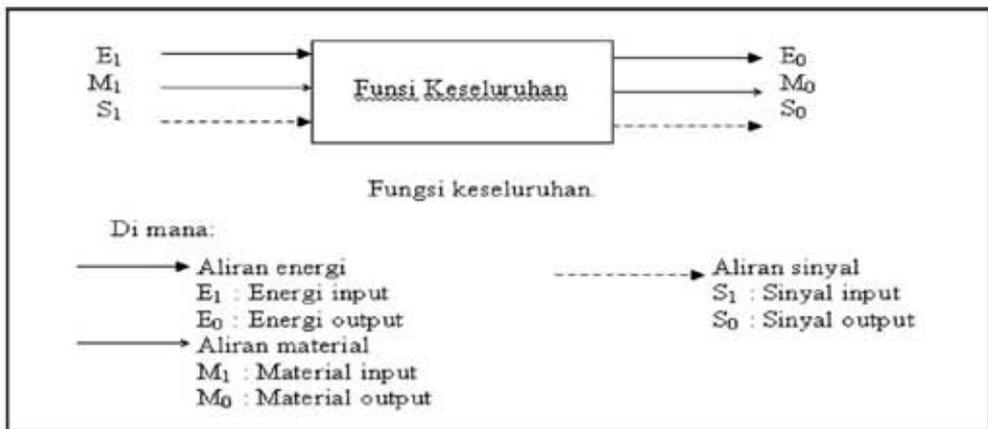
**Daftar Kehendak Perancangan**

Daftar kehendak rancangan adalah kumpulan kriteria perancangan yang terdiri dari *demand* dan *wishes*.

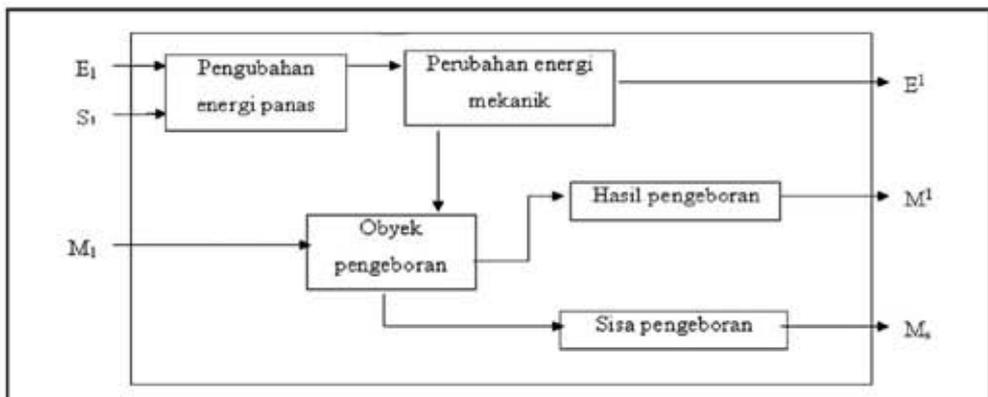
- a. Dimensi alat pengebor:
  - Panjang  $\leq 100$  cm
  - Lebar 40.86 – 75.18 cm
  - Tinggi 79.16 – 104.64 cm
- b. Motor penggerak yang digunakan adalah motor bensin dengan daya

- 3.25 HP dan memiliki kecepatan putar maksimum 5000 rpm.
- c. Sistem transmisi yang digunakan adalah *worm gear*.
- d. Jenis tanah yang akan dibor adalah jenis tanah gembur.
- e. Mata bor berbentuk spiral dengan diameter 30 cm.
- f. Dapat dioperasikan dengan kedua tangan.
- g. Komponen yang digunakan mudah dirakit dan tersedia di pasaran.

Proses selanjutnya adalah melakukan abstraksi yang digunakan untuk dapat memecahkan masalah utama yang berdasarkan pada pendapat dan ide yang dituangkan dalam perancangan dengan



Gambar 1. Fungsi keseluruhan



Gambar 2. Sub fungsi struktur fungsi.

Tabel 1. Prinsip solusi untuk sub fungsi

Prinsip solusi Sub fungsi	A	B	C	D
Motor penggerak	 Motor bensin	<del>Motor diesel</del>	<del>Motor listrik</del>	-
Rangka	 Pipa baja berlubang	 Pipa baja pejal	-	-
Penyalur daya	 Kopling sentrifugal	<del>Kopling tetap</del>	<del>Kopling tdk tetap</del>	-
Pengubah putaran	 Roda gigi cacing silindris	<del>Roda gigi kerucut lurus</del>	-	-
Penyambung	Pin	 Cak	-	-
Jenis mata bor	 Tipe helikal	 Tipe spiral	 Tipe iwan besar	<del> Tipe iwan kecil</del>
Ujung mata bor	 Besi berlubang	 Besi pejal	-	-

menghilangkan hal-hal yang bersifat khusus dan menekankan pada hal-hal yang bersifat umum. Hasil yang diperoleh adalah rancangan alat pengebor tanah sederhana yang dapat mengebor tanah dengan diameter 30 cm pada kedalaman 60 cm, yang memiliki performansi yang baik dan konstruksi yang kokoh dan nyaman dalam penggunaan.

### Struktur Fungsi

Struktur fungsi didefinisikan sebagai hubungan secara umum antara masukan dan keluaran dari suatu sistem teknik yang akan menjalankan suatu tugas tertentu. Sedangkan fungsi keseluruhan adalah kegunaan dari alat tersebut.

Lalu fungsi keseluruhan ini kemudian akan diuraikan menjadi beberapa sub

Tabel 2. Kombinasi prinsip solusi

Kombinasi prinsip solusi sub fungsi yang pertama				
Prinsip solusi / Sub fungsi	A	B	C	D
1. Motor penggerak				
2. Rangka				
3. Penyuluh daya				
4. Pengubah putaran				
5. Penyambung				
6. Jenis mata bor				
7. Ujung mata bor				

Kombinasi prinsip solusi sub fungsi yang kedua				
Prinsip solusi / Sub fungsi	A	B	C	D
1. Motor penggerak				
2. Rangka				
3. Penyuluh daya				
4. Pengubah putaran				
5. Penyambung				
6. Jenis mata bor				
7. Ujung mata bor				

fungsi yang mempunyai tingkat kesulitan yang lebih rendah. Sehingga sub fungsi merupakan suatu tugas yang harus dijalankan oleh komponen-komponen yang menyusun alat tersebut. Fungsi keseluruhan dan sub fungsi dari rancangan alat pengebor tanah dapat dilihat pada gambar 1 dan 2.

**Prinsip Solusi Untuk Sub Fungsi**

Setelah dibuat struktur fungsi keseluruhan dan sub fungsinya, maka selanjutnya dicari prinsip-prinsip solusi untuk memecahkan masalah yang dapat memenuhi sub fungsi tersebut. Metode yang digunakan dalam mencari prinsip solusi yaitu metode yang mengkombinasikan semua solusi yang ada dalam bentuk matriks.

Didalam matriks tersebut berisi sub-sub fungsi dari struktur fungsi dimana setiap sub-sub fungsi terdiri dari satu atau lebih solusi-solusi yang dapat dipilih dan dikombinasikan sehingga dapat diperoleh prinsip-prinsip solusi. Prinsip-prinsip solusi tersebut kemudian dievaluasi untuk mendapat prinsip yang optimum.

**Kombinasi Prinsip Solusi**

Langkah selanjutnya membuat kombinasi sehingga terbentuk suatu sistem yang paling menunjang. Kombinasi tersebut akan dibagi dalam beberapa varian-varian yang dapat dilihat pada tabel 2.

Dari hasil kombinasi prinsip solusi yang terdapat pada tabel kombinasi dihasilkan varian-varian yang paling menunjang sebagai berikut:

- Varian 1 : 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7A
- Varian 2 : 1A, 2A, 3A, 4A, 5B, 6B, 7B
- Varian 3 : 1A, 2B, 3A, 4A, 5A, 6C, 7A
- Varian 4 : 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6C, 7A
- Varian 5 : 1A, 2A, 3A, 4A, 5B, 6A, 7A
- Varian 6 : 1A, 2B, 3A, 4A, 5A, 6B, 7B
- Varian 7 : 1A, 2B, 3A, 4A, 5B, 6C, 7A
- Varian 8 : 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6B, 7B.

**Pemilihan Kombinasi Terbaik**

Pada langkah ini dilakukan penyeleksian terhadap varian-varian yang terdapat pada tabel kombinasi dengan menggunakan tujuh kriteria sebagai tolok ukurnya pada tabel 3. Dari hasil penyeleksian dengan cara mengeliminasi dan memilih berdasarkan tujuh kriteria

Tabel 3. Pemilihan varian konsep

TABEL SELEKSI									
Varian dievaluasi dengan kriteria sesuai							Keputusan tanda sesuai varian		
(+)							Ya		
(-)							Tidak		
(?)							Kekurangan informasi		
(!)							Periksa spesifikasi		
	Sesuai dengan fungsi, kesesuaian	Sesuai dengan daftar kebutuhan	Secara prinsip dapat diwujudkan	Dalam batasan biaya produksi	Pengertian tentang konsep memadai	Sesuai dengan keinginan pembuat	Memenuhi syarat kesamaan		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>Penjelasan</b>	<b>SV</b>
<b>V1</b>	+	-	+	+	+	-	+	Tidak sesuai	-
<b>V2</b>	+	+	+	+	+	+	+	Sesuai	+
<b>V3</b>	+	-	+	-	+	-	-	Tidak sesuai	-
<b>V4</b>	+	-	+	-	+	-	+	Tidak sesuai	-
<b>V5</b>	+	-	+	+	+	-	+	Tidak sesuai	-
<b>V6</b>	+	-	+	-	+	-	-	Tidak sesuai	-
<b>V7</b>	+	-	+	-	+	-	-	Tidak sesuai	-
<b>V8</b>	+	+	+	+	+	+	+	Sesuai	+

dari varian-varian yang ada, yang mampu memenuhi kriteria adalah varian 2 dan 8.

### Evaluasi

Setelah ditentukan varian-varian yang terbaik, maka dilakukan evaluasi pada kedua varian tersebut. Evaluasi meliputi penilaian teknis, keamanan, lingkungan, dan nilai-nilai ekonomis dengan bobot nilai kriteria evaluasi berdasarkan tingkat pengaruh yang berbeda-beda yang terlihat jelas dengan membuat diagram pohon obyektif yang dilengkapi dengan faktor pertimbangan dan bobot nilai dari

tiap kriteria. Nilai yang dicetak tebal merupakan bobot nilai berdasarkan tingkat pengaruhnya pada rancangan secara keseluruhan yang dibuat dalam kriteria-kriteria evaluasi yang mengacu pada parameter-parameter dari tiap-tiap kriteria tersebut.

Evaluasi dilanjutkan dengan memasukkan kriteria-kriteria evaluasi, bobot kriteria-kriteria evaluasi dan parameter-parameternya kedalam tabel evaluasi varian. Besarnya nilai setiap parameter dari masing-masing varian sebaiknya adalah harga nominal dengan menggunakan pedoman penilaian pada

Tabel 4. Daftar nilai parameter

SKALA NILAI			
Analisis nilai yang digunakan		Petunjuk VDI 2221	
Nilai	Arti	Nilai	Arti
0	Solusi yang sangat tidak berguna	0	Tidak memuaskan
1	Solusi yang sangat tidak memadai		
2	Solusi yang lemah	1	Agak baik
3	Solusi yang agak baik		
4	Solusi yang memadai	2	Memadai
5	Solusi yang memuaskan		
6	Solusi yang baik dengan sedikit kekurangan	3	Baik
7	Solusi yang baik		
8	Solusi yang sangat baik	4	Sangat baik
9	Solusi yang melebihi persyaratan		

tabel 4 dan menghitung nilai keseluruhan dari tiap varian menggunakan persamaan:

$$OWV = \sum_{i=1}^n W_i V_{ij} = \sum_{i=1}^n W V_{ij} \quad (1)$$

keterangan :

OWV = nilai keseluruhan varian

W<sub>i</sub> = bobot kriteria evaluasi i

V<sub>ij</sub> = nilai kriteria evaluasi varian V<sub>ij</sub>

Dari hasil evaluasi varian konsep maka didapat varian yang paling memenuhi syarat yaitu varian 2.

### Analisis Teknik

#### Ulir

Ulir atau *screw* biasanya terdiri dari sudu pemutar yang menempel pada poros dengan gerakan memutar. Menurut Khurmi dan Gupta (1982), besarnya sudut kenaikan *pitch* dari *screw* dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$\tan \alpha = \frac{P}{\pi d} \quad (2)$$

keterangan :

$\alpha$  = sudut kenaikan *screw*

p = panjang *pitch screw* (15 cm)

d = diameter *screw* (30 cm)

Besarnya sudut kenaikan ulir yang didapat adalah 9°.

Prinsip kerja yang terdapat pada *screw* sama dengan yang terdapat pada bidang miring, maka gaya yang bekerja untuk menaikkan beban dapat dipertimbangkan menjadi gaya horisontal seperti bidang miring. Gaya-gaya yang terjadi sepanjang lintasan yaitu :

$$P \cos \alpha = W \sin \alpha + \mu R_N \quad (3)$$

$$R_N = p \sin \alpha + W \cos \alpha \quad (4)$$

keterangan :

P = gaya keliling yang terjadi untuk menaikkan atau menurunkan beban

W = berat dari muatan yang akan dibawa

$\mu$  = koefisien gesek antara bidang *screw* dengan tanah

R<sub>N</sub> = gaya horisontal

Dengan mendistribusikan persamaan 3 kedalam persamaan 4, maka didapat:

$$P \cos \alpha = W \sin \alpha + \mu (p \sin \alpha + W \cos \alpha)$$

$$= W \sin \alpha + \mu P \sin \alpha + \mu W \cos \alpha$$

$$P \cos \alpha - \mu P \sin \alpha = W \sin \alpha + \mu W \cos \alpha$$

$$P (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) = W (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

Jika  $\mu = \tan \phi$ , maka  $\phi = \tan^{-1} \mu$

$$P = W \times \frac{(\sin \alpha + \tan \phi \cos \alpha)}{(\cos \alpha - \tan \phi \sin \alpha)}$$

$$P = W \times \frac{(\sin \alpha \cos \phi + \sin \phi \cos \alpha)}{(\cos \alpha \cos \phi - \sin \phi \sin \alpha)} \quad (4)$$

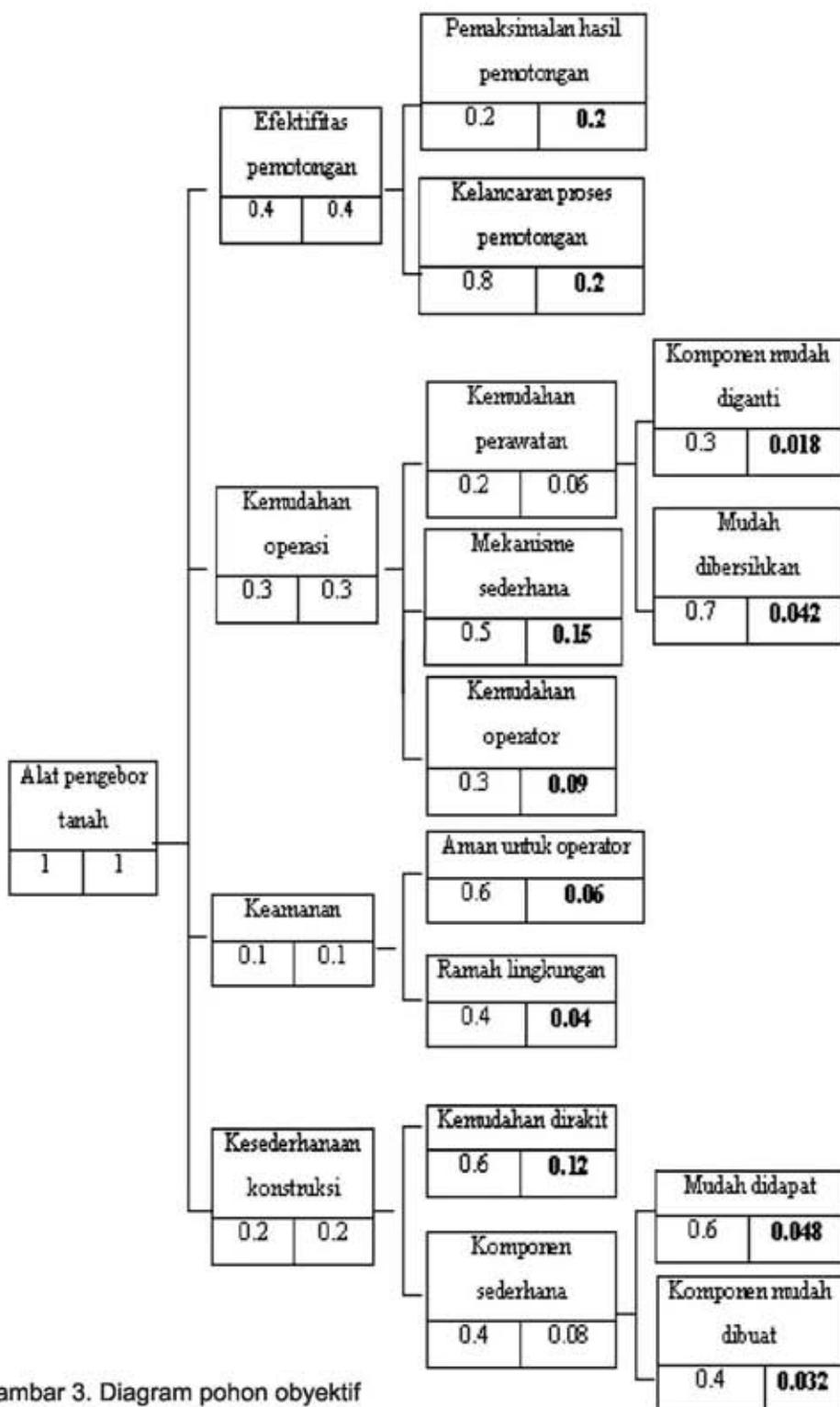
$$= W \times \frac{\sin(\alpha + \phi)}{\cos(\alpha + \phi)}$$

Sehingga :

$$\text{Torsi} = P \times \frac{d}{2} \quad (5)$$

$$T = W \tan(\alpha + \phi) \frac{d}{2} \quad (6)$$

Dengan memasukkan nilai W sebesar 150.36 N. Jadi torsi yang terjadi pada mata bor adalah 22.55 Nm



Gambar 3. Diagram pohon obyektif

**Motor**

Motor yang digunakan memiliki daya sebesar 2.43 kW, putaran motor pada saat bekerja adalah 3848 rpm dengan kecepatan sudut 402.96 rad/s

$$V.R. = \frac{N_w}{N_G} = \frac{Z_G}{Z_w} \quad (7)$$

Sehingga didapatkan torsi sebesar 6 Nm. Dengan perbandingan transmisi 1:10 maka torsi total menjadi sebesar 60 Nm.

**Kopling Sentrifugal**

Perhitungan perancangan kopling sentrifugal berdasarkan pendekatan Sularso dan Suga (1997). Diasumsikan spesifikasi yang ada pada kopling sentrifugal adalah:

Diameter bidang kontak kopling (D)=0.08065 m

Bahan gesek = asbes tenun  
Keadaan kerja kopling kering (tanpa pelumasan)

Koefisien gesek = 0.3

Massa kampas kopling (m) = 0.25 kg

Dengan spesifikasi kopling diatas maka perhitungan perencanaan kopling sentrifugal dapat dilakukan berdasarkan gambar 4. Berdasarkan perhitungan diagram alir gambar 4 maka gaya sentrifugal pada kopling sebesar 132.67 kg, gaya tekan pada permukaan kontak 10966.73 kg/m, tekanan kontak dari permukaan kopling 29482.22 kg/m<sup>2</sup> dan torsi untuk memutar mangkok kopling sebesar 0.23 kgm.

**Roda gigi cacing silindris**

Perbandingan transmisi:

$$T = \frac{\text{Daya}}{\text{Kecepatan Sudut}} \quad (8)$$

keterangan :

V.R.= Perbandingan transmisi

N<sub>w</sub> = Jumlah putaran cacing (rpm)

N<sub>G</sub> = Jumlah putaran roda cacing (rpm)

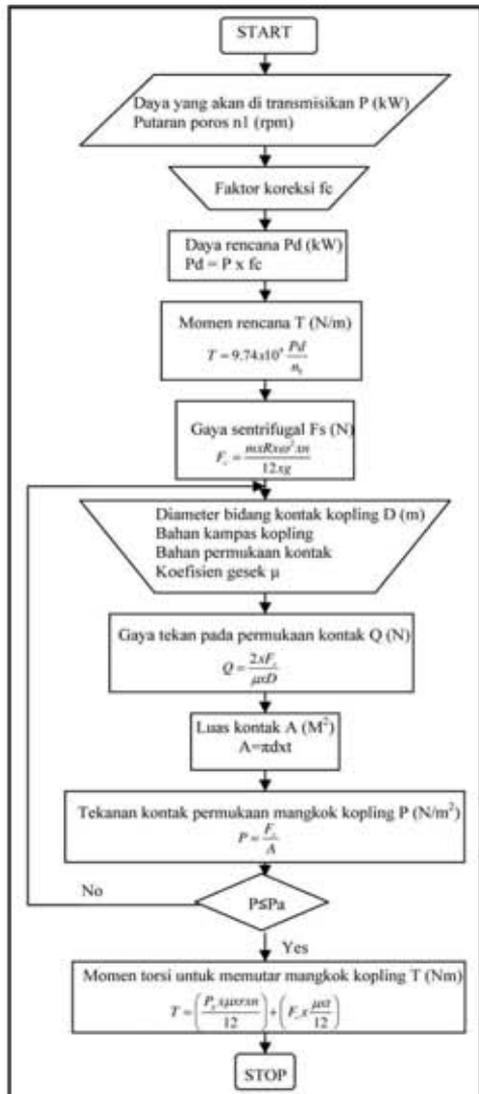
Z<sub>G</sub> = Jumlah gigi roda cacing

Z<sub>w</sub> = Jumlah gigi cacing

Karena perbandingan transmisi yang diinginkan adalah 10:1 maka jumlah ulir cacing=3 dan jumlah gigi roda cacing=30. Efisiensi dari roda cacing adalah 84%.

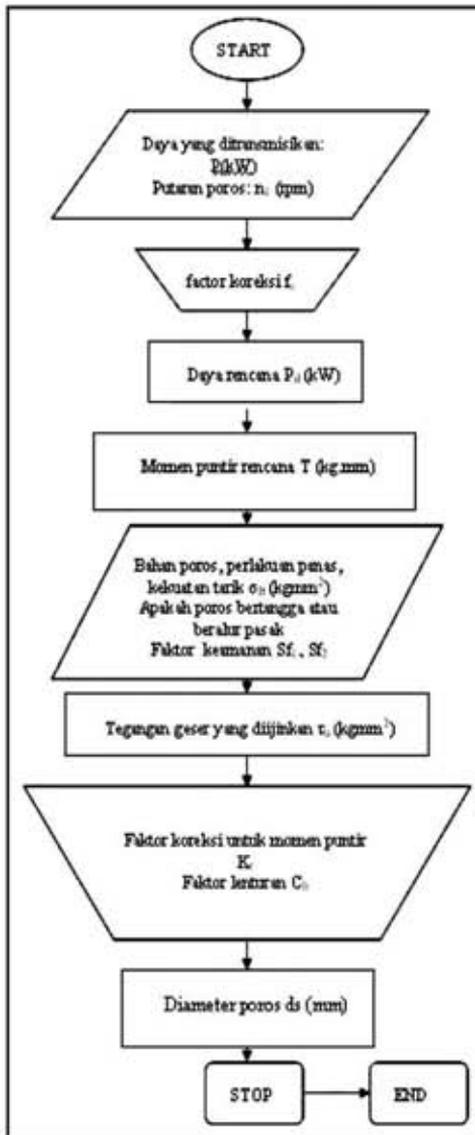
**Poros**

Poros merupakan bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir setiap mesin meneruskan daya dengan putaran melalui poros. Pada perancangan



Gambar 4. Diagram alir perencanaan kopling sentrifugal (Sularso dan Suga,1997 dan Charmichel, 1950).

alat pengebor tanah bagian poros yang dihitung adalah poros yang menghubungkan kopling dengan roda gigi cacing silindris, poros yang menghubungkan roda gigi cacing dengan mata bor dan poros mata bor. Penghitungan poros dilakukan dengan menggunakan persamaan dan diagram Sularso dan Suga (1997) dan dapat dilihat pada diagram alir pada gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir penghitungan poros

Dengan memasukkan nilai koreksi sebesar 1-1.5, kekuatan tarik sebesar 48 kg/mm<sup>2</sup>,  $K_1=3$ ,  $C_b=1$ , faktor keamanan  $Sf_1=6$  dan  $Sf_2=3$  untuk poros yang menghubungkan kopling dan roda gigi cacing maka didapatkan diameter poros yang memenuhi keamanan adalah 17.5 mm, sedangkan untuk perancangan digunakan poros dengan diameter 18 mm. Sedangkan untuk poros yang menghubungkan roda gigi cacing ke mata bor dan poros mata bor, nilai koreksi yang digunakan adalah 1.2, kekuatan tarik sebesar 53 kg/mm<sup>2</sup>,  $K_1=1.5$ ,  $C_b=2$ , faktor keamanan  $Sf_1=6$  dan  $Sf_2=2$  maka didapatkan diameter poros yang memenuhi keamanan sebesar 2.2 cm dan 2.8 cm. Untuk perancangan digunakan poros dengan diameter 2.5 cm untuk poros antara roda gigi cacing dan mata bor sedangkan untuk poros mata bor digunakan poros dengan diameter 4.05 cm.

### Analisis Fungsional dan Analisis Struktural

Analisis fungsional dan struktural dilakukan pada bagian utama alat pengebor tanah terdiri dari rangka, motor penggerak, penyalur daya, sistem transmisi, mata bor dan ujung mata bor.

### Rangka

Rangka merupakan tempat dudukan untuk motor, sistem transmisi dan pegangan untuk operator. Rangka terbuat dari besi pipa dengan diameter 2.54 cm, besi siku dengan lebar 4 cm untuk dudukan motor dan sistem transmisi.

Menurut Suma'mur (1985) tinggi siku dan lebar bahu orang Indonesia adalah 97.8 cm dan 39.6 cm. Berdasarkan data tersebut maka dibuat rangka dengan tinggi 97.8 cm, lebar 39.6 cm dan panjang 100 cm. Gambar dari rangka dapat dilihat pada gambar 6.

### Motor Penggerak

Motor merupakan sumber penggerak.

Tabel 5. Evaluasi varian konsep

Kriteria evaluasi			Parameter		Varian 2			Varian 8		
No	Keterangan	W	Keterangan	Unit	Tingkat	Nilai	Bobot	Tingkat	Nilai	Bobot
1	Pemaksimalan hasil potongan	0.2	Kualitas pemotongan baik	-	Baik	7	1.4	Baik	7	1.4
2	Kelancaran proses pemotongan	0.2	Berjalan lancar	-	Baik	7	1.4	Baik	7	1.4
3	Kemudahan mengganti komponen	0.018	Kerumitan	-	Baik	7	0.126	Baik	7	0.126
4	Kemudahan untuk dibersihkan	0.042	Kerumitan	-	Baik	7	0.294	Baik	7	0.294
5	Kesederhanaan mekanisme	0.15	Sederhana	-	Baik	7	1.05	Baik	6	0.9
6	Kemudahan operator	0.09	Mudah dijalankan	-	Baik	7	0.63	Baik	7	0.63
7	Keamanan operator	0.06	Aman	-	Baik	6	0.36	Baik	6	0.36
8	Ramah lingkungan	0.04	Tidak polusi	-	Baik	6	0.24	Baik	6	0.24
9	Kemudahan merakit	0.12	Mudah dirakit	-	Baik	7	0.84	Baik	6	0.72
10	Kemudahan mendapatkan komponen	0.048	Mudah didapat dipasaran	-	Baik	7	0.336	Baik	6	0.288
11	Kemudahan membuat komponen	0.032	Pengerjaan komponen mudah	-	Baik	7	0.224	Baik	6	0.192
		$\Sigma W_1=1$		-		$\Sigma V_2$ =75	$\Sigma VW_2$ = 6.9		$\Sigma V_8$ =71	$\Sigma VW_8$ = 6.55

Tabel 6. Kecepatan putar mata bor pada rpm motor berbeda

No	Rpm motor	Rpm mata bor
1	2000	0
2	3000	265
3	4000	355
4	5000	456

Motor yang digunakan adalah motor bensin 2 tak merk Robin E086H dengan daya 2.43 kW dan putaran maksimum 5000 rpm.

**Penyalur daya**

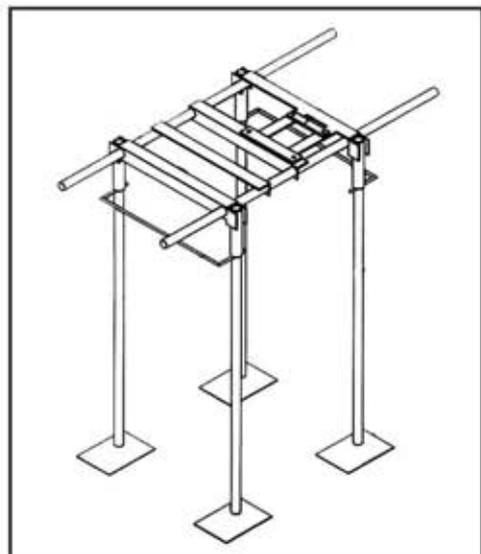
Penyalur daya berfungsi untuk menyalurkan dan memutus daya putaran dari motor ke sistim transmisi. Penyalur daya yang digunakan adalah kopling sentrifugal. Kopling ini bekerja secara otomatis.

**Sistim transmisi**

Sistim transmisi mereduksikan putaran yang dihasilkan kopling sentrifugal sesuai dengan putaran yang diinginkan. Sistem transmisi yang digunakan adalah roda gigi cacing silindris yang memiliki perbandingan putaran 10:1.

**Mata bor**

Mata bor berfungsi untuk membuat lubang tanam dengan daya putaran. Mata bor yang digunakan berbentuk spiral dengan diameter 30 cm, jarak antar gang 15 cm, dan panjang ulir 30 cm. Daun mata bor terbuat dari besi plat dengan tebal 0.4 cm dan porosnya terbuat dari besi pipa dengan diameter 4.05 cm. Panjang total mata bor adalah 80 cm.



Gambar 6. Desain rangka alat pengebor tanah.



Tampak Samping Kanan



Tampak Samping Kiri



Gambar 7. Alat pengebor tanah.

### Ujung mata bor

Ujung mata bor berfungsi sebagai penanda pengeboran dan mempermudah mata bor menembus tanah. Ujung mata bor terbuat dari besi pejal dengan diameter 4.05 cm yang diruncingkan.

### Alat pengebor tanah

Gambar dari alat pengebor yang dirancang dapat dilihat pada gambar 7.

### Uji fungsional

Metode pengujian yang dilakukan adalah metode uji fungsional, yaitu untuk mengetahui fungsi dari bagian-bagian mesin apakah dapat menjalankan fungsi sesuai dengan rancangan atau tidak.

Pengujian dilakukan dengan menghidupkan alat pengebor tanah dan mengukur kecepatan putar dari motor dan mata bor menggunakan alat *tachometer*. Pengujian dilakukan pada beberapa kecepatan putaran motor yang berbeda-beda. Hasil rata-rata dari pengujian kecepatan putar motor dan mata bor dapat dilihat pada tabel 6. Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa kecepatan putar mata bor berkisar antara 265-456 rpm.

Selain itu pengujian juga dilakukan dilahan. Dari hasil pengujian alat pengebor tanah didapatkan diameter lubang tanam yang dihasilkan berkisar antara 35-45 cm dan kedalaman pengeboran berkisar antara 50-60 cm.

Kendala yang dihadapi dalam pembuatan lubang tanam dengan menggunakan alat pengebor ini adalah getaran yang dirasakan sangat besar dan bentuk rangka yang menyulitkan operator dalam penggunaan alat pengebor tanah sehingga menimbulkan ketidaknyamanan bagi operator. Selain itu sudut mata bor yang cenderung rata dengan tanah juga menyulitkan mata bor untuk menembus tanah.

### KESIMPULAN

Pada proses perancangan telah dihasilkan alat pengebor tanah mekanis yang memiliki bagian utama : rangka, motor penggerak, penyalur daya, sistem transmisi, mata bor dan penyangga rangka yang memenuhi metode VDI 2221 (Pahl dan Beitz, 1984).

Dari hasil pengujian alat pengebor tanah diameter lubang tanam hasil pengeboran rata-rata bekisar antara 35-45 cm, dengan hasil kedalaman pengeboran berkisar antara 50-60 cm.

Uji struktural akan dilakukan setelah uji fungsional alat pengebor memenuhi syarat setelah beberapa perbaikan prototipe alat pengebor telah dikerjakan dan memenuhi standar pabrikasi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ika Widyastuti 2005. Desain Sistim Transmisi Alat Pengebor Tanah Untuk Membuat Lubang Tanam dengan Menggunakan Metode Perancangan Pahl dan Beitz (1984). Skripsi Fateta, IPB.
- Krur, Stephen F., dan J. W. Oswald. 1990. *Technology of Machine Tool*, 4th Edition. Mc Graw-Hill, Inc., New York, USA.
- Lia Antik Kurniawati 2005. Desain Alat Untuk Membuat Lubang Tanam dengan Menggunakan Metode Pahl dan Beitz (1984). Skripsi Fateta, IPB.
- Morgan, K. 1989. Penerapan Asas Ergonomi pada Desain Alat dan Mesin untuk Efisiensi, Kenyamanan dan Keselamatan Kerja. Paper. Jurusan Mekanisasi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Pahl, Gerhard and Wolfgang Beitz. 1984. *Engineering Design*, First English Edition, The Design Council, London and Springer, Berlin.

- Sularso dan K. Suga. 1997. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Pradya Paramitha. Jakarta.
- Suma'mur, P. K. 1985. Ukuran Anthropometri Tenaga Kerja Indonesia yang Dianjurkan untuk Dipergunakan. Pusat HIPERKES, Departemen Tenaga Kerja, Jakarta.
- Smyth, A.J. 1966. The Selection of Soil for Cocoa. FAO, Rome.
- Wesley, L. D. 1973. Mekanika Tanah. Badan penelitian Pekerjaan Umum. Jakarta.