

## SIMULASI DETERMINISTIK DALAM PERENCANAAN KEBUTUHAN DAYA ENGINE MESIN PENYIANG JAGUNG TIPE IRRI-M7<sup>1</sup>

Santosa<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Penelitian tentang simulasi deterministik untuk perencanaan kebutuhan daya engine mesin penyang telah dilaksanakan di Laboratorium Manajemen dan Mesin Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Andalas.

Dari pengukuran parameter teknis dari mesin penyang, diperoleh kecepatan operasi sebesar 0,35 m/detik, kapasitas kerja teoritis sebesar 0,0882 ha/jam, kapasitas kerja efektif sebesar 0,0826 ha/jam, efisiensi lapang sebesar 93,635, dan nilai slip roda alat penyang sebesar 40,6 %.

Untuk melakukan perencanaan kebutuhan daya engine mesin penyang pada berbagai kecepatan operasi dan jenis tanah di Sumatera Barat, maka dilakukan simulasi, dengan menggunakan data kondisi tanah lembab, kedalaman penyang 6 cm, lebar kerja penyang 70 cm, berat total mesin 104 kg, efisiensi penerusan daya dari engine ke pisau penyang sebesar 65 %, dan efisiensi penerusan daya dari engine ke roda penggerak sebesar 71 %, maka diperoleh hasil sebagai berikut dengan hasil : (a) pada kecepatan kerja 0,4 m/detik, besarnya kebutuhan daya engine pada tanah podsolik merah kuning, regosol, dan latosol berturut-turut 3,25; 3,73; dan 4,22 HP, serta (b) pada kecepatan kerja 2,6 m/detik, besarnya kebutuhan daya engine pada tanah podsolik merah kuning, regosol, dan latosol berturut-turut 4,75; 4,81; dan 5,29 HP.

### I. Pendahuluan

Jagung merupakan tanaman pangan di Indonesia yang terpenting setelah padi. Peningkatan kebutuhan jagung untuk bahan pangan, bahan pakan ternak, dan bahan baku industri mendorong untuk dilakukannya budidaya jagung secara intensif dan ekstensif. Dalam hal ini, teknik pertanian diharapkan ikut berperan serta, misalnya dengan menyediakan mesin penyang yang handal untuk mensukseskan budidaya jagung di Indonesia.

BALITSEREAL Maros, Sulawesi Selatan telah mengembangkan mesin penyang jagung tipe IRRI-M7, yang keberadaannya dikaji pula di BPTP Sumatera Barat. Untuk itu perlu dilakukan kajian teknis tentang mesin tersebut, serta dilakukan simulasi untuk menghitung kebutuhan daya motor bakarnya, sehingga bisa disesuaikan berdasarkan kondisi lapang (jenis tanah) serta kecepatan operasional yang memungkinkan.

Beberapa masalah dapat dirumuskan sebagai berikut : (1) Parameter teknis mesin penyang yang meliputi kecepatan aktual, kapasitas kerja teoritis, kapasitas kerja aktual,

<sup>1</sup> Makalah Seminar Dana Rutin Lembaga Penelitian Universitas Andalas tahun 2004, pada tanggal 27 – 28 September 2004 di Padang

<sup>2</sup> Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Andalas



efisiensi lapang, dan slip roda perlu diketahui untuk menilai unjuk kerja mesin, (2) Perencanaan kebutuhan daya pada *engine* mesin pengiang bisa dilakukan berdasarkan kebutuhan daya untuk memutar pisau penyang, dan daya untuk mengatasi tahanan guling roda, serta memperhitungkan besarnya daya yang hilang pada proses penerusan daya dari engine menuju ke roda dan pisau penyang.

## II. Tinjauan Pustaka

Prinsip kerja dari penyang secara umum adalah membersihkan lahan dari semua tumbuhan pengganggu dengan suatu operasi tanah secara dangkal, yaitu kurang lebih 3 hingga 5 cm, sehingga mudah dilakukan pembongkaran dan penarikan gulma (Wiratmoko, 1983).

Penyang bertujuan untuk memberantas gulma. Gulma merupakan tanaman yang tidak dikehendaki keberadaannya pada tanaman jagung, karena gulma dapat berkompetisi dengan tanaman jagung sehingga berpotensi untuk menurunkan hasil tanaman jagung (Lakitan, 1995). Gulma merupakan penyebab utama kehilangan hasil lewat persaingan untuk mendapatkan cahaya matahari, air, nutrisi, CO<sub>2</sub>, ruang, dan lain – lain (Moenandir, 1993). Pertumbuhan jagung akan mencapai optimal jika tidak terjadi persaingan dengan gulma dalam pemanfaatan unsur hara, terutama pada fase pertumbuhan awal (Sudaryono, Taufik dan Prayitno, 1996).

Menurut Purwadi (1990) dalam Santosa (2004), tujuan utama penyang atau pendangiran tanaman adalah : (a) menahan lengas dengan membasmi gulma, melonggarkan mulsa pada permukaan tanah, dan menahan air hujan, (b) mengembangkan bahan makan tanaman, (c) aerasi tanah yang memungkinkan oksigen masuk ke dalam tanah, serta (d) meningkatkan kegiatan jasad renik (mikroorganisme).

## III. Metode Penelitian

### 3.1 Parameter Teknis Mesin Penyang

#### 3.1.1 Kecepatan Aktual

$$V = S / t \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

V = Kecepatan aktual (m/detik)

S = Panjang lintasan (m)

T = Waktu tempuh (detik)

#### 3.1.2 Kapasitas Kerja Teoritis

$$Kt = 0,36 \times V \times w \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

Kt = Kapasitas kerja teoritis (ha/jam)

V = Kecepatan kerja (m/detik)

W = Lebar kerja penyang (m)

#### 3.1.3 Kapasitas Kerja Efektif

$$Ke = A / T \dots\dots\dots(3)$$

Dengan :

Ke = Kapasitas kerja efektif (ha/jam)

A = Luas petakan (hektar)

T = Total waktu pengoperasian (jam)

### 3.1.4 Efisiensi Lapang

$$E = Kc / Kt \times 100 \% \dots\dots\dots(4)$$

Dengan E = Efisiensi kerja lapang (%)

### 3.1.5 Slip Roda

$$S = (\pi \cdot D \cdot N - L) / (\pi \cdot D \cdot N) \times 100 \% \dots\dots\dots(5)$$

Dengan :

S = slip roda (%)

D = Diameter roda (m)

N = Banyaknya putaran roda

L = Jarak yang ditempuh oleh mesin penyang pada saat roda berputar N kali (m)

## 3.2 Simulasi Deterministik

Simulasi ini dilakukan untuk mendapatkan perencanaan kebutuhan daya engine mesin penyang pada berbagai kecepatan operasi dan jenis tanah di Sumatera Barat. *Software* yang digunakan adalah Visual Basic 6.0.

Perhitungan yang dilakukan meliputi perhitungan daya penyang, daya untuk mengatasi tahanan guling roda, dan daya engine, sebagai berikut :

$$P_1 = Ts \times d \times l \times RPM \times 2 \pi / (60 \times 75) \dots\dots\dots(6)$$

dengan :

$P_1$  = Daya penyang (HP)

$T_s$  = Torsi spesifik pemotongan tanah ( $kg \cdot m / cm^2$ )

D = Kedalaman penyang (cm)

l = Lebar kerja penyang (cm)

RPM = Frekuensi putaran pisau penyang tiap menit

$$P_2 = C_r \times w \times V / 75 \dots\dots\dots(7)$$

dengan :

$P_2$  = Daya untuk mengatasi tahanan guling roda (HP)

$C_r$  = Koefisien tahanan guling roda

w = Berat total mesin (kg)

V = Kecepatan maju mesin (m/detik)

$$P_3 = (P_1 / E_p) + (P_2 / E_w) \dots\dots\dots(8)$$

dengan :

$P_3$  = Daya *engine* (HP)

$E_p$  = Efisiensi penerusan daya dari *engine* ke pisau penyang

$E_w$  = Efisiensi penerusan daya dari *engine* ke pisau roda penggerak

## IV. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Kecepatan Aktual

Dari hasil pengukuran jarak tempuh dan waktu tempuh, diperoleh kecepatan operasional mesin penyang jagung, seperti yang disajikan pada Tabel 1.



Tabel 1. Hasil Pengukuran Kecepatan Operasional Mesin Penyang Jagung

Ulangan	Jarak tempuh (m)	Waktu tempuh (detik)	Kecepatan (m/detik)
1	280	841,82	0,33
2	280	743,94	0,37
Rata-rata			0,35

#### 4.2 Kapasitas Kerja Teoritis

Dari hasil pengukuran kecepatan kerja dan lebar kerja, diperoleh kapasitas kerja teoritis mesin penyang jagung, seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kapasitas Kerja Teoritis Mesin Penyang Jagung

Ulangan	Kecepatan (m/detik)	Lebar kerja(meter)	Kapasitas kerja teoritis (ha/jam)
1	0,33	0,70	0,08316
2	0,37	0,70	0,09324
Rata-rata			0,0882

#### 4.3 Kapasitas Kerja Efektif

Dari hasil pengukuran luas petakan dan total waktu pengoperasian mesin penyang, kecepatan kerja dan lebar kerja, diperoleh kapasitas kerja efektif, seperti yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kapasitas Kerja Efektif Mesin Penyang Jagung

Ulangan	Luas petakan (hektar)	Total waktu pengoperasian (jam)	Kapasitas kerja efektif (ha/jam)
1	0,0196	0,2521	0,0777
2	0,0196	0,2241	0,0875
Rata-rata			0,0826

#### 4.4 Efisiensi Lapang

Dari hasil perhitungan kapasitas kerja efektif dan kapasitas kerja efektif mesin penyang jagung, diperoleh nilai efisiensi lapang, seperti yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Efisiensi Lapang Mesin Penyang Jagung

Ulangan	Kapasitas kerja efektif (ha/jam)	Kapasitas kerja teoritis (ha/jam)	Efisiensi kerja lapang (%)
1	0,0777	0,08316	93,43
2	0,0875	0,09324	93,84
Rata-rata			93,635

#### 4.5 Slip Roda

Dari hasil pengamatan banyaknya putaran roda dan jarak yang ditempuhnya, maka diperoleh nilai slip roda mesin penyang, seperti yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Slip Roda Mesin Penyang Jagung

Ulangan	Banyaknya putaran roda	Jarak yang ditempuh pada saat roda berputar N kali (m)	Slip roda (%)
1	10	8,9	40,1
2	10	9,1	41,1
Rata-rata			40,6

#### 4.6 Simulasi

Data sifat mekanis tanah berupa nilai torsi spesifik pemotongan tanah, dipakai data sebagaimana yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Torsi Spesifik Tanah di Sumatera Barat

No.	Jenis tanah, bahan induk, topografi / fisiografi	Torsi Spesifik (kg.m/cm <sup>2</sup> )	
		Lembab	Basah
1.	Alluvial (bahan aluvial, dataran)	0,0171	0,0152
2.	Andosol (batuan beku, dataran)	0,0180	0,0167
3.	Andosol (batuan beku, vulkan)	0,0216	0,0178
4.	Latosol (batuan beku, vulkan)	0,0189	0,0167
5.	Latosol dan Litosol (bahan beku endapan dan metamorf, pegunungan)	0,0204	0,0165
6.	Podsolik Merah Kuning (bahan endapan dan beku, pegunungan lipatan)	0,0165	0,0178
7.	Regosol (bahan aluvial, dataran)	0,0223	0,0164
8.	Regosol & Latosol (batuan beku, vulkan)	0,0196	0,0177

Sumber : Suprodjo (1980) dalam Santosa (2004)

Pada simulasi ini dicobakan pada lahan lembab, dengan nilai torsi spesifik sebagai berikut : (a) tanah podsolik merah kuning = 0,0165 kg.m/cm<sup>2</sup>, mewakili nilai torsi spesifik minor, (b) tanah regosol = 0,0196 kg.m/cm<sup>2</sup>, mewakili nilai torsi spesifik medium, dan (c) tanah latosol = 0,0223 kg.m/cm<sup>2</sup>, mewakili nilai torsi spesifik major.

Pada proses simulasi, digunakan data kecepatan 0,4 m/detik dan yang sebagaimana yang dipakai oleh Santosa (2003) yaitu dari 0,8 m/detik sampai dengan 2,6 m/detik, dengan interval 0,2 m/detik.

Nilai koefisien tahanan guling didasarkan pada Tabel 7. Dari tabel tersebut diambil nilai koefisien tahanan guling untuk tanah podsolik merah kuning, tanah regosol, dan tanah latosol adalah berturut-turut 0,35; 0,25; dan 0,25.



Tabel 7. Nilai Koefisien Tahanan Guling Berbagai Kondisi Lahan

No.	Lahan	Koefisien Tahanan Guling
1.	Wet and heavy clay soils (sinkage)	0,3 – 0,4
2.	Plowed sandy loam field	0,2 – 0,3
3.	Loose sand	0,1 – 0,3
4.	Firm & dry stubble field	0,05 – 0,1
5.	Concrete	0,01 - 0,04

Sumber : Fatemeta, IPB (1978) dalam Santosa (2004)

Tampilan pemasukan data, disajikan pada Gambar 1, sedangkan tampilan keluaran program disajikan pada Gambar 2. *List* program disajikan pada Lampiran 1.

Torsi spesifik (kg.m/cm <sup>2</sup> )	0.0165	
Kedalaman penyiangan (cm)	6	
Lebar kerja penyiangan (cm)	70	<b>Jalankan</b>
Frekuensi putaran pisau penyiang/ menit	200	
Koefisien tahanan guling roda	0.35	<b>Hapus</b>
Berat total mesin (kg)	104	
Kecepatan maju mesin (m/detik)	0.4	
Efisiensi ke pisau penyiang	0.65	<b>Selesai</b>
Efisiensi ke roda penggerak	0.71	
Daya engine (HP)		

Gambar 1. Tampilan Pemasukan Data

Torsi spesifik (kg.m/cm <sup>2</sup> )	0.0165	
Kedalaman penyiangan (cm)	6	
Lebar kerja penyiangan (cm)	70	<b>Jalankan</b>
Frekuensi putaran pisau penyiang/ menit	200	
Koefisien tahanan guling roda	0.35	<b>Hapus</b>
Berat total mesin (kg)	104	
Kecepatan maju mesin (m/detik)	0.4	
Efisiensi ke pisau penyiang	0.65	<b>Selesai</b>
Efisiensi ke roda penggerak	0.71	
Daya engine (HP)	3.250691	

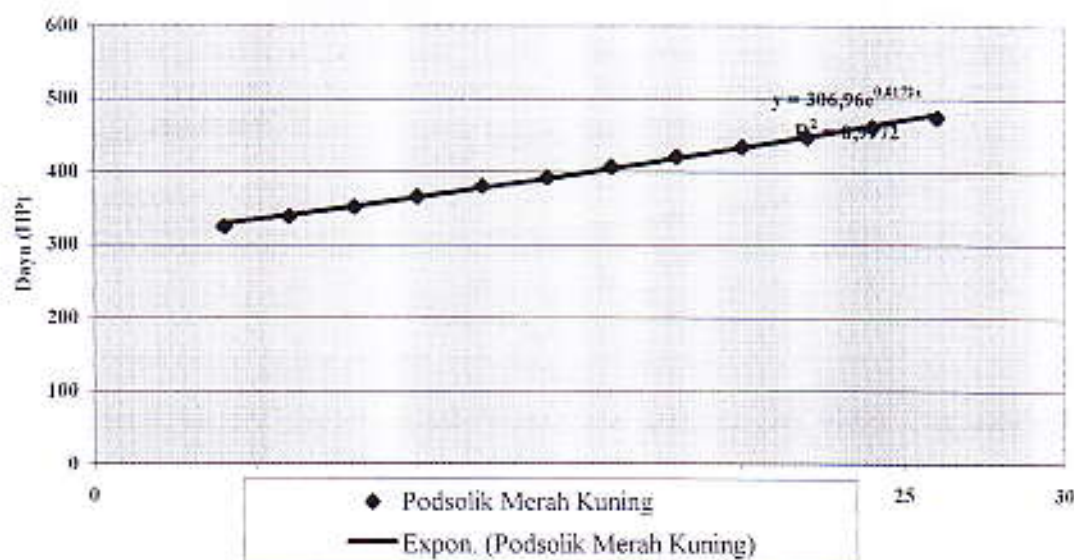
Gambar 2. Tampilan Keluaran Program

Hasil simulasi ditabelkan, disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Simulasi Perencanaan Daya *Engine* Mesin Penyang (dalam HP), Kondisi Tanah Lembab

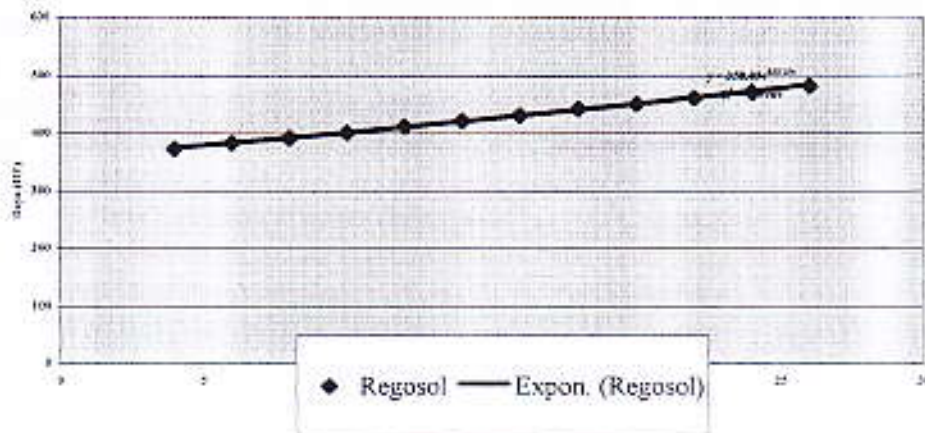
No.	Kecepatan Kerja (m/detik)	Podsolik Merah Kuning	Regosol	Latosol
1	0,4	3.25	3.73	4.22
2	0,6	3.39	3.83	4.32
3	0,8	3.52	3.93	4.41
4	1,0	3.66	4.02	4.51
5	1,2	3.80	4.12	4.61
6	1,4	3.93	4.22	4.71
7	1,6	4.07	4.31	4.81
8	1,8	4.21	4.42	4.90
9	2,0	4.34	4.51	5.00
10	2,2	4.48	4.61	5.10
11	2,4	4.62	4.71	5.20
12	2,6	4.75	4.81	5.29

Dari Tabel 8 tersebut dapat disajikan dalam bentuk grafik, yang disajikan pada Gambar 3, 4, dan 5 (sumbu - X dikalikan 10 dan sumbu Y dikalikan 100).

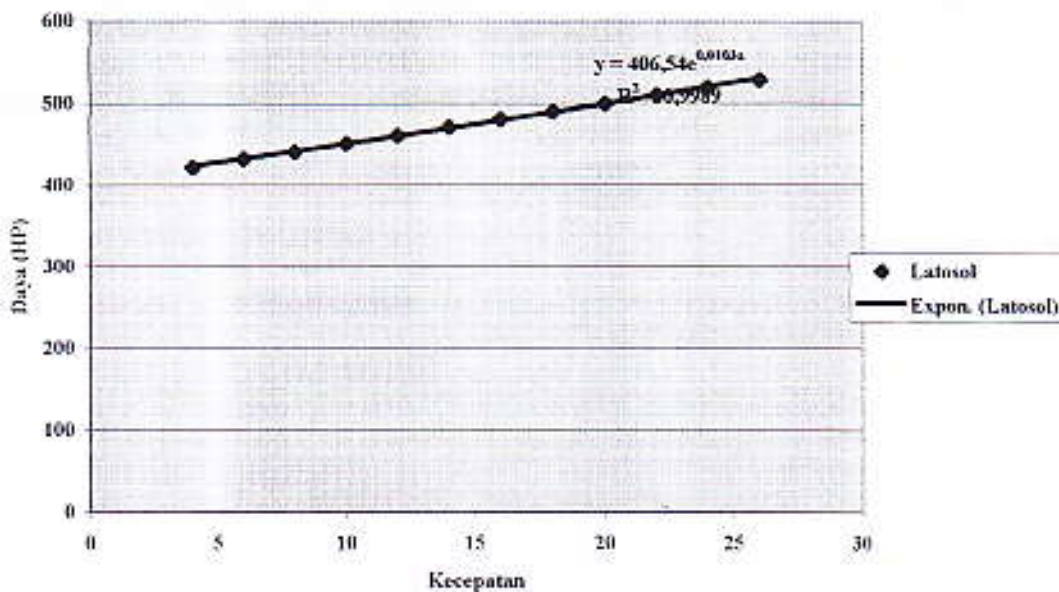


Gambar 3. Grafik Hasil Simulasi Perencanaan Daya *Engine* Mesin Penyang untuk Tanah Podsolik Merah Kuning





Gambar 4. Grafik Hasil Simulasi Perencanaan Daya *Engine* Mesin Penyiang untuk Tanah Regosol



Gambar 5. Grafik Hasil Simulasi Perencanaan Daya *Engine* Mesin Penyiang untuk Tanah Latosol

Dari simulasi, dengan menggunakan data kondisi tanah lembab, kedalaman penyiangan 6 cm, lebar kerja penyiangan 70 cm, berat total mesin 104 kg, efisiensi penerusan daya dari *engine* ke pisau penyiang sebesar 65 %, dan efisiensi penerusan daya dari *engine* ke roda penggerak sebesar 71 %, maka diperoleh hasil sebagai berikut : (a) pada kecepatan kerja 0,4 m/detik, besarnya kebutuhan daya engine pada tanah podsolik merah kuning, regosol, dan latosol berturut-turut 3,25; 3,73; dan 4,22 HP, serta (b) pada kecepatan kerja 2,6 m/detik, besarnya kebutuhan daya engine pada tanah podsolik merah kuning, regosol, dan latosol berturut-turut 4,75; 4,81; dan 5,29 HP.



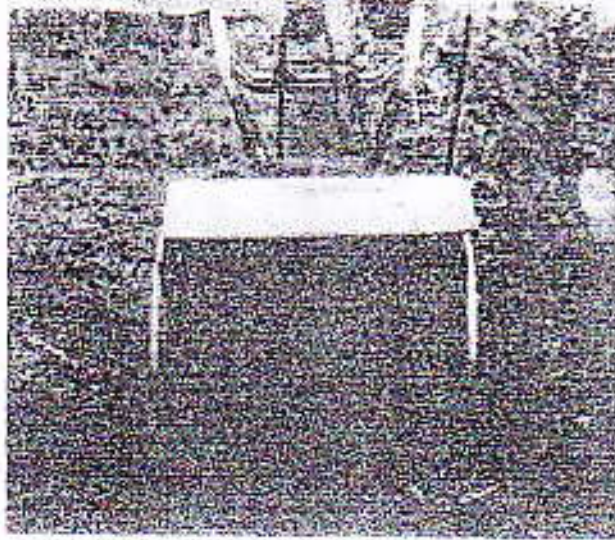
Sebagai pembandingan, apabila pisau penyang tidak bergerak berputar tetapi lurus ke depan, maka besarnya gaya untuk memotong tanah setiap unit luas penampang dinyatakan sebagai draft spesifik, yang nilainya disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Draft Spesifik Pemotongan Tanah pada Lahan di Sumatera Barat

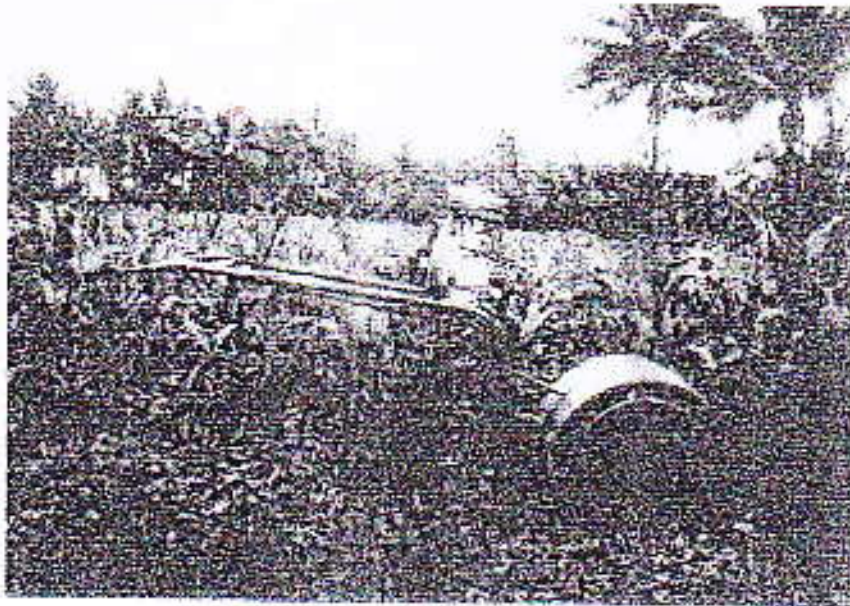
No.	Jenis tanah, bahan induk, topografi / fisiografi	Draft Spesifik Pembajakan ( $\text{kg/cm}^2$ )	
		Lembab	Basah
1.	Alluvial (bahan aluvial, dataran)	0,342	0,467
2.	Andosol (batuan beku, dataran)	0,333	0,504
3.	Andosol (batuan beku, vulkan)	0,340	0,397
4.	Latosol (batuan beku, vulkan)	0,826	0,032
5.	Latosol dan Litosol (bahan beku endapan dan metamorf, pegunungan)	0,826	1,090
6.	Podsolik Merah Kuning (bahan endapan dan beku, pegunungan lipatan)	1,087	0,936
7.	Regosol (bahan aluvial, dataran)	0,263	0,360
8.	Regosol & Latosol (batuan beku, vulkan)	0,273	0,307

Sumber : Suprodjo (1980) dalam Santosa (2004)

Beberapa gambar dokumentasi diperlihatkan pada Gambar 6, 7, 8, dan 9.



Gambar 6. Mesin Penyiang IRRI-M7Tampak Depan

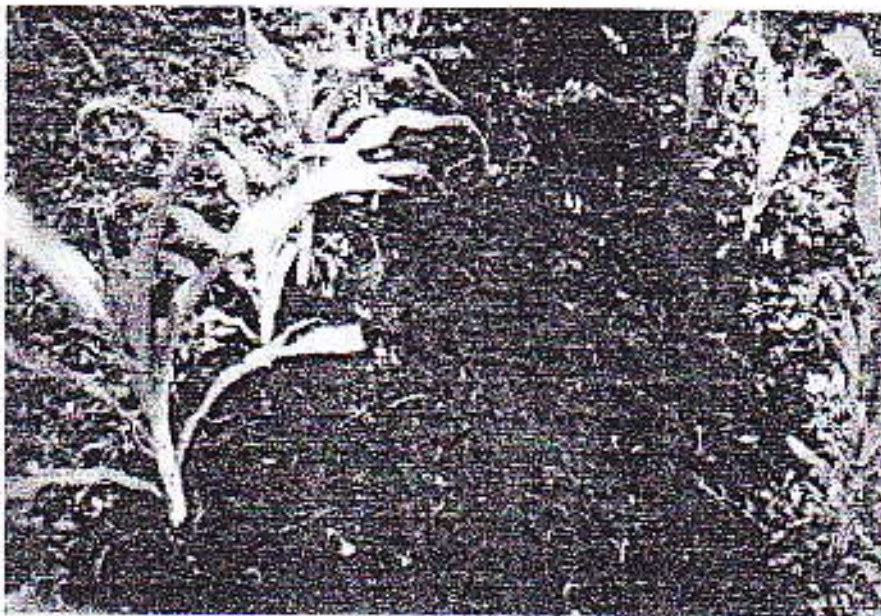


Gambar 7. Mesin Penyiang IRRI-M7 Tampak Samping





Gambar 8. Lahan Sebelum Penyiangan



Gambar 9. Hasil Kerja Penyiangan dengan Mesin

## V. Kesimpulan

- (1) Dari pengukuran parameter teknis dari mesin penyiang, diperoleh kecepatan operasi sebesar 0,35 m/detik, kapasitas kerja teoritis sebesar 0,0882 ha/jam, kapasitas kerja efektif sebesar 0,0826 ha/jam, efisiensi lapang sebesar 93,635, dan nilai slip roda alat penyiang sebesar 40,6 %.



- (2) Untuk melakukan perencanaan kebutuhan daya *engine* mesin penyang pada berbagai kecepatan operasi dan jenis tanah di Sumatera Barat, maka dilakukan simulasi, dengan hasil : (a) pada kecepatan kerja 0,4 m/detik, besarnya kebutuhan daya *engine* pada tanah podsolik merah kuning, regosol, dan latosol berturut-turut 3,25; 3,73; dan 4,22 HP, serta (b) pada kecepatan kerja 2,6 m/detik, besarnya kebutuhan daya *engine* pada tanah podsolik merah kuning, regosol, dan latosol berturut-turut 4,75; 4,81; dan 5,29 HP.

## VI. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Lembaga Penelitian Universitas Andalas yang telah memberikan dana untuk menunjang pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Lakitan, Benyamin. 1995. **Hortikultura : Teori, Budidaya, dan Pasca Panen**. PT. Grafindo Persada. Jakarta.
- Moenandir, Jody. 1993. **Pengantar Ilmu dan Pengendalian Gulma**. Rajawali Pers. Jakarta.
- Santosa. 2003. **Simulasi Deterministik Dalam Perencanaan Kebutuhan Daya Engine Traktor untuk Pembajakan Tanah dengan Bajak Singkal (*Moldboard Plow*)**. Makalah Poster Disampaikan pada "Seminar Teknologi untuk Memacu Pertumbuhan Agroindustri Tanaman Perkebunan dan Peningkatan Ketahanan Pangan", Padang, 2 Oktober 2003.
- Santosa. 2004. **Pengantar Teknik Pertanian**. Jilid 1. Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.
- Sudaryono, A. Taufik, dan S. Prayitno. 1996. **Teknologi Budidaya Jagung untuk Lahan Kering**. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III. Pusat Penelitian dan Penembangan Tanaman Pangan. Bogor. Hal. 1023 - 1290.
- Suprodjo. 1980. **Cara-cara Menentukan Ukuran Utama dari Traktor untuk Pengolahan Tanah**. Bagian Mekanisasi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wiratmoko. 1983. **Disain dan Uji Coba Alat Penyang Tipe Tangan Dengan Tenaga Motor Bakar**. Skripsi. FATETA - IPB Bogor.

Lampiran I. *List Program*

```
Private Sub Command1_Click()
Dim TS As Single
Dim D As Single
Dim L As Single
```