

DESAIN MODEL MATEMATIS BERBASIS ANALISIS DIMENSI TENTANG DAYA ENGINE TRAKTOR PADA PENGOLAHAN TANAH DENGAN BAJAK SINGKAL (MOLDBOARD PLOW) DI PADANG, SUMATERA BARAT

Santosa, Mislaini R., Alfata, dan Alfi Hamdi Hardiman

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Padang

ABSTRACT

This research has been conducted in Padang City from April to September 2012. Purpose of this study is to obtain a mathematical model of engine power tractors for tillage tractors working at various speeds. This study was obtained from a mathematical model involving variable engine power of tractors on soil tillage (P, watts), soil bulk density (ρ , kg/m³), tillage depth (d, m), soil tillage speed (V, m / s), and the acceleration of gravity (g, m/s²) in district Pauh is :

$$P \cdot g^2 / [\rho V^7] = 0,5129 \{ V^2 / [g \cdot d] \}^{-2,8925} \text{ with } r^2 = 1,$$

and mathematical models based on the tractor engine power in district Kuranji is :

$$P \cdot g^2 / [\rho V^7] = 0,6656 \{ V^2 / [g \cdot d] \}^{-2,9768} \text{ with } r^2 \text{ is } 0,999.$$

Keywords: *Mathematical Model, Dimensional Analysis, Power Tractor Engine*

PENDAHULUAN

Bajak singkal merupakan alat pengolah tanah yang sudah dipakai berabad – abad dari jaman nenek moyang. Hingga kini bajak singkal masih dipakai, dan di Sumatera Barat secara mayoritas masih menggunakan hewan tarik sebagai sumber daya pengolahan tanah dengan menarik bajak singkal. Agar pengoperasian bajak singkal bisa mencapai optimum, dari sisi kemampuan pengolahan tanah berdasarkan daya (*power*) yang diperlukan untuk menarik bajak singkal tersebut, serta kaitannya dengan parameter tanah, baik secara fisik serta mekanik, serta parameter bajak (lebar kerja dan kedalaman pengolahan tanah), dan parameter lingkungan (percepatan gravitasi dan kecepatan operasional bajak tersebut).

Tujuan penelitian ini adalah untuk : (a) mendapatkan nilai variabel daya *engine* traktor untuk kegiatan pengolahan tanah dengan menggunakan bajak singkal (*moldboard plow*) dengan sumber tenaga penggerak berupa traktor tangan (*hand tractor*), (b) mendapatkan besarnya daya *engine* traktor untuk pengolahan tanah pada berbagai kecepatan pengolahan tanah, dan mendapatkan model matematis berdasarkan Theorema Buckingham dengan analisis dimensi, dengan dua bentuk tak berdimensi, yang melibatkan variabel daya *engine* traktor pada kegiatan pengolahan tanah (watt), *bulk density* tanah (kg/m³), kedalaman pengolahan tanah (m), lebar kerja pengolahan tanah (m), kecepatan pengolahan tanah (m/detik), dan percepatan gravitasi (m/detik²).

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Kota Padang pada bulan April – September 2012. Lokasi penelitian di dua kecamatan, yaitu Kecamatan Pauh dan Kecamatan Kuranji.

Bahan dan Alat

Pengolahan tanah pada petak sawah dilakukan dengan menggunakan traktor tangan (*hand tractor*). Alat ukur yang dipakai adalah ring sampel, penetrometer, meteran, stopwatch, dan alat perlengkapan lainnya.

Metode

Nilai berat volume tanah kering (*bulk density*) diukur dengan menggunakan ring sampel tanah.

$$BV = Bk / (\pi \cdot r^2 \cdot t) \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

BV = Berat volume kering tanah (g/cm^3)

Bk = Berat tanah pada ring sampel yang sudah dioven selama 24 jam pada suhu 105°C (g)

R = jari-jari ring sampel (cm)

T = tinggi ring sampel (cm)

Pengukuran BV tanah dilakukan dengan tiga kali ulangan.

Pengolahan tanah dengan menggunakan bajak singkal (*moldboard plow*) yang ditarik oleh traktor tangan (*hand tractor*). Besarnya daya *engine* traktor diperoleh dari rumus (Santosa, 2005; Veronica, 2005) :

$$P_k = Q \times \rho \times N_{BB} \times 4,2 / (3600 \times 735) \dots\dots\dots (2)$$

$$P_m = \eta_m \times P_k \dots\dots\dots (3)$$

dengan : P_k adalah daya kimia bahan bakar (HP), Q adalah debit bahan bakar minyak (liter/jam), ρ adalah densitas bahan bakar minyak (kg/liter), N_{BB} adalah nilai kalori bahan bakar minyak (kalori/kg), P_m adalah daya mekanis motor (HP), η_m adalah efisiensi termal motor bakar (tanpa dimensi satuan), 4,2 adalah konversi satuan, 1 kalori = 4,2 joule, 3600 adalah konversi satuan, 1 jam = 3600 detik, dan 735 adalah konversi satuan, 1 HP = 735 watt.

Penelitian diusahakan dilaksanakan pada kecepatan kerja yang berbeda – beda, sehingga bisa diketahui hubungan antara kecepatan pengolahan tanah dengan daya *engine* traktor untuk pengolahan tanah.

Daya *engine* traktor pada pengolahan tanah dengan menggunakan bajak singkal (*moldboard plow*) (P) (dalam satuan watt), diduga dipengaruhi oleh :

- (1) berat volume tanah atau *bulk density* tanah (ρ), dalam kg/m^3 ,
- (2) kecepatan kerja pengolahan tanah (V), dalam m/detik,
- (3) kedalaman pengolahan tanah (d), dalam meter,
- (4) percepatan gravitasi bumi (g), dalam m/detik^2 ,

Dengan menggunakan teori Buckingham, diperoleh :

$$\pi_1 = f(\pi_2, \dots) \dots\dots\dots (4)$$

dengan :

$$\left(P \cdot g^2 / [\rho V^7] \right) = f \left(V^2 / [g \cdot d] \right) \dots\dots\dots (5)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sawah di Kecamatan Pauh Kota Padang

Penelitian dilakukan di Kecamatan Pauh Kota Padang, pengolahan tanah dengan menggunakan traktor roda dua yang bermerek *Yanmar* dengan daya *engine* maksimum 6,5 HP, yang mempunyai frekuensi putar poros engkol maksimum 2200 rpm, dan menggunakan bajak singkal (*moldboard plow*) yang mempunyai lebar kerja 30 cm. Lahan yang akan diolah oleh bajak tersebut memiliki luas lahan masing-masingnya panjang 20 m dan lebar 7 m.

Sebelum alat beroperasi oleh operator, dilakukan pengisian bahan bakar sampai tangki bahan bakar pada traktor terisi penuh. Pengamatan pada sawah pada saat pengolahan tanah meliputi kecepatan traktor, waktu yang diperlukan oleh traktor saat berjalan lurus, waktu yang diperlukan oleh traktor saat belok, slip roda traktor, kedalaman pengolahan tanah, waktu total untuk pengolahan tanah, waktu yang hilang selama operasional, lebar kerja (*overlapping*), dan debit bahan bakar. Traktor roda dua dan bajak singkal yang digunakan pada penelitian di Kecamatan Pauh dapat dilihat pada Gambar 1, 2, dan 3.



Gambar 1. Traktor Roda Dua Merek Yanmar



Gambar 2. Bajak Singkal



Gambar 3. Traktor Tangan saat Mengolah Tanah di Kecamatan Pauh

Hasil pengujian pengolahan tanah dengan tiga perlakuan kecepatan kerja dengan menggunakan alat pengolah tanah singkal yang memiliki kecepatan yang berbeda. Hasil pengukuran daya *engine* dari traktor untuk pengolahan tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kecepatan Pengolahan Tanah di Kecamatan Pauh

Ulangan	Kecepatan (m/s)		
	V1	V2	V3
1	0,43	0,61	0,80
2	0,47	0,63	0,83
3	0,45	0,67	0,84
Rata-Rata	0,45	0,63	0,82
SD	0,02	0,03	0,02
CV (%)	4,09	4,85	2,49

Keterangan :

V1 : Kecepatan pertama (rendah)

V2 : Kecepatan kedua (sedang)

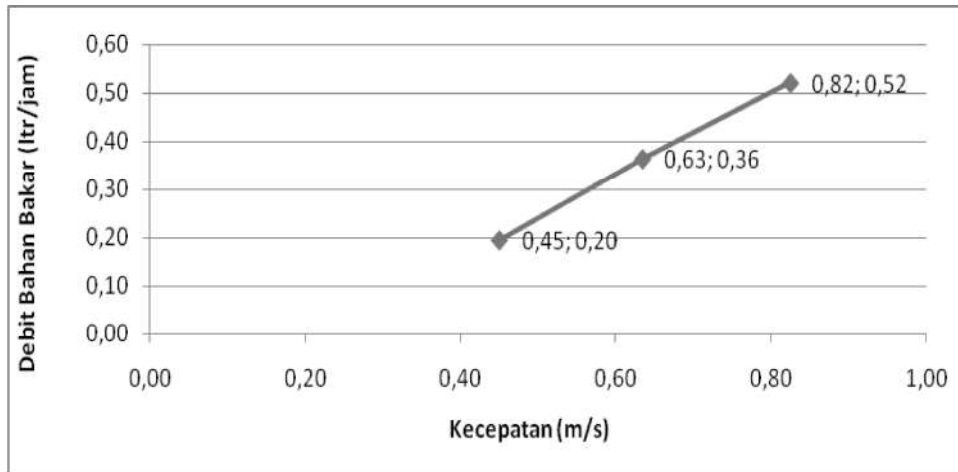
V3 : Kecepatan ketiga (tinggi)

Hasil pengukuran konsumsi bahan bakar dari traktor untuk pengolahan tanah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsumsi Bahan Bakar Traktor di Kecamatan Pauh

Keterangan	Debit Bahan Bakar (l/jam)		
	V1	V2	V3
Rata-Rata	0,20	0,36	0,52
SD	0,01	0,11	0,08
CV (%)	6,57	28,88	16,09

Dari Tabel 2 didapatkan bahwa hasil pemakaian rata-rata bahan bakar yang terbesar yaitu pada kecepatan 3. Pada Tabel dapat dilihat pemakaian bahan bakar pada kecepatan V1,V2, dan V3 terus meningkat dari perlakuan ulangan kecepatan pertama sampai kecepatan ketiga. Hal ini disebabkan semakin cepat atau tinggi kecepatan kerja maka semakin banyak konsumsi bahan bakar yang digunakan untuk pengolahan tanah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik yang disajikan pada Gambar 4.



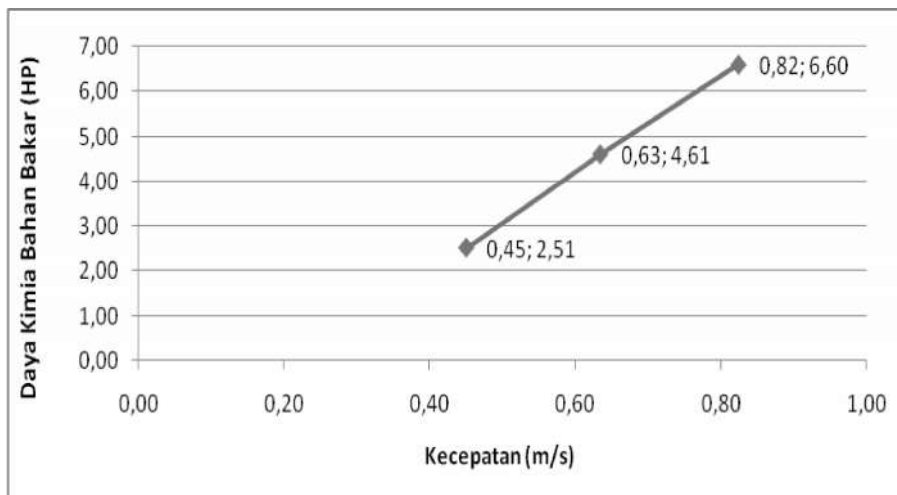
Gambar 4. Konsumsi Bahan Bakar Traktor di Kecamatan Pauh

Hasil pengukuran daya kimia traktor tangan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daya Kimia Traktor di Kecamatan Pauh

Keterangan	Daya Kimia Traktor Tangan (HP)		
	V1	V2	V3
rata-rata	2,49	4,63	6,62
SD	0,17	1,34	1,07
CV (%)	6,75	28,88	16,09

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa daya kimia bahan bakar yang dibutuhkan traktor tangan untuk pengolahan tanah semakin meningkat dengan kenaikan kecepatan pengolahan tanah. Apabila kecepatan semakin tinggi maka konsumsi bahan bakar meningkat, sehingga berakibat daya kimia bahan bakar meningkat pula. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



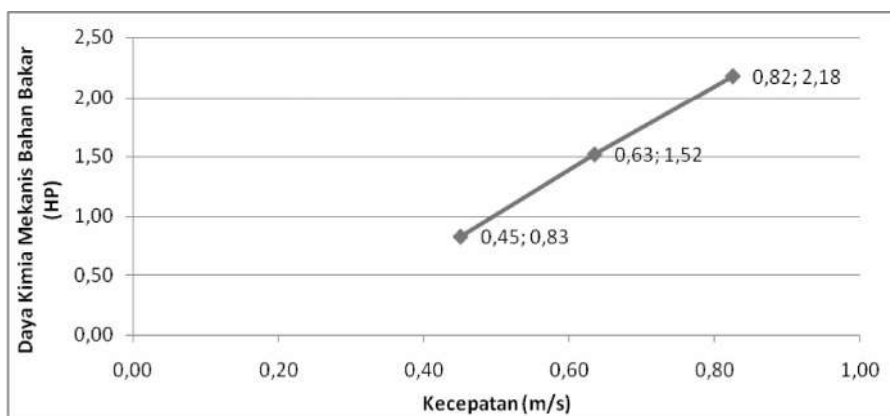
Gambar 5. Daya Kimia Traktor Tangan di Kecamatan Pauh

Hasil pengukuran daya *engine* traktor dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Daya *Engine* Traktor Tangan di Kecamatan Pauh

Keterangan	Daya <i>Engine</i> Traktor (HP)		
	V1	V2	V3
rata-rata	0,82	1,53	2,19
SD	0,06	0,44	0,35
CV (%)	6,75	28,88	16,09

Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa pada dengan adanya peningkatan kecepatan kerja traktor maka daya *engine* traktor juga meningkat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Daya *Engine* Traktor Tangan di Kecamatan Pauh

Hasil pengamatan dan pengukuran berat volume tanah pada tiga perlakuan kecepatan kerja dengan alat pengolah singkal pada lahan basah dan lahan kering, diperoleh seperti tercantum pada Tabel 5.

Tabel 5. Berat Volume Tanah Sawah di Kecamatan Pauh

No	Berat Tanah (g)	Volume Tanah (cm ³)	Berat Volume (g/cm ³)
1	132,20	167,33	0,79
2	124,79	167,33	0,75
3	133,67	167,33	0,80
rata-rata	130,22	167,33	0,78
SD	4,76	0,00	0,03
CV (%)	3,66	0,00	3,66

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa berat volume tanah di lahan. Berat volume ini rendah. Hal ini disebabkan karena lahan basah lebih banyak mengandung air dan lumpur sedangkan untuk mengetahui berat volume tanah, tanah harus dioven sehingga airnya menguap dan menyebabkan tanah menjadi ringan.

Pada pengamatan kedalaman pengolahan tanah yang diamati yaitu dalamnya hasil olahan atau pembajakan dari alat pengolah tanah. Hasil pengukuran kedalaman pengolahan tanah disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kedalaman Pengolahan Tanah di Kecamatan Pauh

Ulangan	Kedalaman (cm)		
	V1	V2	V3
1	8,3	9,4	8,5
2	7,18	8,9	9,59
3	8,77	8,45	8,26
rata-rata	8,08	8,92	8,78
SD	0,82	0,48	0,71
CV(%)	10,11	5,33	8,07

Dari Tabel 6 didapatkan hasil pengukuran kedalaman pengolahan tanah ternyata hasilnya tidak berbeda nyata dari V₁ hingga V₃, seiring dengan bertambahnya kecepatan kerja.

Sawah di Kecamatan Kuranji Kota Padang

Traktor tangan yang digunakan dalam penelitian ini bermerek Kubota (Quick) model RD 85 DI-1T dengan Spesifikasi traktor adalah daya motor (*engine*) diesel 8,5 HP, frekuensi putar maksimum 2200 rpm, bahan bakar solar, berat motor 88 kg, sistem *starting* dengan engkol, jumlah silinder adalah satu, dengan posisi horisontal (4 langkah), implemen bajak singkal. Traktor dengan implemen bajak singkal dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8.



(a)Tangki bahan bakar dan *engine* (b) traktor dan bajak singkal
Gambar 7. Traktor Tangan Kubota dengan Implemen Bajak Singkal



Gambar 8. Kegiatan Pengolahan Tanah di Kecamatan Kuranji

Perlakuan kecepatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu tiga perlakuan kecepatan. Hasil pengukuran kecepatan kerja dari traktor untuk pengolahan tanah dapat dilihat pada Tabel 7.

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa kecepatan traktor yang digunakan untuk kecepatan rendah adalah 0,65 m/s, kecepatan sedang 0,84 m/s, dan pada kecepatan tinggi 0,96 m/s. Perbedaan perlakuan kecepatan akan mempengaruhi di dalam melakukan pengolahan tanah.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Kecepatan Pengolahan Tanah di Kecamatan Kuranji

Ulangan	V1 (m/s)	V2 (m/s)	V3 (m/s)
1	0,58	0,87	0,99
2	0,69	0,80	0,95
3	0,68	0,84	0,84
Rata-rata	0,65	0,84	0,96
SD	0,06	0,03	0,08
CV (%)	9,77	3,87	8,17

V1 : Kecepatan pertama (rendah) = 0,65 m/s

V2 : Kecepatan kedua (sedang) = 0,84 m/s

V3 : Kecepatan ketiga (tinggi) = 0,96 m/s

Pengukuran kecepatan kerja ini didapatkan dari lima meter jarak yang ditempuh oleh traktor tangan pada saat melakukan pengolahan tanah dibagikan waktu tempuh dalam melakukan pengolahan tersebut. Hal ini dilakukan setiap akan melakukan pengolahan pada setiap petakan sawah.

Tanah yang mengandung kadar air tinggi dan bertekstur liat mempunyai daya rekat dan member ketahanan yang besar pada roda, sehingga dapat mengurangi kecepatan maju mesin. Berat mesin yang terlalu besar juga akan menimbulkan kesulitan dalam dalam pengoperasian alat (Djojomartono *dalam* Veronica, 2005).

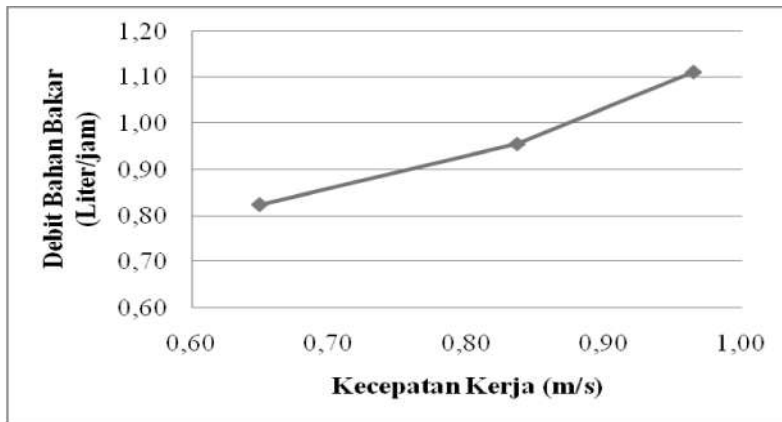
Hasil pengukuran dan uji pemakaian bahan bakar dari traktor tangan dengan alat pengolahan tanah bajak singkal pada penelitian ini dapat dilihat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengukuran Debit Bahan Bakar Traktor di Kecamatan Kuranji

Debit bahan bakar (liter/jam)	
Perlakuan	rata-rata
V1	0,83
V2	0,96
V3	1,11

Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa pemakaian bahan bakar traktor tangan pada kecepatan rendah adalah 0,83 liter/jam, kecepatan sedang 0,96 liter/jam, dan pada kecepatan tinggi 1,11 liter/jam. Pemakaian bahan bakar terus meningkat dari perlakuan perbedaan kecepatan. Hal ini disebabkan semakin cepat atau tinggi kecepatan kerja

pemakaian bahan bakar akan semakin banyak. Pemakaian bahan bakar juga mempengaruhi daya kimia bahan bakar dan daya *engine* motor traktor tangan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9.



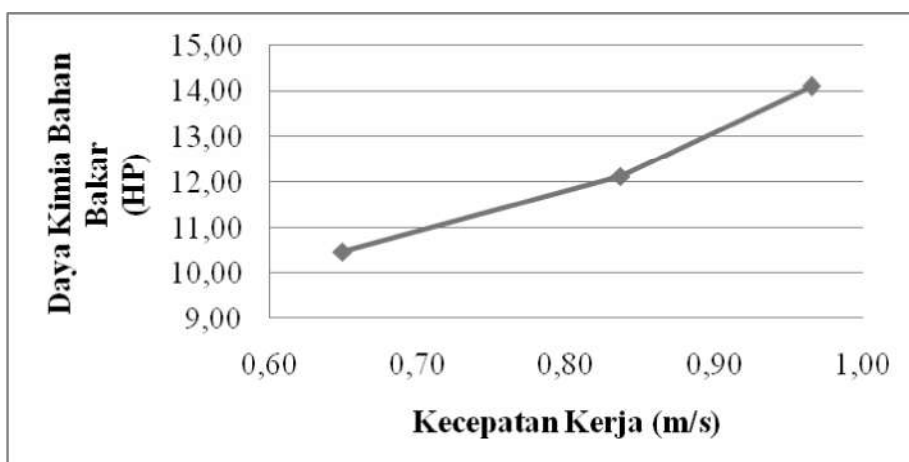
Gambar 9. Grafik Debit Bahan Bakar untuk Pengolahan Tanah di Kecamatan Kuranji

Hasil perhitungan daya kimia bahan bakar dari traktor tangan dengan alat pengolahan tanah bajak singkal pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengukuran Daya Kimia Bahan Bakar Traktor di Kecamatan Kuranji

Daya kimia (HP)	
Perlakuan	rata-rata
V1	10,48
V2	12,13
V3	14,11

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa daya kimia bahan bakar yang dibutuhkan traktor tangan untuk pengolahan tanah pada kecepatan rendah adalah 10,48 HP, kecepatan sedang 12,13 HP, dan kecepatan tinggi 14,11 HP. Daya kimia bahan bakar mengalami peningkatan berdasarkan perlakuan perbedaan kecepatan kerja. Semakin tinggi kecepatan kerja maka akan menyebabkan peningkatan daya kimia bahan bakar traktor tangan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10.



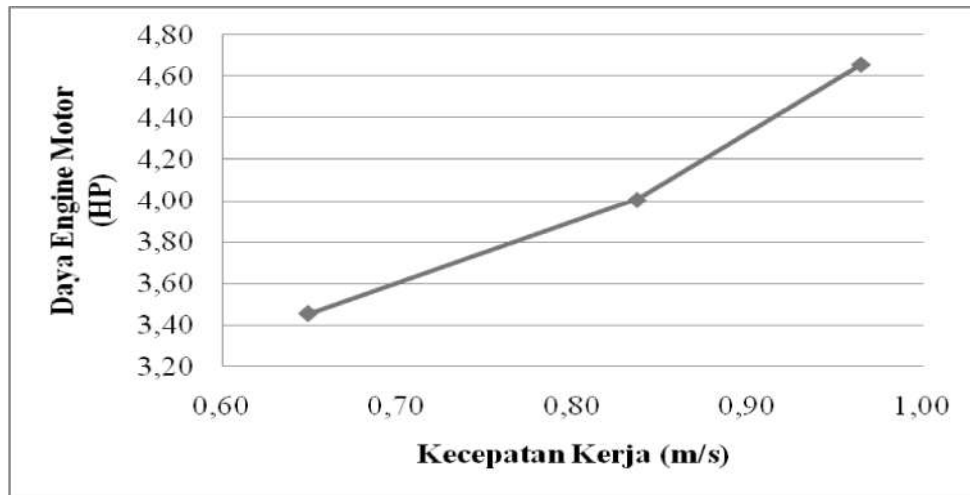
Gambar 10. Daya Kimia Bahan Bakar untuk Pengolahan Tanah di Kecamatan Kuranji

Hasil perhitungan daya *engine* traktor tangan dengan alat pengolahan tanah bajak singkal pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Daya *Engine* Traktor di Kecamatan Kuranji
 Daya *Engine* (HP)

Perlakuan	rata-rata
V1	3,46
V2	4,00
V3	4,66

Dari Tabel 10 dapat dilihat bahwa daya *engine* motor traktor tangan untuk mengolah tanah pada kecepatan rendah adalah 3,46 HP, kecepatan sedang 4 HP, dan kecepatan tinggi 4,66 HP. Dari perbedaan perlakuan kecepatan dapat dilihat terjadinya peningkatan daya *engine* motor. Semakin tinggi kecepatan kerja maka akan menyebabkan terjadinya peningkatan daya *engine* traktor, hal ini disebabkan karena besarnya tenaga yang dikeluarkan pada saat mengolah tanah sehingga debit bahan bakar yang terpakai menjadi besar. Semakin besar daya *engine* traktor dalam mengolah tanah maka makin besar atau berat kerja traktor tangan dalam melakukan pengolahan tanah tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Daya *Engine* Traktor untuk Pengolahan Tanah di Kecamatan Kuranji

Hasil pengukuran berat volume tanah pada tiga perlakuan kecepatan kerja dengan alat pengolah tanah bajak singkal dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Berat Volume Tanah Sawah di Kecamatan Kuranji

Perlakuan kecepatan kerja	Berat tanah (g)	Volume tanah (cm ³)	Berat volume (g/cm ³)
1	102,67	158,96	0,65
2	101,29	158,96	0,64
3	98,1	158,96	0,62

Dari Tabel 11 dapat dilihat bahwa berat volume tanah pada perlakuan kecepatan pertama adalah 0,65 g/cm³, kecepatan dua 0,64 g/cm³, dan kecepatan tiga 0,62 g/cm³. Karena tanah sawah lebih banyak mengandung air dan berlumpur, apabila tanah dioven akan menyebabkan tanah menjadi ringan.

Hasil pengukuran rata-rata kedalaman pengolahan tanah adalah untuk pengolahan tanah dengan kecepatan kerja berturut – turut V1, V2, dan V3 adalah 10,85 cm, 10,51 cm, dan 10,61 cm.

Teorema Buckingham tentang Daya Engine Traktor

Daya engine traktor pada pengolahan tanah dengan menggunakan bajak singkal (*moldboard plow*) (P) (dalam satuan watt), diduga dipengaruhi oleh :

- (1) berat volume tanah atau *bulk density* tanah (ρ), dalam kg/m³,
- (2) kecepatan kerja pengolahan tanah (V), dalam m/detik,
- (3) kedalaman pengolahan tanah (d), dalam meter,
- (4) percepatan gravitasi bumi (g), dalam m/detik²,

Dengan menggunakan teori Buckingham (Murphy, 1950; Rofarsyam *et al.*, 2012; Siswanto *et al.*, 2012), diperoleh :

$$\pi 1 = f (\pi 2)$$

dengan :

$$(P \cdot g^2 / [\rho V^7]) = f (V^2 / [g \cdot d])$$

Dimensi satuan untuk penyusunan bentuk tak berdimensi disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Besaran, Satuan, dan Dimensi

Besaran	Simbol	Satuan	Dimensi
Daya	P	watt, kg.m ² .s ⁻³	ML ² T ⁻³
Percepatan grafitasi	G	m.s ⁻²	LT ⁻²
Densitas, <i>bulk density</i>	P	kg/m ³	ML ⁻³
Kecepatan	V	m/s	LT ⁻¹
Kedalaman pengolahan tanah	D	M	L

Dimensi π 1 dan π 2 adalah sebagai berikut :

$$\pi 1 = P \cdot g^2 / [\rho V^7] [=] (ML^2T^{-3}) (LT^{-2})^2 / [(ML^{-3}) (LT^{-1})^7] [=] \text{tak berdimensi}$$

$$\pi 2 = V^2 / [g \cdot d] [=] (LT^{-1})^2 / (LT^{-2}) (L) [=] \text{tak berdimensi}$$

(a) Penelitian di Kecamatan Pauh, Kota Padang

Data pengolahan tanah di Kecamatan pauh disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Data Pengolahan Tanah Sawah di Kecamatan Pauh

No	V(m.s ⁻¹)	d(m)	BV(kg.m ⁻³)	Daya(kg.m ² .s ⁻³)	g(m.s ⁻²)	π 1 (Y)	π 2 (X)
1	0,45	0,0808	790	0,82	9,81	26,73235	0,255473
2	0,63	0,0892	750	1,53	9,81	4,984072	0,453573
3	0,82	0,0878	800	2,19	9,81	1,056806	0,780664

Berpedoman pada Santosa (2005), maka diperoleh :

$$Y = 0,5129 X^{-2,8925}$$

$$\text{Jadi, } P \cdot g^2 / [\rho V^7] = 0,5129 \{ V^2 / [g \cdot d] \}^{-2,8925}$$

(b) Penelitian di Kecamatan Kuranji, Kota Padang

Data pengolahan tanah di Kecamatan Kuranji disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Data Pengolahan Tanah Sawah di Kecamatan Kuranji

No	V(m.s ⁻¹)	d(m)	BV(kg.m ⁻³)	Daya(kg.m ² .s ⁻³)	g(m.s ⁻²)	π 1 (Y)	π 2 (X)
1	0,65	0,1085	650	3,46	9,81	10,44978	0,396943
2	0,84	0,1051	640	4,00	9,81	2,038276	0,684364
3	0,96	0,1061	620	4,66	9,81	0,962573	0,885438

Diperoleh : Y = 0,6656 X^{-2,9768}.

$$\text{Jadi, } P \cdot g^2 / [\rho V^7] = 0,6656 \{ V^2 / [g \cdot d] \}^{-2,9768}$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Besarnya daya *engine* traktor untuk kegiatan pengolahan tanah dengan menggunakan bajak singkal (*moldboard plow*) dengan sumber tenaga penggerak berupa traktor tangan (*hand tractor*) di Kecamatan Pauh Kota Padang pada kecepatan kerja traktor 0,45 m/s, 0,63 m/s, dan 0,82 m/s adalah berturut-turut 0,82 HP, 1,53 HP, dan 2,19 HP.
2. Besarnya daya *engine* traktor untuk kegiatan pengolahan tanah dengan menggunakan bajak singkal (*moldboard plow*) dengan sumber tenaga penggerak berupa traktor tangan (*hand tractor*) di Kecamatan Kuranji Kota Padang pada kecepatan kerja traktor 0,65 m/s, 0,84 m/s, dan 0,96 m/s adalah berturut-turut 3,46 HP, 4,00 HP, dan 4,66 HP.
3. Model matematis berdasarkan Theorema Buckingham dengan analisis dimensi, dengan dua bentuk tak berdimensi, yang melibatkan variabel daya *engine* traktor pada kegiatan pengolahan tanah (P , watt), *bulk density* tanah (ρ , kg/m³), kedalaman pengolahan tanah (d , m), kecepatan pengolahan tanah (V , m/detik), dan percepatan gravitasi (g , m/detik²) di Kecamatan Pauh Kota Padang adalah $P \cdot g^2 / [\rho V^7] = 0,5129 \{ V^2 / [g \cdot d] \}^{-2,8925}$ dengan $r^2 = 1$.
4. Model matematis berdasarkan Theorema Buckingham dengan analisis dimensi, dengan dua bentuk tak berdimensi, yang melibatkan variabel daya *engine* traktor pada kegiatan pengolahan tanah (P , watt), *bulk density* tanah (ρ , kg/m³), kedalaman pengolahan tanah (d , m), kecepatan pengolahan tanah (V , m/detik), dan percepatan gravitasi (g , m/detik²) di Kecamatan Kuranji Kota Padang adalah $P \cdot g^2 / [\rho V^7] = 0,6656 \{ V^2 / [g \cdot d] \}^{-2,9768}$ dengan r^2 adalah 0,999.

Saran

1. Dari penelitian ini maka pada pengolahan di Kecamatan Pauh Kota Padang disarankan bagi para petani untuk melakukan pengolahan tanah menggunakan traktor tangan (*hand tractor*) dengan implemen bajak singkal menggunakan kecepatan pertama (0,45 m/s), disebabkan oleh lahan pada tempat tersebut mempunyai banyak bebatuan.
2. Untuk pengolahan tanah di Kecamatan Kuranji, disarankan menggunakan traktor tangan (*hand tractor*) dengan implemen bajak singkal dengan kecepatan rendah, yaitu 0,65 m/s karena pada kondisi tersebut menggunakan daya *engine* terendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Murphy, G. 1950. *Similitude in Engineering*. The Ronald Press Company. USA.
- Rofarsyam, Bambang Purwantana, dan Nursigit Bintoro. 2012. Penerapan Analisis Dimensi dalam Rancang Bangun Mesin Pembelah Biji Kedelai (*Glycine max* L.) Sistem Gesek Putar. *AGRITECH*, Vol. 32, No. 2, Mei 2012 : 161-166.
- Santosa. 2005. Aplikasi Visual Basic 6.0 dan Visual Studio.Net 2003 dalam Bidang Teknik dan Pertanian. Yogyakarta. Andi.
- Siswanto, Budi Rahardjo, Nursigit Bintoro, dan Pudji Hastuti. 2012. Pemodelan Matematik Pindah Panas dan Massa pada Penggorengan dengan Pasir sebagai Media Penghantar Panas. *AGRITECH*, Vol. 32, No. 1, Februari 2012 : 87-97.
- Veronica, Vivi. 2005. Studi Kinerja Traktor Tangan (*Hand Tractor*) pada Berbagai Kecepatan Kerja di Lahan Kering dan Lahan Basah. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.