

# MODEL SIMULASI KEBUTUHAN TRAKTOR TANGAN UNTUK PENGOLAHAN TANAH PADI SAWAH

Simulation Model of Hand Tractor Requirement for Soil Tillage of Paddy Field

**Sigit Prabawa**

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung 35145;

E-mail: [sigit\\_prabowotp@yahoo.co.id](mailto:sigit_prabowotp@yahoo.co.id)

## ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat model simulasi untuk menduga kebutuhan traktor tangan pada pengolahan tanah padi sawah. Penggunaan traktor tangan untuk pengolahan tanah pada padi sawah diarahkan untuk menunjang konsep mekanisasi pertanian selektif. Salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah antisipasi terhadap kesulitan untuk memenuhi kebutuhan tenaga pengolahan tanah. Model simulasi kebutuhan traktor tangan untuk pengolahan tanah padi sawah diperlukan sebagai salah satu upaya mencapai peningkatan usahatani dengan dasar mekanisasi pertanian selektif. Model dijalankan menggunakan piranti lunak Powersim. Kebutuhan traktor tangan disesuaikan dengan pertumbuhan tenaga penganakul, pertumbuhan tenaga hewan untuk pengolahan tanah, pertumbuhan luas lahan padi sawah, dan waktu yang tersedia untuk pengolahan tanah. Pengembangan model yang lebih rinci dan kompleks diperlukan untuk mendapatkan hasil yang lebih representatif dan tepat.

**Kata kunci:** Simulasi, traktor tangan, pengolahan tanah, powersim

## ABSTRACT

The objective of the research was to build the simulation model of hand tractor requirement for soil tillage paddy field. The use of hand tractor for soil tillage at paddy field instructed to support the concept of agricultural mechanization selective. The difficulty to fulfill requirement of labour for soil tillage had to be anticipated. The simulation model of hand tractor requirement for soil tillage of paddy field needed as one of effort reach the improvement farm operations based on agricultural mechanization selective. Model run to use the software of Powersim. The requirement of hand tractor adapted by growth of labour for soil tillage, animal for soil tillage, area for paddy field, and time which available to soil tillage. More model development detailed and complex is needed to get the more result representative and precisely.

**Keywords:** Simulation, hand tractor, soil tillage, powersim

## PENDAHULUAN

Konsep dasar mekanisasi pertanian selektif yaitu bahwa pengembangan mekanisasi pertanian harus diusahakan optimal antara tujuan pertumbuhan dan pemerataan, sehingga tujuan mekanisasi pertanian untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas usahatani dapat tercapai tanpa mengurangi kesempatan kerja di sektor pertanian (Pramudya, 1994).

Penggunaan traktor tangan untuk pengolahan tanah pada padi sawah diarahkan untuk menunjang konsep mekanisasi pertanian selektif tersebut. Salah satu hal yang perlu

diperhatikan adalah antisipasi terhadap kesulitan untuk memenuhi kebutuhan tenaga pengolahan tanah. Pengadaan traktor tangan disesuaikan dengan perkembangan keadaan tersebut. Perkembangan industri yang cukup pesat akan berarti terjadinya peningkatan kebutuhan tenaga kerja untuk sektor industri (Prabawa, 1998). Hal ini akan merupakan daya tarik bagi tenaga kerja yang sebelumnya bekerja di sektor pertanian. Di sisi lain pembangunan industri dapat menggeser lahan pertanian produktif menjadi lahan industri yang mempengaruhi kebutuhan tenaga pengolahan tanah, khususnya traktor tangan.

Pembangunan jaringan irigasi dapat meningkatkan luas lahan sawah yang dapat diairi dan intensitas pertanian. Dengan adanya penjadwalan pemberian air yang ketat dan adanya persyaratan tanam serentak pada program intensifikasi maka akan menyebabkan terjadinya peningkatan kebutuhan tenaga kerja dalam waktu yang bersamaan, terutama untuk kegiatan pengolahan tanah dan tanam.

Penggunaan hewan (sapi/kerbau) untuk kegiatan pengolahan tanah sebagai alternatif juga dihadapkan pada kendala semakin berkurangnya ladang penggembalaan dan meningkatnya permintaan hewan potong sehingga populasi semakin berkurang (Pemerintah Daerah Kabupaten Karawang, 2009a, b).

Sejalan dengan permasalahan di atas, maka perlu diketahui kebutuhan traktor tangan untuk pengolahan tanah padi sawah yang ideal dengan menggunakan model simulasi sehingga dapat diketahui langkah strategis dalam upaya mencapai tujuan dasar mekanisasi pertanian selektif.

**METODE PENELITIAN**

Pendekatan sistem merupakan suatu metodologi pemecahan masalah yang diawali dengan identifikasi serangkaian kebutuhan dan menghasilkan sistem operasi yang efektif. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pendekatan sistem meliputi analisis kebutuhan, perumusan masalah, dan identifikasi sistem (Manetsch dan Park, 1977)..

Pendekatan sistem dapat bekerja sempurna apabila mempunyai delapan unsur yang meliputi (1) metodologi untuk perencanaan dan pengelolaan, (2) tim multidisipliner, (3) pengorganisasian, (4) disiplin untuk bidang yang non-kuantitatif, (5) teknik model matematik, (6) teknik simulasi, (7) teknik optimasi, dan (8) aplikasi komputer (Eriyatno, 2003).

Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Juni 2008 dengan tahapan kegiatan meliputi analisis kebutuhan, perumusan masalah, identifikasi sistem, pemodelan, dan validasi model. Data yang digunakan adalah data sekunder di Kabupaten Karawang pada tahun 1979 (Ananto, 1983) dan beberapa asumsi, yaitu :

- Nilai awal populasi penduduk = 1.156.000 orang
- Nilai awal populasi hewan = 19.188 ekor
- Nilai awal total luas lahan padi sawah = 95.172 ha
- Nilai awal persentase pencangkul = 19,21 %
- Persentase angkatan kerja laki-laki = 24,85 %
- Persentase hewan kerja = 58 %
- Persentase pertumbuhan populasi penduduk = 2,25 %

- Persentase pertumbuhan populasi hewan = - 8,35 %
- Persentase pertumbuhan pencangkul = - 11,79 %
- Persentase pertumbuhan luas lahan padi sawah = - 0,50 %
- Jam kerja pencangkul = 7,65 jam/hari
- Jam kerja hewan = 5,30 jam/hari
- Jam kerja traktor tangan = 10,67 jam/hari
- Kapasitas kerja pencangkul = 592,92 jam/ha
- Kapasitas kerja hewan = 88,09 jam/ha
- Kapasitas kerja traktor tangan = 21,10 jam/ha
- Waktu kerja tersedia = 60 hari

Analisis finansial tidak dilakukan pada penelitian karena penekanan dari penelitian ini adalah pembuatan model simulasi lain dari yang sudah dilakukan oleh Ananto (1983). Analisis finansial menggunakan hasil penelitian tersebut yaitu bahwa dengan *B/C ratio* 1,23 dan *IRR* 39,16 % serta kapasitas pengolahan tanah melewati titik *breakeven*, maka penggunaan traktor sebagai sumber tenaga pengolah tanah adalah layak. Sebaliknya hewan tarik dengan *B/C ratio* 0,7 dan kapasitas pengolahan tanah lebih rendah dari titik *breakeven*, maka penggunaan hewan sebagai sumber tenaga pengolah tanah adalah kurang layak (Ananto, 1983).

Model dibantu dengan menggunakan piranti lunak *Powersim* dengan kurun waktu simulasi 1979–2079. Dalam model awal ini pertumbuhan populasi penduduk, populasi hewan (sapi/kerbau), dan luas lahan padi sawah belum dirinci secara lengkap dari komponen-komponen sistem yang sebenarnya lebih dapat mewakili permasalahan dengan tepat. Pertumbuhan-pertumbuhan tersebut diadopsi dengan data yang ada (populasi penduduk dan populasi hewan) dan asumsi (luas lahan padi sawah). Waktu kerja tersedia juga belum dirinci secara lengkap.

**Analisis Kebutuhan**

Analisis kebutuhan diperlukan untuk dapat mengetahui keseimbangan kebutuhan antar komponen yang terlibat dalam sistem kebutuhan traktor tangan untuk pengolahan tanah padi sawah yaitu petani pemilik sawah, petani penggarap, pemilik hewan (sapi/kerbau), pemilik traktor, persewaan traktor, penjual traktor, perbengkelan, bank pemberi kredit, dan pemerintah.

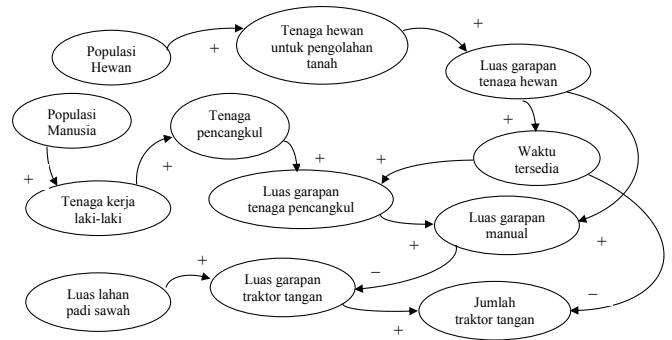
1. Petani pemilik sawah
  - a. Tersedia tenaga pengolahan tanah yang memadai.
  - b. Seluruh lahan dapat terolah.
  - c. Biaya pengolahan tanah rendah
  - d. Pengolahan tanah tepat pada waktunya.
  - e. Kualitas pengolahan tanah baik.

2. Petani penggarap/tenaga penguang
  - a. Kontinuitas pekerjaan.
  - b. Volume pekerjaan yang memadai.
  - c. Mendapatkan upah kerja yang cukup tinggi.
3. Pemilik hewan (sapi/kerbau)
  - a. Kontinuitas pekerjaan.
  - b. Volume pekerjaan yang memadai.
  - c. Mendapatkan upah kerja yang cukup tinggi.
  - d. Tersedia sumber makanan ternak yang memadai.
  - e. Tersedia lahan penggembalaan yang cukup.
4. Pemilik traktor
  - a. Kontinuitas pekerjaan.
  - b. Volume pekerjaan yang memadai.
  - c. Mendapatkan upah kerja yang cukup tinggi.
  - d. Tersedia traktor dengan harga yang murah.
  - e. Kemampuan pengelolaan traktor yang baik.
  - f. Tersedia kredit dengan bunga yang rendah.
  - g. Tersedia suku cadang yang memadai dengan harga yang murah.
  - h. Tersedia sarana perbengkelan yang memadai dengan harga yang murah.
5. Penjual traktor
  - a. Jumlah permintaan traktor tinggi.
  - b. Harga jual traktor tinggi.
  - c. Tersedia jaminan kredit yang meyakinkan.
6. Perbengkelan
  - a. Kontinuitas pekerjaan.
  - b. Volume pekerjaan yang memadai.
  - c. Mendapatkan keuntungan yang cukup tinggi.
  - d. Tersedia fasilitas bengkel dengan harga yang murah.
7. Bank pemberi kredit
  - a. Pengembalian kredit tepat pada waktunya.
  - b. Volume kredit yang besar.
  - c. Tersedia jaminan kredit yang meyakinkan.
  - d. Bunga bank cukup tinggi.
8. Pemerintah
  - a. Produksi padi meningkat.
  - b. Tidak terjadi pengangguran.
  - c. Pendapatan merata.
  - d. Terdapat perkembangan (teknik, investasi).
  - e. Stabilitas perkembangan ekonomi tercapai.

3. Ketersediaan tenaga penguang dan tenaga hewan semakin berkurang.
4. Keterbatasan waktu kerja yang tersedia.
5. Ketersediaan modal harus memadai.
6. Kemampuan pengelolaan traktor tangan harus baik.
7. Pelayanan purna jual traktor tangan harus memadai.
8. Pengangguran tidak terjadi.
9. Sasaran produksi padi tercapai.

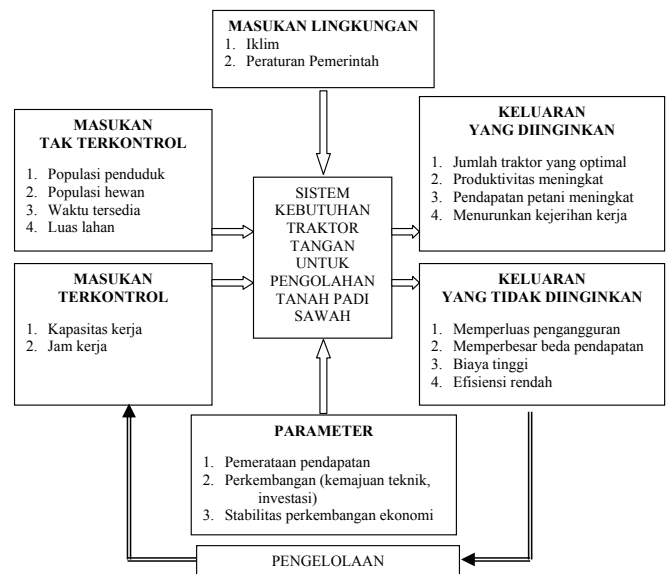
**Identifikasi Sistem**

1. Diagram Lingkaran Sebab-Akibat / *causal loop diagram* (Gambar 1)



Gambar 1. Diagram lingkaran sebab-akibat kebutuhan traktor tangan untuk pengolahan tanah padi sawah

2. Diagram Masukan-Keluaran / *input-output diagram* (Gambar 2)



Gambar 2. Diagram masukan-keluaran sistem kebutuhan traktor tangan untuk pengolahan

*Perumusan Masalah*

Dari analisis kebutuhan selanjutnya dapat dirumuskan masalah yang dihadapi dalam sistem kebutuhan traktor tangan untuk pengolahan tanah padi sawah :

1. Seluruh luas lahan harus dapat terolah dengan tepat waktu dan kualitas yang baik.
2. Ketersediaan tenaga pengolahan tanah harus memadai.



**HASIL DAN PEMBAHASAN**

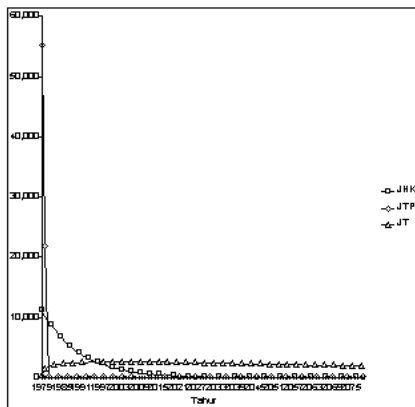
Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah hewan (sapi/kerbau) untuk pengolahan tanah semakin berkurang, jumlah tenaga pencangkul juga semakin berkurang dan mulai tahun 1981 tidak ada tenaga pencangkul, sementara jumlah traktor tangan semakin meningkat tetapi mulai tahun 2004 semakin berkurang kebutuhannya (Gambar 5 dan 6).

TIMB	JHK	JTP	JT
1,979	11,129.04	55,183.80	404.43
1,980	10,199.77	21,794.73	1,351.41
1,981	9,348.08	-0.091	1,993.22
1,982	8,547.52	-0.0931	2,070.54
1,983	7,832.13	-0.0931	2,140.23
1,984	7,194.48	-0.0973	2,202.84
1,985	6,595.57	-0.0995	2,259.04
1,986	6,044.84	-0.102	2,309.37
1,987	5,540.10	-0.104	2,354.28
1,988	5,077.50	-0.104	2,394.25
1,989	4,653.53	-0.109	2,429.70
1,990	4,244.94	-0.111	2,441.02
1,991	3,908.83	-0.114	2,488.55
1,992	3,582.45	-0.114	2,512.41
1,993	3,283.31	-0.119	2,533.51
1,994	3,009.14	-0.122	2,551.50
1,995	2,757.89	-0.124	2,544.83
1,996	2,527.41	-0.127	2,579.78
1,997	2,314.55	-0.13	2,590.48
1,998	2,123.12	-0.133	2,599.17
1,999	1,945.84	-0.134	2,604.00
2,000	1,783.34	-0.139	2,611.15
2,001	1,634.45	-0.142	2,614.75
2,002	1,497.97	-0.143	2,614.94
2,003	1,372.89	-0.148	2,617.84
2,004	1,258.24	-0.152	2,617.58
2,005	1,153.19	-0.153	2,614.24
2,006	1,054.90	-0.159	2,613.93
2,007	948.45	-0.162	2,610.73
2,008	887.77	-0.164	2,604.75
2,009	813.44	-0.17	2,601.98
2,010	745.70	-0.174	2,594.57
2,011	683.43	-0.177	2,590.54
2,012	624.37	-0.181	2,583.99
2,013	574.07	-0.185	2,574.92
2,014	524.13	-0.19	2,569.39
2,015	482.20	-0.194	2,561.44
2,016	441.94	-0.198	2,553.14

Gambar 5. Hasil simulasi jumlah tenaga hewan, pencangkul, dan traktor tangan

Keterangan:

- JHK = jumlah tenaga hewan
- JTP = jumlah tenaga pencangkul
- JT = jumlah traktor tangan



Gambar 6. Hasil simulasi jumlah tenaga hewan, pencangkul, dan traktor tangan

Jumlah hewan untuk pengolahan tanah semakin berkurang karena pertumbuhan populasi hewan yang negatif (-8,35%). Penggambaran pertumbuhan tersebut akan lebih representatif jika model dikembangkan dengan memperhatikan faktor-faktor penambahan dan pengurangan populasi hewan. Penambahan populasi hewan merupakan fungsi laju kelahiran yang dipengaruhi tingkat kesuburan hewan, tingkat kepadatan hewan, jumlah populasi betina, luas areal, dan masuknya hewan dari luar daerah. Pengurangan populasi hewan merupakan fungsi laju kematian yang dipengaruhi oleh umur hewan, permintaan hewan potong, dan keluarnya hewan ke daerah lain.

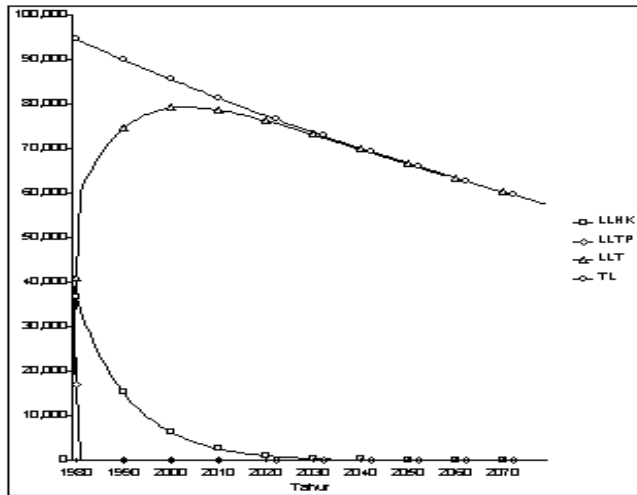
Jumlah tenaga pencangkul semakin berkurang karena persentase pertumbuhan pencangkul negatif (-11,79%). Penggambaran pertumbuhan tersebut akan lebih representatif jika model dikembangkan dengan memperhatikan faktor-faktor migrasi seperti tingkat pendidikan, tingkat upah, dan daya dukung wilayah. Fungsi tabel (FM) dibuat untuk membuat hasil bahwa jika persentase pencangkul lebih kecil atau sama dengan nol maka persentase pencangkul sama dengan nol sehingga dapat digambarkan jika persentase pencangkul sama dengan nol maka jumlah tenaga pencangkul sama dengan nol (tidak ada). Pada submodel ini, model juga dapat dikembangkan dengan penggambaran yang lebih representatif terhadap pertumbuhan populasi penduduk yang dipengaruhi oleh laju kematian dan laju kelahiran serta migrasi.

Jumlah traktor semakin meningkat karena jumlah pencangkul dan hewan semakin berkurang sehingga luas lahan yang belum tergarap semakin meningkat, tetapi karena total luas lahan sawah semakin berkurang (Gambar 7) maka setelah periode tertentu luas lahan yang dapat dikerjakan dengan traktor tangan semakin berkurang sehingga jumlah traktor yang dibutuhkan semakin berkurang. Gambar 7 menunjukkan bahwa karena luas lahan yang dikerjakan pencangkul dan hewan semakin berkurang maka luas lahan yang dikerjakan traktor semakin mendekati total luas lahan padi sawah.

Kenyataan bahwa pergeseran fungsi lahan pertanian tidak dapat dihindari, oleh karena itu penggambaran yang lebih representatif untuk menunjukkan pertumbuhan luas lahan padi sawah perlu dikembangkan. Pertumbuhan luas lahan dipengaruhi oleh pembangunan jaringan irigasi di satu sisi, sementara di sisi lain pertumbuhan pembangunan industri dan perumahan mengurangi luas lahan pertanian. Waktu kerja yang tersedia untuk kegiatan pengolahan tanah perlu dikembangkan dengan memperhatikan faktor-faktor seperti jadwal irigasi yang ketat, intensitas penanaman, dan cuaca.

Gambar 8 menunjukkan bahwa pertumbuhan jumlah traktor yang dibutuhkan bersifat asimtotis jika total luas lahan padi sawah adalah konstan. Hal ini karena setelah periode tertentu hampir semua luas lahan dikerjakan dengan traktor sehingga tidak ada pertumbuhan jumlah traktor yang nyata.





Gambar 7. Hasil simulasi luas lahan sawah

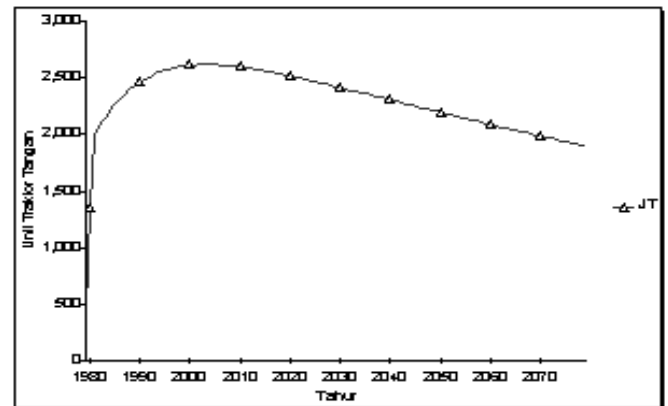
Keterangan:

- LLHK = luas lahan yang dikerjakan oleh tenaga hewan
- LLTP = luas lahan yang dikerjakan tenaga pencangkul
- LLT = luas lahan yang dikerjakan traktor tangan
- TL = total luas lahan sawah

Tetapi karena dalam model ini diasumsikan bahwa pertumbuhan luas lahan adalah  $-0,5\%$  maka sifat asimtotis tidak tercapai karena setelah mencapai puncak maka luas lahan yang dapat dikerjakan dengan traktor berkurang sehingga terjadi penurunan jumlah traktor.

Tabel 1. Pengadaan traktor tangan per tahun

Tahun	Kebutuhan traktor tangan (unit)	Jumlah yang harus diadakan (unit)	Tahun	Kebutuhan traktor tangan (unit)	Jumlah yang harus diadakan (unit)
1979	405	405	1995	2567	1048
1980	1351	946	1996	2580	733
1981	1993	642	1997	2590	157
1982	2071	78	1998	2599	139
1983	2140	69	1999	2606	529
1984	2203	468	2000	2611	1053
1985	2259	1002	2001	2615	737
1986	2309	692	2002	2617	159
1987	2354	123	2003	2618	140
1988	2394	109	2004	2618	529
1989	2430	504	2005	2616	1051
1990	2461	1033	2006	2614	735
1991	2489	720	2007	2611	156
1992	2513	147	2008	2607	136
1993	2534	130	2009	2602	524
1994	2552	522	2010	2597	1046



Gambar 8. Hasil simulasi kebutuhan traktor tangan

Keterangan: JT = jumlah traktor tangan

Dari model ini diharapkan dapat dikontrol kebutuhan tenaga pengolahan tanah untuk padi sawah, khususnya traktor tangan, sehingga dapat diantisipasi kekurangan atau kelebihannya. Pengawasan ini sangat diperlukan agar efisiensi dan produktivitas dapat ditingkatkan.

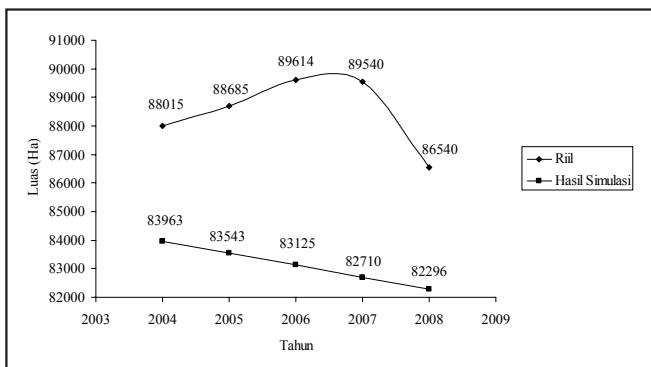
Model yang dibuat juga perlu dikembangkan sehubungan dengan realisasi pengadaannya yang perlu memperhatikan faktor-faktor seperti daya beli, harga traktor, ketersediaan suku cadang, umur ekonomi, keterampilan tenaga kerja yang ada, ketersediaan bengkel, dan pelayanan purna jual.

Pemikiran untuk mengetahui adanya hubungan umpan balik dari keluaran (jumlah traktor) terhadap masukan yang ada perlu dikembangkan sehingga model secara keseluruhan bersifat dinamik.

Umur ekonomi traktor merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah traktor yang dibutuhkan. Dengan belum memasukkan umur ekonomi sebagai bagian dari model yang sudah dikembangkan, maka untuk mengetahui realitas pengadaannya dicoba menghitung kebutuhan traktor dalam kaitannya dengan umur ekonomi yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 didasarkan pada asumsi bahwa umur ekonomi traktor tangan adalah 5 tahun, traktor tangan tidak dapat dipakai lagi setelah 5 tahun, dan pengadaan dilakukan secara simultan. Dengan tahun awal simulasi 1979, maka penggantian traktor baru dilakukan mulai tahun 1984. Sebagai contoh, jika pada tahun 1984 dibutuhkan traktor tangan sebanyak 2203 unit, padahal pada tahun sebelumnya (1983) sudah tersedia 2140 unit maka disamping pada tahun 1984 mengadakan sebanyak 63 unit (2203–2140) perlu juga diadakan sebanyak 405 unit karena traktor yang diadakan pada tahun 1979 tidak dapat dipakai lagi (umur ekonomi habis) sehingga jumlah traktor yang harus diadakan pada tahun 1984 adalah 468 unit (63 + 405).

Validasi model dilakukan berdasarkan data luas lahan sawah di Kabupaten Karawang pada tahun 2004–2008 (Pemerintah Daerah Kabupaten Karawang, 2009b) yang dibandingkan dengan hasil simulasi dan disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Perbandingan antara luas lahan sawah riil dan hasil simulasi

**KESIMPULAN**

Model simulasi kebutuhan traktor tangan untuk pengolahan tanah padi sawah diperlukan sebagai salah satu upaya mencapai peningkatan usahatani dengan dasar mekanisasi pertanian selektif.

Kebutuhan traktor tangan disesuaikan dengan pertumbuhan tenaga pencangkul, pertumbuhan tenaga hewan untuk pengolahan tanah, pertumbuhan luas lahan padi sawah, dan waktu yang tersedia untuk pengolahan tanah.

Pengembangan model yang lebih rinci dan kompleks diperlukan untuk mendapatkan hasil yang lebih representatif dan tepat, di antaranya perincian luas lahan sawah berdasarkan golongannya serta tingkat mobilitas dan hari kerja sumber tenaga pengolah tanah berdasarkan golongannya.

**DAFTAR PUSTAKA**

Ananto, E.E. (1983). *Model Simulasi untuk Menduga Kebutuhan Tenaga Pengolahan Tanah untuk Padi Sawah: Kasus di Kabupaten Karawang*. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Eriyatno (2003). *Ilmu Sistem: Meningkatkan Mutu dan Efektivitas Manajemen*. IPB Press, Bogor.

Manetsch, T.J. dan Park, G.L. (1977). *System Analysis and Simulation with Applications to Economic and Social Systems*. 3<sup>rd</sup> edition. Department of Electrical Engineering and System Science, Michigan State University, East Lansing, Michigan.

Pemerintah Daerah Kabupaten Karawang (2009a). Potensi Peternakan. [http://karawangkab.go.id/index.php?option=com\\_content&task=view&id=507&Itemid=262](http://karawangkab.go.id/index.php?option=com_content&task=view&id=507&Itemid=262) [10 Februari 2010].

Pemerintah Daerah Kabupaten Karawang (2009b). Profile Pertanian. [http://karawangkab.go.id/index.php?option=com\\_content&task=view&id=459&Itemid=247](http://karawangkab.go.id/index.php?option=com_content&task=view&id=459&Itemid=247) [10 Februari 2010].

Prabawa, S. (1998). *Model Pengadaan Alat dan Mesin Budidaya Tebu bagi Pabrik Gula di Lahan Kering*. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Pramudya, B. (1994). *Strategi Pengembangan Alat dan Mesin Pertanian untuk Usahatani Tanaman Pangan*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.