

F/TEP
1994
8008

1993
KEMISI

HUBUNGAN KETERSEDIAAN TENAGA PERTANIAN TERHADAP TINGKAT HASIL TANAMAN PANGAN DI WILAYAH PANTAI UTARA JAWA BARAT

Oleh
AQSHA NURUL ANWAR
F 25. 1470



1994
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
B O G O R

Aqsha N. Anwar, F 251470, Hubungan ketersediaan tenaga pertanian terhadap tingkat hasil tanaman pangan di wilayah Pantai Utara Jawa Barat. Dibawah bimbingan Ir. Abdul Kohar Irwanto MSc. dan Ir. I Wayan Astika.

RINGKASAN

Swasembada pangan yang dicapai pada tahun 1984, memerlukan suatu usaha untuk mempertahankan. Seiring hal tersebut, sektor di luar pertanian tumbuh semakin cepat yang berakibatkan pada pengurangan tenaga orang pengolah tanah begitu pula dengan kendala lahan, tenaga ternak yang sulit untuk berkembang dan luas panen yang memberikan kecendrungan yang semakin berkurang terutama di pulau Jawa. Hal tersebut memerlukan suatu strategi penyediaan tenaga pertanian terutama tenaga pengolah lahan.

Orang sebagai sumber tenaga pertanian (kapasitas fisik) mengeluarkan tenaga sekitar 0,1 Hp atau sebesar 75 watt. Tenaga yang dihasilkan oleh ternak kerja sebesar 0,44 kW hingga 0,97 kW tergantung sifat-sifat tubuh, ketangkasan kerja dan pemeliharaan. Mekanisasi pertanian berkembang dengan cepat karena didukung oleh sektor lain, tenaga traktor yang dipergunakan dalam produksi tanaman pangan terutama di wilayah Pantai Utara Jawa Barat adalah traktor roda dua dengan tenaga sebesar 8-10 Hp.

Model kurva GILES merupakan suatu studi statistik tingkat mekanisasi negara-negara berkembang dan negara-negara maju. Negara Eropa dan Amerika Serikat, tenaga pertanian yang dipergunakan sekitar 1-2 kW/ha sedangkan Jepang

sudah sekitar 3,5 kW/ha. Asia, Afrika dan Amerika Latin hanya sekitar 0,15 kW/ha pada tahun 1970.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan model hubungan ketersediaan tenaga pertanian terhadap tingkat hasil tanaman pangan, dan menyusun model sistem ketersediaan tenaga pertanian tanaman pangan di wilayah Pantai Utara Jawa Barat.

Kerangka penelitian terdiri dari perumusan masalah, identifikasi sistem, pembentukan model sistem, penggunaan skenario model yang keluarannya berupa alternatif ketersediaan tenaga pertanian. Model sistem terdiri dari subsistem tenaga pertanian dan subsistem produksi pangan. Sistem ini merupakan suatu sistem tertutup dimana subsistem produksi pangan mempengaruhi subsistem tenaga pertanian dan sebaliknya.

Wilayah Pantai Utara Jawa Barat merupakan suatu daerah dataran yang terletak antara $105^{\circ} 7'$ hingga $108^{\circ} 3'$ BT dan $5^{\circ} 20'$ hingga $6^{\circ} 40'$ LS. pada masa 1980-1991 produksi padi dan palawija wilayah ini terus mengalami kenaikan sebesar 11,18 persen pertahun, luas panen tanaman pangan berkencenderung untuk tetap, tingkat hasil naik dengan rata-rata 3,82 persen pertahun. Tenaga orang pengolah tanah turun 3,72 persen pertahun. Tenaga ternak kerja juga turun 0,11 persen pertahun sedangkan ketersediaan tenaga traktor naik dengan laju 20,98 persen pertahun. Tenaga pertanian perhektar yang dipergunakan di wilayah ini selama kurung waktu 1980-1991 berkisar antara 0,191 kW/ha hingga 0,230 kW/ha.

Skenario dua memberikan kenaikan sebesar 5,2 persen pertahun pada produksi pangan dimana tahun 1990 terdapat sekitar 5 149 257 ton sgkg menjadi 7 827 125 ton sgkg sedangkan traktor roda dua naik sebesar 16,36 persen pertahun,

yakni 5101 unit di tahun 1991 menjadi 13446 unit di tahun 2000. Skenario tiga produksi pangan naik rata-rata 1,87 persen pertahun dengan produksi 5 164 884 ton sgkg tahun 1991 menjadi 6 130 561 ton sgkg di tahun 2000, sedangkan ketersediaan traktor roda dua mengalami kelebihan sebesar 874 unit di tahun 1991 dan di tahun 2000 juga terjadi kelebihan sebesar 7050 unit, atau kenaikan sebesar 70,66 persen pertahun.

Skenario empat, produksi naik dengan laju 5,2 persen pertahun dimana tahun 1991 sebesar 5 149 257 ton sgkg menjadi 7 827 125 ton sgkg di tahun 2000, traktor roda dua pada tahun 1991 mengalami kelebihan sebesar 448 unit sedangkan tahun 2000 tersedia tenaga traktor roda dua sebesar 4 945 unit. Skenario lima produksi pangan meningkat dengan laju 2,79 persen pertahun dimana tahun 1991 produksi mencapai 4 996 917 ton sgkg sedangkan tahun 2000 mencapai 6 391 512 ton sgkg, traktor roda dua mengalami kelebihan ketersediaan, tahun 1991 sebesar 380 unit menjadi 1 027 unit di tahun 2000. Skenario enam produksi naik dengan laju 1,87 persen pertahun atau sebesar 5 164 884 ton sgkg di tahun 1991 menjadi 6 130 561 ton sgkg di tahun 2000, sedangkan traktor roda dua terus mengalami kelebihan ketersediaan.

**HUBUNGAN KETERSEDIAAN TENAGA PERTANIAN TERHADAP
TINGKAT HASIL TANAMAN PANGAN DI WILAYAH
PANTAI UTARA JAWA BARAT**

Oleh

AQSHA NURUL ANWAR

F 251470

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada Jurusan Mekanisasi Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

1 9 9 4

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

**HUBUNGAN KETERSEDIAAN TENAGA PERTANIAN TERHADAP
TINGKAT HASIL TANAMAN PANGAN DI WILAYAH
PANTAI UTARA JAWA BARAT**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
Pada Jurusan Mekanisasi Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh

AQSHA NURUL ANWAR

F 251470

Tanggal lulus : 3 September 1994

disetujui :

Bogor, September 1994



Ir. I Wayan Astika

Dosen Pembimbing II



Ir. A. Kohar Irwanto MSc.

Dosen Pembimbing I

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan kasih dan sayangnya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tulisan ini.

Pada kesempatan ini penulis tak lupa menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Abdul Kohar Irwanto MSc. selaku dosen pembimbing dan Keluarga yang membimbing penulis dengan penuh perhatian dan kesabaran .
2. Bapak Ir. I Wayan Astika, selaku dosen pembimbing yang membimbing penulis dalam selama penelitian dan penyelesaian tulisan ini.
3. **Bapak Ir. Radite Praeko A. Setiawan MAgr., selaku dosen penguji yang bersedia meluangkan waktu dan pikiran bagi perbaikan dan penyempurnaan tulisan ini**
4. Bapak Ir. Tahir Harahap dan Keluarga yang mau menerima penulis sebagai bagian dari keluarga.
5. Bapak Dr. Jon Sudiono MSA dan Keluarga yang penulis selalu mendapatkan tempat dan lindungan keluarga.
6. Saudara-saudara sejalannya, Harry, Rana, Agus, Boed, Korim, Oki, Bono, Ukat, Mul, Hari, Dadam, Aceng, Joy, Boim, Mang Faruq, dan rekan yang lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang banyak membantu penulis dalam masa perkuliahan, penelitian dan penyelesaian tulisan ini.





7. Semua pihak yang telah membantu penulis baik dengan do'a dan semangat maupun secara material, yang penulis tidak dapat sebutkan semuanya.

Penulis menyadari tulisan ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk penulisan selanjutnya, semoga tulisan kecil ini bermanfaat bagi kita semua.

Bogor, September 1994

Penulis

C. Simulasi Program Komputer	69
V. KESIMPULAN DAN SARAN	81
A. Kesimpulan	81
B. Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	89

Hak Cipta Pendidikan, Undang-undang
 1. Dilindungi sebagai hak cipta dan dilindungi secara hukum. Untuk semua reproduksi dan penyebaran sumber:
 a. Diperbolehkan hanya untuk keperluan pribadi, pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyediaan laporan, penulisan tesis atau tujuan yang sama.
 b. Diperbolehkan tidak untuk tujuan komersial atau untuk tujuan yang sama dengan IPB University.
 2. Dilindungi menggunakan hak cipta dan hak merek. Semua hak cipta dan merek yang terdaftar pada IPB University.

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Perkembangan upah nyata mencangkul, menanam dan pembantu tukang di tujuh desa contoh di Jawa Barat	12
Tabel 2. Kapasitas sepasang ternak untuk meluku di Afrika	13
Tabel 3. Skema pemberian air di daerah irigasi Jatiluhur	26
Tabel 4. Skenario model ketersediaan tenaga ..	32
Tabel 5. Tenaga pertanian perhektar dan tingkat hasil tanaman pangan	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Batasan sistem input energi dalam produksi tanaman pangan	7
Gambar 2. Perkembangan tenaga pertanian tanaman pangan di Amerika Serikat	9
Gambar 3. Perkembangan tenaga kerja di pertanian tanaman pangan di Indonesia	10
Gambar 4. Tahap-tahap proses simulasi sistem ..	14
Gambar 5. Diagram alir kerangka masalah ketersediaan tenaga pertanian terhadap tingkat hasil di wilayah PANTURA Jawa Barat	22
Gambar 6. Sistem hubungan ketersediaan tenaga pertanian tanaman pangan wilayah PANTURA Jawa Barat	24
Gambar 7. Diagram alir simulasi sistem ketersediaan tenaga pertanian	33
Gambar 8. Diagram alir subrotin skenario dasar	34
Gambar 9. Diagram alir subrotin skenario dua	35
Gambar 10. Diagram alir subrotin skenario tiga	37
Gambar 11. Diagram alir subrotin skenario empat	39
Gambar 12. Diagram alir subrotin skenario lima	41
Gambar 13. Diagram alir subrotin skenario enam	43
Gambar 14. Produksi tanaman pangan di wilayah PANTURA tiap kabupaten	49
Gambar 15. Produksi tanaman pangan	50
Gambar 16. Luas panen tanaman pangan	51

Halaman ini adalah hak cipta milik IPB University dan tidak boleh disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan komersial. Untuk informasi lebih lanjut, silakan hubungi bagian hukum IPB University.

Gambar 17.	Tingkat hasil tanaman pangan	52
Gambar 18.	Tenaga orang pengolah tanah	54
Gambar 19.	Tenaga traktor roda dua pengolah tanah	55
Gambar 20.	Persentasi produksi tanaman pangan terhadap tahun 1980 (1980=100%) dan dugaan untuk 10 tahun ke depan	57
Gambar 21.	Persentasi luas panen tanaman pangan terhadap tahun 1980 (1980=100%) dan dugaan untuk 10 tahun ke depan	59
Gambar 22.	Persentasi tingkat hasil tanaman pangan terhadap tahun 1980 (1980=100%) dan dugaan untuk 10 tahun ke depan	60
Gambar 23.	Persentasi ketersediaan tenaga orang pengolah tanah terhadap tahun 1980 (1980=100%) dan dugaan untuk 10 tahun ke depan	61
Gambar 24.	Persentasi tenaga ternak kerja terhadap tahun 1980 (1980=100%) dan dugaan untuk 10 tahun ke depan	63
Gambar 25.	Persentasi tenaga traktor total terhadap tahun 1980 (1980=100%) dan dugaan untuk 10 tahun ke depan	65
Gambar 26.	Persentasi tenaga traktor rusak terhadap traktor total terhadap tahun 1980 (1980=100%) dugaan untuk 10 tahun ke depan ..	66
Gambar 27.	Kurva hubungan ketersediaan tenaga pertanian terhadap tingkat hasil tanaman pangan di wilayah PANTURA	68
Gambar 28.	Simulasi produksi pangan	77
Gambar 29.	Simulasi ketersediaan traktor roda dua	78

dianjurkan. Hal ini mengakibatkan penurunan produktivitas dan peningkatan serangan hama penyakit (Baharsjah, 1991). Luas lahan yang tersedia untuk pertanian dan terutama tanaman pangan mengalami penurunan akibat laju konversi dari lahan pertanian ke nono pertanian semakin meningkat. Berkurangnya lahan tanaman pangan membawa akibat semakin tingginya kebutuhan masukan produksi untuk mempertahankan tingkat hasil dan produksi yang tinggi.

Perkembangan penerapan keteknikan pertanian dalam struktur pertanian Indonesia khususnya pada tanaman pangan telah berkembang dengan pesat, walaupun tidak sepesat dengan Jepang, Korea Selatan, dan Thailand. Hal ini karena perkembangan penerapan keteknikan pertanian di Indonesia memiliki kendala dengan kesempatan kerja dan produktivitas petani yang masih rendah, 1 : 5,5 dibanding dengan tenaga kerja sektor industri. Hal ini disebabkan karena beberapa hal antara lain; kualitas kerja disektor pertanian yang rendah, pemilikan tanah yang sempit, belum tersedianya kesempatan kerja di bidang lain atau belum dapat memanfaatkan kesempatan di bidang lain karena keterampilan dan pendidikan yang rendah.

Perkembangan keteknikan pertanian akan semakin dibutuhkan karena kebutuhan yang semakin meningkat akan pangan akibat pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat dan sektor industri pangan yang berkembang dengan cepat serta peningkatan tingkat kesejahteraan rakyat . Keadaan ini membutuhkan suatu pertanian tanaman pangan yang mempunyai tingkat hasil yang tinggi, penanganan

hasil yang cepat dan mutu hasil yang baik. Sehingga diharapkan penerapan suatu sistem pertanian yang modern yang menerapkan pendekatan teknik dan keteknikan pertanian yang dapat memecahkan masalah ketenagakerjaan serta mempertahankan tingkat produksi bahan pangan.

Keadaan ini membutuhkan suatu strategi pembangunan dalam bidang keteknikan pertanian. Strategi ini dapat dijadikan sebagai bagian dari strategi pertanian nasional. Strategi ini penting artinya untuk menentukan tipe dan tingkat teknik pertanian (mekanisasi pertanian) dan optimasi pengalokasiannya. Ketersediaan sumber tenaga pertanian baik berupa tenaga orang, ternak maupun mesin yang berhubungan erat dengan tingkat pengembangan mekanisasi pertanian, sehingga studi perkembangan dan kecenderungannya dapat merupakan dasar penentuan strategi perkembangan keteknikan pertanian khususnya tanaman pangan.

Pantai Utara (PANTURA) Jawa Barat, yang terdiri dari Kab. Serang, Kab. Tangerang, Kab. Bekasi, Kab. Karawang, Kab. Subang, Kab. Indramayu dan Kab. Cirebon merupakan daerah di Jawa Barat yang berfungsi sebagai setra produksi tanaman pangan dengan topografi daerah yang datar. Studi terhadap daerah ini penting karena peningkatan sektor industri terutama industri tanaman pangan di daerah Jawa Barat dan Jakarta memerlukan dukungan bahan baku industri. wilayah Pantai Utara Jawa Barat menjadi lumbung bahan baku industri tanaman pangan.



B. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah :

1. Menentukan model hubungan ketersediaan tenaga pertanian terhadap tingkat hasil wilayah PANTURA (Model Kurva Giles).
2. Menyusun model sistem ketersediaan tenaga pertanian tanaman pangan wilayah PAN TURA.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. ENERGI DALAM PERTANIAN

Indonesia sebagai salah satu negara pengekspor minyak (OPEC), pembangunannya sangat tergantung pada keadaan pasaran minyak di dunia. Oleh karena itu produksi dan penggunaan energi yang bijaksana dapat sangat menentukan dalam kesinambungan pembangunan. Pada tahun 1982 cadangan devisa negara 60 % berasal dari minyak bumi dan gas alam

Kebijaksanaan energi dalam strategi penggunaan dianggap penting karena persediaan minyak yang semakin berkurang sedangkan kebutuhan semakin meningkat, menurut analisa kurva Hubbert di tahun 2010 Indonesia akan mempunyai cadangan minyak sebesar 20 - 40 juta barel saja, jumlah yang kecil untuk kebutuhan pembangunan yang semakin besar. Kebijakan energi pada bidang pertanian untuk menunjang tiga tugas pokok pertanian yaitu pemantapan swasembada pangan, peningkatan hasil-hasil pertanian untuk ekspor dan penyediaan lapangan pekerjaan (Abdullah dan Irwanto, 1990)

Dalam pertanian energi masukan dapat dibedakan dalam energi langsung dan energi tidak langsung. Menurut Abdullah dan Irwanto (1990) energi langsung adalah bahan masukan yang dipergunakan langsung sebagai bahan bakar berupa bahan bakar fosil, seperti minyak solar, bensin, LPG atau minyak tanah dan listrik. Pemakaian energi langsung berupa listrik bahan bakar minyak akan semakin besar jika sistem pertanian semakin banyak mempergunakan mesin-mesin pertanian.

Stout (1979) dalam Abdullah et al. menyimpulkan bahwa semakin maju (modern) sistem pertanian maka semakin bersifat padat energi ini berarti semakin berat ketergantungan akan bahan bakar minyak. Dengan demikian, fluktuasi harga bahan bakar minyak akan berpengaruh terhadap proses produksi pertanian. Cervica (1981) dalam A.T. Nasition (1992) mengatakan nilai unit energi beberapa energi langsung adalah; minyak diesel dan minyak bumi sebesar 47,78 MJ/ltr, Gasoline 40,32 MJ/ltr dan LPG 32,26 MJ/ltr sedangkan listrik sebesar 11,99 MJ/kWh

Energi tidak langsung atau disebut juga energi investasi, energi *embodied* adalah energi yang digunakan dalam memproduksi suatu bahan, alat/mesin atau untuk pelayanan. Energi tidak langsung ini merupakan bahan masukan produk, peralatan dan mesin-mesin pertanian serta tenaga manusia.

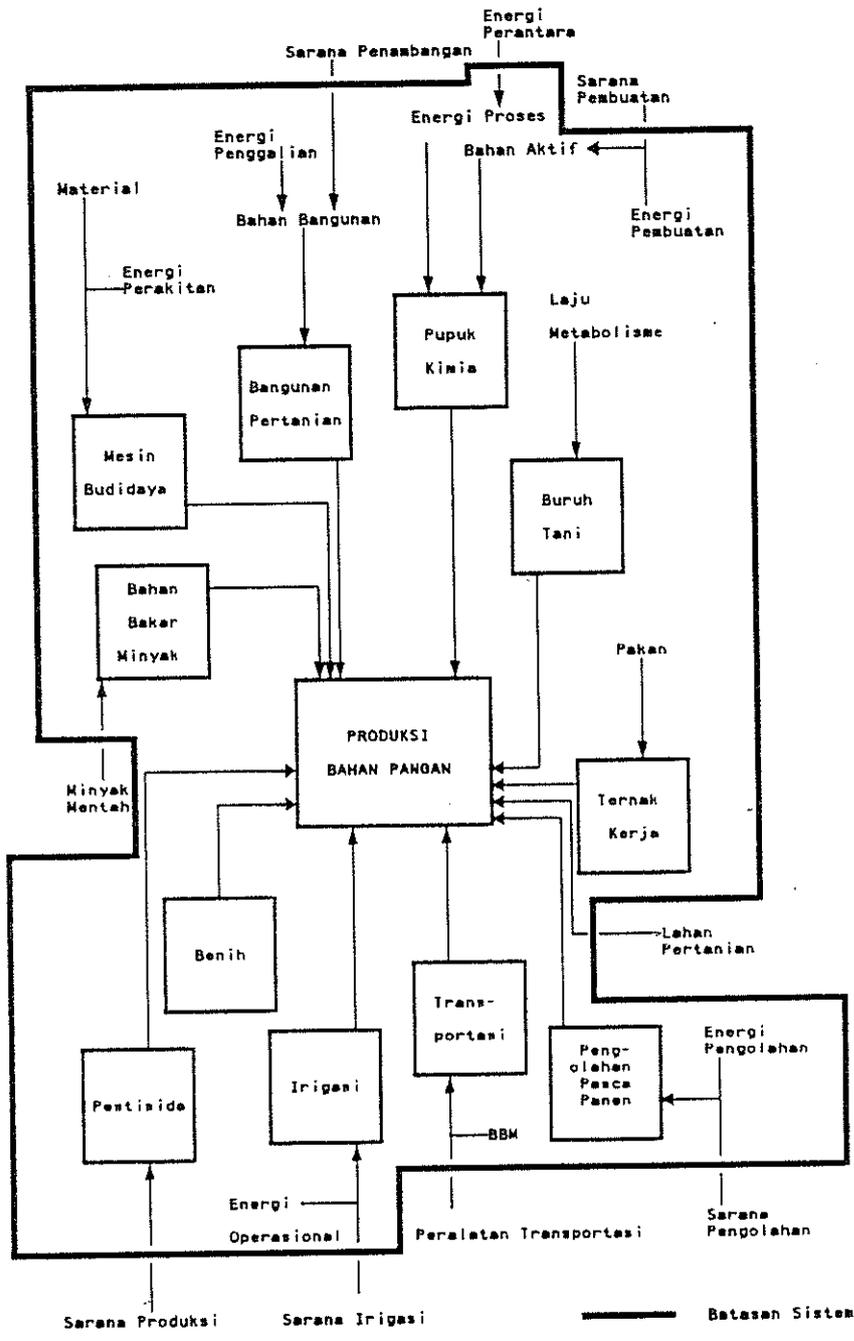
Besarnya tenaga manusia yang dibutuhkan untuk melakukan kerja dipengaruhi oleh besarnya gerakan otot. Van Loon (1978) dalam Malcom (1991) mengemukakan, batas kemampuan mengubah energi kerja adalah sebesar 6 kkal/menit atau sama dengan 0,42 kW. Energi ini yang berubah menjadi panas hanya 10 - 15 persen, maka yang dapat digunakan untuk kerja adalah 0,144 MJ/jam.

Pupuk kimia merupakan input produksi yang bersifat padat energi, dimana untuk memproduksinya memerlukan sejumlah bahan bakar. Nilai unit energi dari pupuk berkisar antar 5,44 MJ/kg (rock phospate) hingga 61,53 MJ/kg (amonium nitrate).

Visi Cipta Pendidikan, Udayana Lintang

1. Melakukan berbagai kegiatan sebagai salah satu bentuk karya tulis, peragaan, dan demonstrasi dan menggunakan sumber-sumber yang ada untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang diperlukan untuk menghadapi dunia yang terus berubah.

2. Melakukan berbagai kegiatan sebagai salah satu bentuk karya tulis, peragaan, dan demonstrasi dan menggunakan sumber-sumber yang ada untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang diperlukan untuk menghadapi dunia yang terus berubah.



Gambar 1. Batasan Sistem Input Energi Dalam Produksi Tanaman Pangan (Vaclav *et al*, 1983)

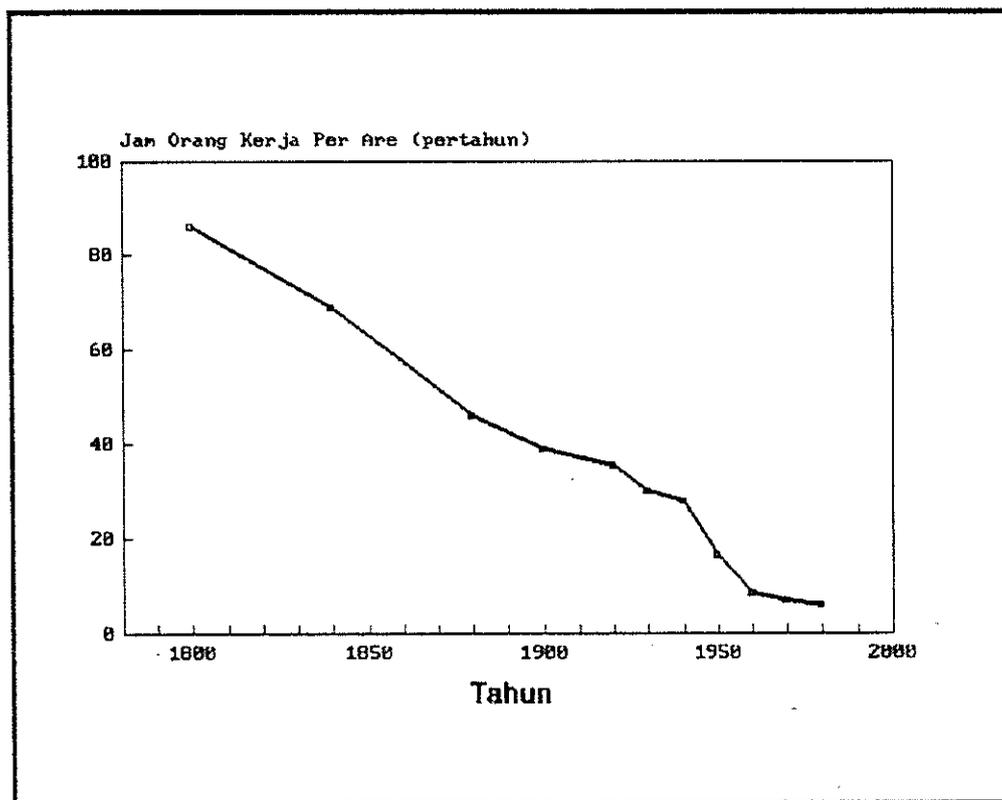
Jenis pestisida yang sering dipergunakan dalam pertanian adalah herbisida, insektisida, nematisida dan fumisida. Besar input energi untuk memproduksi bahan aktif pestisida berkisar antara 57,81 MJ/kg sampai 458,45 MJ/kg. Variasi input energi untuk bahan pestisida dipengaruhi oleh banyaknya kandungan bahan hidrokarbon dan jumlah panas atau listrik yang dipergunakan dalam proses produksinya (Pimetel, 1980) . Kebutuhan energi pada penggunaan peralatan dan mesin pertanian dapat dikategorikan ke dalam kebutuhan kebutuhan untuk memproduksi bahan baku, pemeliharaan dan perbaikan (Abdullah K, 1990).

B. TENAGA KERJA PENGOLAH TANAH

Penduduk Indonesia pada tahun 1990 menurut BPS (Biro Pusat Statistik) (1991) sekitar 179 juta jiwa dengan tingkat pertumbuhan 1,98 persen pertahunnya. Dari jumlah penduduk 57,3 persen merupakan partisipan angkatan kerja (PAK) atau sekitar 103 juta jiwa, dan diantaranya 55,9 persen bekerja pada sektor pertanian. Lebih lanjut BPS (1991) menunjukkan, produktivitas tenaga kerja di bidang pertanian relatif rendah yaitu 53,6 persen diantaranya bekerja hanya selama 35-44 jam seminggu.

Simajuntak (1981) dalam penelitiannya untuk daerah Jawa Barat, kenaikan jumlah rumah tangga (RT) lebih cepat dari pada kenaikan lahan pertanian. RT desa berkembang 21,53 persen selama kurung waktu 1973-1980 sedangkan luas areal panen, seperti lusa panen padi, hanya bertambah 7,32 persen, dan palawijn turun 0,10 persen. Hasil registrasi penduduk yang dilakukan kantor statistik Jawa Barat

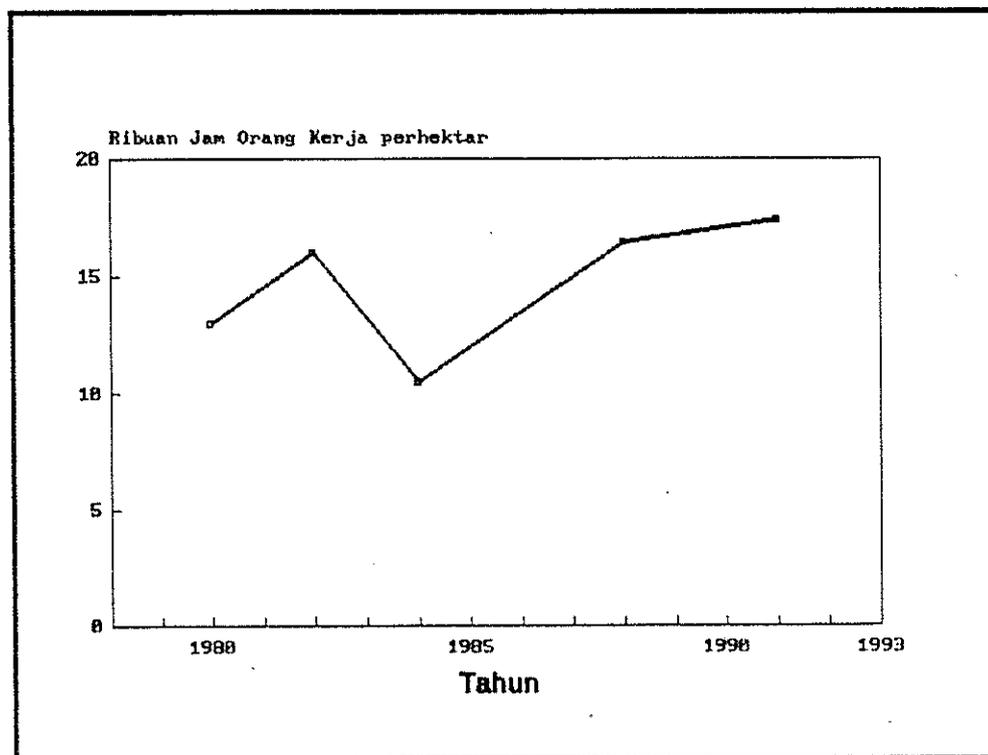
(1992). Menunjukkan kepadatan rata-rata per km² pada tahun 1991 sebesar 783,50 sedangkan tahun 1990,1989 sebesar 765,43 dan 718,92



Gambar 2. Perkembangan Tenaga Kerja di Pertanian Tanaman Pangan di Amerika Serikat. (Vaclav Smill *et al*, 1983)

Laju pertumbuhan sektor industri di Indonesiaselama kurung waktu 25 tahun PJPT I (1968-1989) berlangsung relatif cepat yakni 14,5 persen pertahun (PUSDATA DEPTAN, 1990). Sebagai perbandingan penggunaan tenaga manusia dalam pertanian tanaman pangan (jagung) pada negara dengan pertanian yang

modern (USA) dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan untuk Indonesia dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perkembangan Tenaga Kerja di Pertanian Tanaman Pangan di Indonesia (PBS, 1980-1990)

Moens (1979) mengatakan bahwa tenaga sebagai sumber tenaga pertanian kapasitasnya terbagi dalam tiga katagori yaitu; kapasitas mental, kapasitas perspektif dan kapasitas fisik. Dalam proses pengolahan tanah kapasitas fisik merupakan kapasitas yang paling berperan, melalui kapsitas ini pengeluaran tenaga seseorang dapat ditinjau dari dua segi, pertama laju metabolisme atau pengeluaran tenaga total dan kedua adalah pengeluaran tenaga mekanis yang disalurkan melalui otot.

Lebih lanjut Moens (1979) bahwa mengatakan untuk negara tropis seperti Indonesia yang mempunyai temperatur dan kelembaban tinggi maka efisiensi kerja orang kurang dari 10 persen. Studi menunjukkan kebanyakan orang dapat mengeluarkan tenaga sebesar 75 watt (0,1 Hp) untuk pria dewasa (Hopfen,1969), sedangkan Moens (1979) memberikan 40 watt untuk tenaga pria sedangkan wanita berkisar 60 persen dari tenaga tersebut.

Liljedahl *et al* (1979) dalam Faizal Amri (1988) mengatakan orang sebagai tenaga adalah tidak efektif dan tidak efisien, dan hampir tidak mungkin sebagai sumber tenaga utama jika dihubungkan dengan tingkat kenyamanan yang diperoleh. Jika pekerja di pertanian diinginkan tenaganya, maka harus sebagai penghasil tenaga yang efisien dengan mengontrol sumber tenaga pertanian yang lain.

Tenaga orang pengolah tanah sebagai salah satu sumber tenaga pertanian ketersediaannya juga dipengaruhi faktor luar seperti tingkat upah buruh diluar pertanian. Sebuah penelitian di-Jawa Barat menunjukkan bahwa dalam periode 1977-1983 upah riil mencangkul mengalami kenaikan 2,5 persen pertahun dan upah tanam 2,6 persen pertahun, kenaikan upah nyata seirama dengan kenaikan populasi traktor yang mulai meningkat dengan pesat sejak tahun 1979. Tabel 1 menunjukkan bahwa upah untuk pekerjaan yang tidak memerlukan keahlian seperti pembantu bangunan, lebih tinggi dari pada upah di sektor pertanian tanaman pangan pada 7 desa contoh di Jawa Barat.

Tabel 1. Perkembangan Upah Nyata Mencangkul, Tanam dan Pembantu Tukang di Tujuh Desa Contoh di Jawa Barat

MUSIM	MENCANGKUL (Rp/hari)	MENANAM (Rp/hari)	PEMBANTU TUKANG (Rp/hari)
MK 1977	231	124	374
MH 1977/78	227	120	379
MK 1978	243	154	371
MH 1978/79	217	132	394
MK 1979	216	130	438
MH 1979/80	202	132	492
MK 1980	229	138	473
MH 1980/81	235	133	421
MK 1981	252	158	419
MH 1981/82	244	145	410
MK 1982	263	157	446
MH 1982/83	267	156	444
MK 1983	266	176	454
Pertumbuhan Bulanan (%)	2,1	2,2	3,4

Sumber : M.H Sawit (1986)

C. TERNAK KERJA

Tenaga ternak kerja (*draft animal*) merupakan salah satu sumber tenaga pertanian yang penting. Di negara-negara berkembang untuk pekerjaan utama di bidang pertanian dilakukan dengan tenaga manusia ataupun dengan bantuan tenaga ternak (Kadir, 1987). Hopfen (1976) menduga bahwa penggunaan alat pertanian dengan sumber tenaga ternak kerja dan orang di banyak negara yang sedang berkembang masih akan berlangsung cukup lama.

Tenaga yang dihasilkan dari berbagai jenis pasangan sapi jantan berkisar antara 0,44 kW dan 0,97 kW (FAO, 1972) yang mana ditentukan oleh faktor-faktor seperti sifat-sifat tubuh, ketangkasan kerja dan pemeliharaan. Tabel 2 menunjukkan hasil studi di Afrika mengenai kapasitas gaya tarik sepasang sapi atau berbagai tenaga yang mampu dihasilkan oleh sepasang ternak sapi.

Tabel 2. Kapasitas sepasang ternak untuk meluku di Afrika

BERAT (kg)	RATA-RATA GAYA TARIK (kg)	KECEPATAN (km/jam)	TENAGA (kW)
653	90	2,2	0,55
800	80	2,0	0,45
650	80	2,5	0,57
790	100	2,5	0,74
1060	147	2,4	1,00
1110	150	2,9	1,25

Sumber : A.A Wander (1979)

Penyediaan tenaga ternak sebagai sumber tenaga ternyata tergantung beberapa keadaan antara lain musim pengerjaan usaha tani dan reproduksi ternak. M. Siregar (1984) bahwa mengatakan penggunaan ternak sebagai sumber tenaga tergantung pada musim, dimana pada musim penghujan tenaga ternak dapat menggantikan tenaga kerja manusia sebanyak 130 jam kerja sedangkan untuk musim kemarau tidak ditemui penggunaan tenaga ternak (Jawa Barat). Kendala faktor reproduksi ternak mempengaruhi penyediaan tenaga ternak dalam pertanian seperti

panjangnya selang beranak (22,5 bulan) bagi ternak besar, tidak meratanya penyebaran pejantan dan sistem kandang yang memperkecil kesempatan mengadakan perkawinan (BPPP DEPTAN, 1987). Ditambah dengan padatnya penduduk dan perkembangan perumahan membuat lahan untuk ternak makin kecil sehingga mengurangi perkembangannya.

D. MEKANISASI PERTANIAN

Penggunaan mesin dan peralatan dalam usaha pertanian terus meningkat. Sebagai contoh di Indonesia pada tahun 1983 untuk traktor tangan terdapat sebanyak 7542 unit dan menjadi 13 610 unit pada tahun 1987 atau kenaikan 81 persen dalam kurung waktu 4 tahun (DEPTAN,1989).

Penggunaan mesin dan peralatan pertanian diharapkan membawa beberapa keuntungan seperti ;(1) peningkatan hasil persatuan luas karena lebih cepat dan lebih baik kualitas olahnya, (2) peningkatan intensitas tanam sebagai hasil pengolahan yang lebih cepat dan mempersiapkan waktu antar panen dengan pekerjaan selanjutnya, (3) menghindari lahan yang tidak tergarap sebagai akibat dari kekurangan tenaga kerja,(4) meningkatkan penerimaan bagi petani pemakai sebagai hasil dari biaya pengolahan yang rendah, (5) hasil persatuan luas yang tinggi, intensitas tanam yang lebih besar dan lahan yang digarap lebih luas, (6) mengurangi kebosanan kerja, meningkatkan kenyamanan dan keselamatan kerja (M. Siregar, 1984).

Permulaan mekanisasi pertanian di Indonesia di mulai sejak tahun 1920 di pabrik gula Jatiroto (swasta) dengan diperkenalkan bajak raksasa untuk sistem tebu rayoso. Demikian pula traktor telah diperkenalkan oleh misi di Flores pada waktu yang bersamaan. Barulah Pada tahun 1950-an, kegiatan mekanisasi pertanian dilembagakan sebagai bagian dari jawatan Pertanian Rakyat yang membantu peningkatan produksi pangan.

Pada priode 1960-1970, mekanisasi pertanian berupa peralatan dengan kapasitas kecil seperti traktor tangan, spayer, pompa air dan unit penggilingan padi (RMU) diperkenalkan kepada petani untuk dimiliki secara perorangan maupun secara kelompok/koperasi. Dasawarsa 1970-1980 mempunyai ciri khusus yakni intensifikasi yang lebih digalkkan dengan penggunaan bibit unggul diikuti oleh ledakan hama/penyakit tanaman. Masa pengolahan tanah menjadi lebih singkat dan peningkatan masa panen. Penelitian untuk mempertinggi hasil sudah mulai dilakukan sedangkan lembaga di tingkat petani semakin menemukan bentuk dan makin siap menerima inovasi teknologi produksi. Pada periode 1980-1990, program intensifikasi produksi padi lebih ditingkatkan lagi dengan program Insus (Intensifikasi khusus) dan Supra Insus yang diharapkan dapat memecahkan pembatas produksi dari aspek sosial dan manajemen di lapang (Soejatmiko, 1984).

Handaka dan Soejatmiko (1992), perkembangan mekanisasi pertanian pada saat sekarang ini semakin cepat karena didukung oleh sektor lain. Sektor industri mendukung dari segi industri manufaktur alat dan mesin pertanian serta industri

pangan. Sektor jasa memberikan andil dengan pertumbuhan industri jasa pengolahan tanah dan prosesing hasil pertanian. Begitu pula dengan dengan sektor lain seperti keuangan, perbankan dan perdagangan.

E. PENDEKATAN SISTEM

Sistem didefinisikan sebagai satu set elemen atau komponen yang saling berhubungan satu sama lain dan terorganisir untuk menghasilkan satu tujuan atau satu set tujuan (Eriyatno, 1978). Sistem merupakan satu kesatuan yang utuh yang mempunyai implikasi bahwa kajian terhadap bagian sistem secara terpisah tidak akan memberikan pengertian yang lengkap mengenai sistem tersebut, hal ini disebabkan adanya interaksi antar bagian di dalam sistem (Dent dan Anderson ,1979).

Keberhasilan dalam menganalisa dan mensintetis sistem tergantung dari penjelasan dan penyerderhanaan sistem yang akan dikaji ke dalam suatu model. Model adalah gambaran dan interaksi dari suatu sistem yang nyata atau masalah sebenarnya. Dent dan Blackie (1979) menyatakan, model pada hakekatnya tidak lengkap dan tidak ada satu modelpun yang begitu lengkap pernah dikembangkan sesuai dengan kenyataan sistem pertanian. Model yang sebenarnya adalah realita atau kenyataan. Model hanya memiliki sebagaian dari komponen realita sehingga jelas selalu terdapat kekurangan ataupun kelemahan. Dalam model dapat dilakukan berbagai macam perlakuan untuk melihat pengaruh berbagai alternatif yang akan diambil terhadap sistem secara keseluruhan.

Banyak ahli menganjurkan untuk mempergunakan pendekatan sistem dan sekaligus simulasi, sebab cara ini dapat digunakan dalam memilih dan menggunakan teknologi baru (mekanis) termasuk pembuatan model dari sistem tersebut (Manetsch dan Park, 1974)

Model simulasi adalah proses perekayasa model dari suatu sistem nyata dan melakukan percobaan dengan model itu untuk melihat perilaku sistem atau mengevaluasi berbagai strategi dari operasi sistem tersebut (Shanon, 1975).

Model simulasi dapat dilakukan dengan berbagai alternatif yang akan diambil terhadap sistem secara keseluruhan. Dengan demikian dapat diketahui sensitivitas dari peubah parameter yang mungkin timbul karena perubahan dalam pemilihan teknologi ataupun kebijaksanaan mekanisasi pertanian (Abdullah dan Djojomartono, 1981). Dengan menggunakan model simulasi ini dapat diperlihatkan perubahan yang mungkin terjadi pada waktu yang akan datang. Ananto (1990) mengemukakan bahwa secara singkat model simulasi adalah metode untuk (1) menjelaskan perilaku sistem (2) membangun hipotesa yang dapat menghitung perilaku yang diamati (3) menggunakan teori tersebut untuk menduga perilaku sistem dimasa yang akan datang atau efek yang dihasilkan oleh perubahan di dalam sistem atau metode operasi.

F. MODEL KURVA GILES

Kurva Giles ini dikemukakan oleh Giles L.W , merupakan suatu kurva yang menghubungkan antara tingkat hasil dan tingkat ketersediaan tenaga di negara

berkembang dan negara maju (pertanian modern) yang merupakan suatu studi statistik secara internasional (Moens dan Wanders, 1981). Dalam kurva Giles terdapat dua wilayah yakni garis A-B dan garis C-D (Lampiran 1).

Garis A-B memberikan gambaran untuk negara-negara berkembang, dimana tingkat hasil yang tinggi banyak ditentukan oleh penerapan dan penggunaan dari bibit unggul, irigasi, pupuk, intensifikasi tanaman dan sebagainya dengan tenaga yang dominan adalah tenaga manusia dan ternak kerja. Indonesia secara keseluruhan masih termasuk dalam garis A-B, tapi Jawa untuk hingga tahun 1988 sudah mendekati posisi garis C-D (A.K. Irwanto, 1991)

Garis C-D menggambarkan situasi negara-negara dengan pertanian modern, dimana kenaikan tingkat hasil disebabkan oleh penggunaan tenaga pertanian yang relatif besar, yakni tenaga mesin pertanian (traktor dan motor bakar). Untuk Eropa dan Amerika Serikat nilainya antara 1 - 2 kW perhektar, sedangkan Jepang sampai 3,5 kW perhektar.

Perbedaan sudut antara garis C-D dan A-B disebabkan oleh perbedaan unit tenaga tiap sumber tenaga pertanian, untuk manusia sebesar 0,07 kW sedangkan ternak sebesar 0,5 kW. Giles menggunakan standar unit tenaga ini untuk memperoleh satu angka untuk seluruh kebutuhan tenaga dari berbagai sumber (A. Moens dan A.A. Wanders, 1979)

Dari tafsiran 1978, penggunaan tenaga (daya) untuk budidaya pertanian di Indonesia adalah sebesar 0,16 Kw perhektar dimana terdiri dari tenaga orang 47



persen dari jumlah keseluruhan tenaga yang dipergunakan, tenaga ternak kerja sebesar 50 persen sedangkan tenaga mekanis dan lainnya sebesar 3 persen (Moens, 1978).

Menurut Moens (1978) perkiraan kebutuhan dan penyediaan tenaga pertanian pada tahun 1988 untuk budidaya tanaman pangan di Indonesia adalah sebesar 0,24 kW per hektar dengan tingkat produksi biji-bijian sebesar 1,8 ton perha. Kenyataan pada tahun 1986 telah melampaui perkiraan tersebut. Perbandingan tenaga (daya) pada tahun 1986 adalah 30 persen tenaga orang, 67 persen tenaga ternak dan 3 persen tenaga mekanis dan lainnya (Frans J Daywin *et al*, 1991)

Menurut Giles untuk dapat meningkatkan produksi biji-bijian pada negara-negara berkembang jumlah tenaga pertanian harus sebesar 0,35 kW perhektarnya. Pada tahun 1970 Asia, Afrika dan Amerika Latin masih pada tingkat rata-rata 0,15 kW perhektar penyediaan tenaga pertanian (Moens, 1978). Studi statistik Giles (model kurva Giles), menemukan korelasi positif antara tenaga tersedia (daya) terhadap tingkat hasil tanaman pangan yakni, ketersediaan tenaga lebih kecil dari 0,19 kW perhektar, kenaikan tingkat hasil sangat dipengaruhi oleh perbaikan varitas, pengolahan, irigasi, dan pupuk. Sedangkan ketersediaan tenaga lebih besar dari 0,19 kW per hektar, kenaikan tingkat hasil sangat dipengaruhi oleh tambahan tenaga yang dipergunakan.



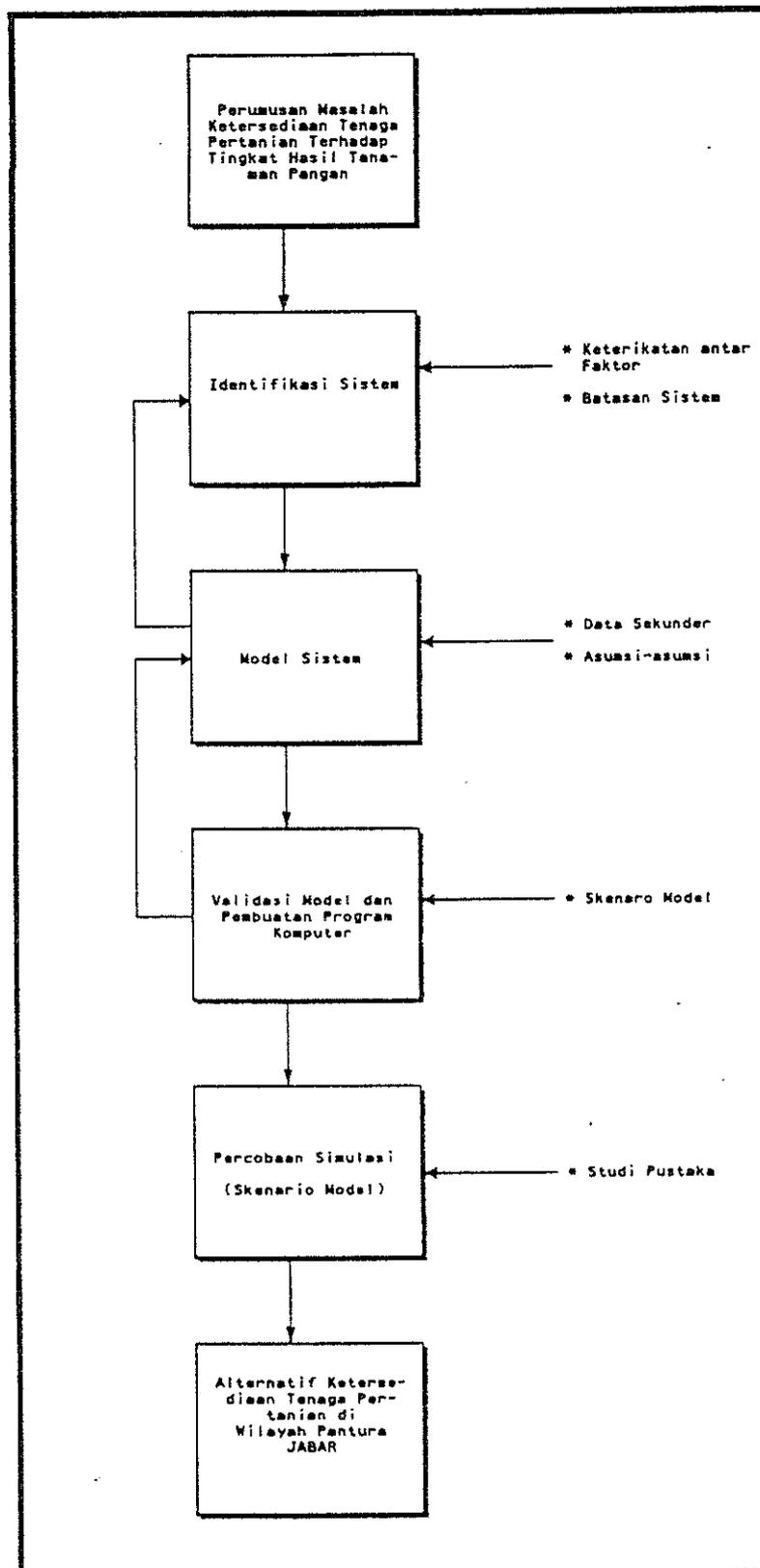
III. METODOLOGI

A. KERANGKA MASALAH

Kerangka penelitian dilakukan mengikuti pola diagram alir kerangka masalah hubungan ketersediaan tenaga pertanian terhadap tingkat hasil seperti pada Gambar 5. Identifikasi sistem dimaksudkan untuk menentukan batasan sistem dan keterkaitan antar faktor di dalam sistem. Model sistem dibentuk berdasarkan data sekunder yang didapat dari beberapa sumber (instansi pemerintah dan pustaka) yang terkait menjadi suatu model matematik. Pengujian model menggunakan uji statistik baik pengujian nilai R^2 , Uji F, maupun uji X^2 . Jika model dianggap cukup baik untuk dipakai berdasarkan uji statistik diatas maka model ini akan dijadikan sebagi masukan dalam pengolahan model dengan menggunakan komputer.

Program komputer yang digunakan adalah program komputer bahasa Power Basic yang dapat digunakan pada komputer pribadi (PC) dengan RAM sebesar 640 KB. Simulasi model untuk mendapatkan alternatif ketersediaan tenaga menggunakan beberapa skenario yang berdasarkan pada kondisi yang mungkin dan yang diharapkan. Alternatif ketersediaan tenaga (daya) merupakan kelu-aran yang berbentuk besar tenaga pertanian (kW) yang dibutuhkan ketersediaannya ataupun unit tenaga traktor

Hal yang penting dalam penelitian adalah...
1. Mengidentifikasi masalah yang akan diteliti...
2. Menentukan tujuan penelitian...
3. Menentukan metode penelitian...
4. Mengumpulkan data...
5. Menganalisis data...
6. Menyimpulkan hasil penelitian...



Gambar 5. Diagram Alir Kerangka Masalah Ketersediaan Tenaga Pertanian Terhadap Tingkat Hasil di Wilayah PANTURA JABAR.

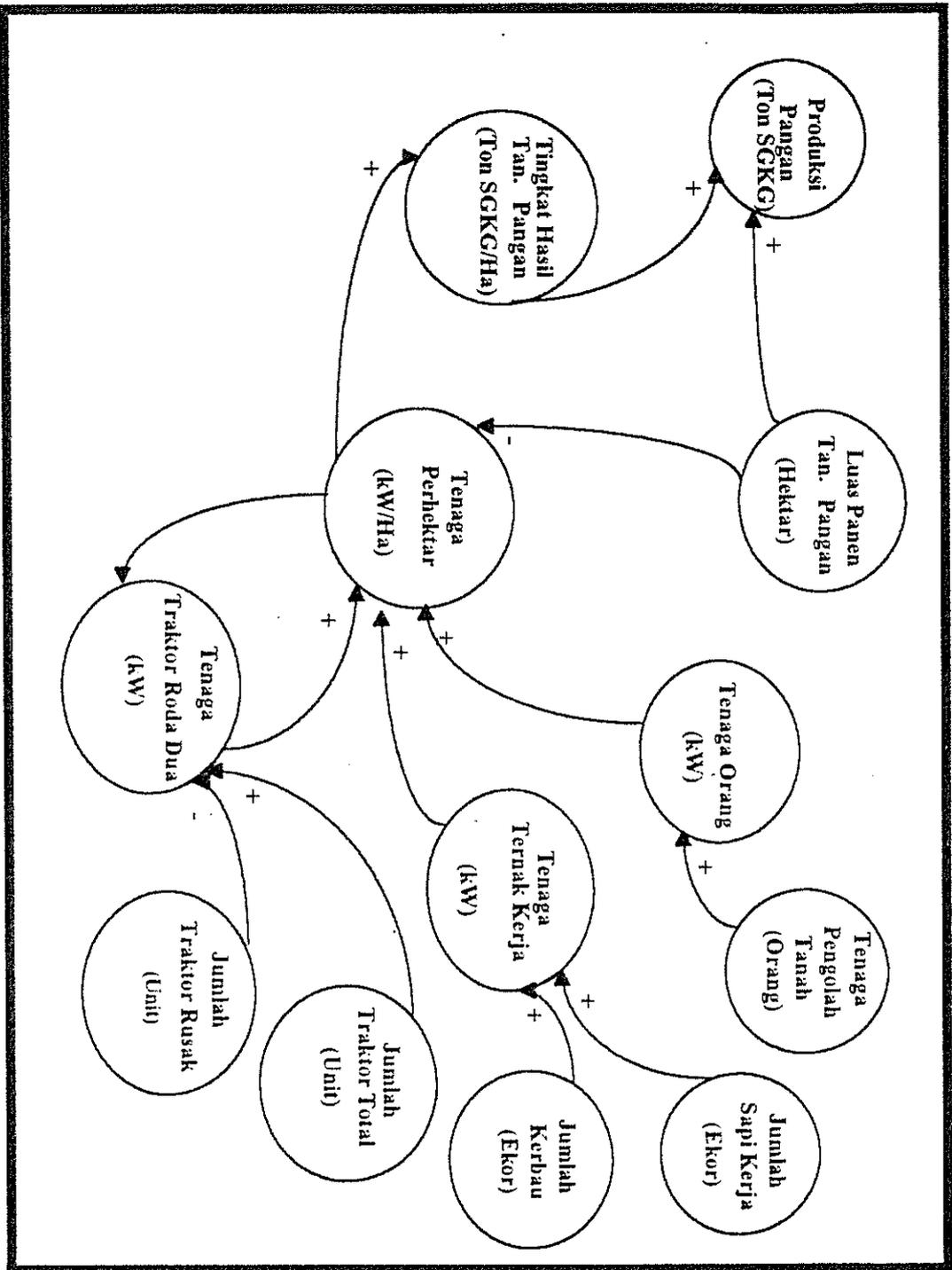
B. IDENTIFIKASI SISTEM KETERSEDIAAN TENAGA

Tujuan pengenalan sistem adalah untuk mendapatkan gambaran mengenai struktur dan batasan sistem yang dikaji, serta interaksi antar komponen di dalam sistem secara umum, ini dapat digambarkan dalam bentuk rangkaian sebab akibat (*causal loop system*) seperti Gambar 6, sehingga mengarah pada pembentukan model secara kuantitatif.

Model sistem ketersediaan tenaga pertanian berdasarkan pada hubungan antara faktor-faktor yang saling terkait dalam sistem dan perkiraan perkembangan tiap faktor di dalam sistem (sistem dinamik).

Model sistem ini terdiri dari subsistem tenaga dan subsistem produksi yang keduanya dihubungkan oleh faktor sistem model Giles. Model sistem ini merupakan sistem tertutup dimana perubahan pada subsistem produksi akan mempengaruhi subsistem tenaga begitu pula sebaliknya.

Subsistem tenaga memberikan gambaran perubahan ketersediaan tenaga secara dinamik dan terkait. Tenaga pertanian terdiri dari tenaga orang pengolah tanah, tenaga ternak kerja dan tenaga mekanis (traktor). Tenaga orang yang pada kenyataannya terdiri dari tenaga buruh tani dan petani pengolah tanah, yang mana untuk daerah PANTURA JABAR menunjukkan indikasi yang menurun disebabkan akibat dari upah buruh yang lebih baik di sektor lain dan tingkat pendidikan petani relatif rendah. Ananto (1990), untuk daerah Kerawang tenaga pengolah tanah pria mengalami penurunan dengan laju 1,51 persen pertahunnya.



Gambar 6. Sistem hubungan ketersediaan tenaga pertanian terhadap tingkat hasil di wilayah PANTURA Jawa Barat

Tenaga ternak kerja juga mengalami penurunan dikarenakan oleh faktor reproduksi maupun faktor lainnya yang menghambat perkembangan populasi ternak kerja seperti padang penggembalaan yang makin sempit maupun pakan hijau yang juga makin berkurang sedangkan permintaan akan sapi maupun kerbau potong semakin tinggi (konsumsi daging). Untuk daerah Kerawang tenaga ternak rata-rata mengalami penurunan sebesar 3,2 persen pertahunnya walaupun populasi ternak besar naik 1,3 persen pertahun walaupun permintaan akan sapi potong mengalami kenaikan sebesar 5,2 persen pertahun (Ananto, 1990).

Tenaga mekanis (traktor) menunjukkan kecenderungan naik dikarenakan dirasakan kebutuhan akan tenaga pengolah tanah semakin besar, sedangkan dua sumber tenaga pertanian yang lain mengalami penurunan.

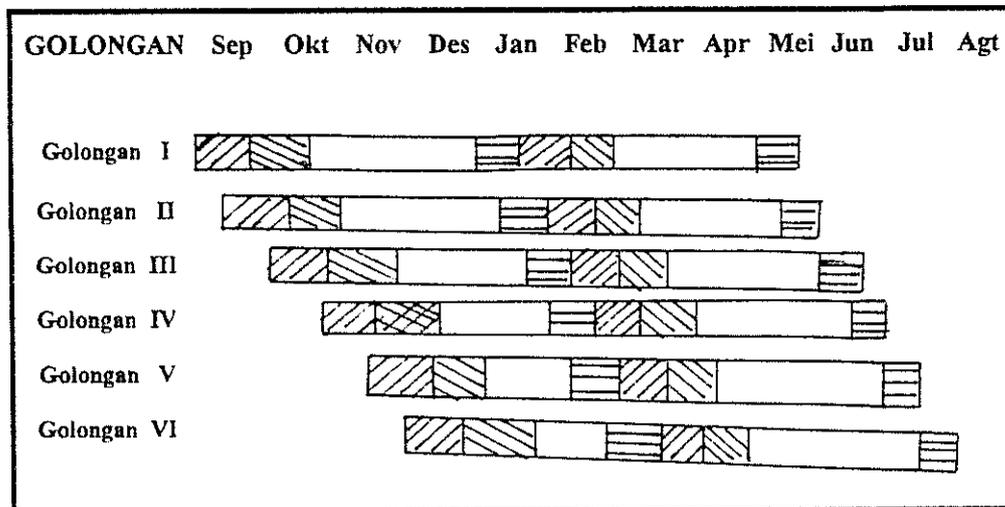
Perkembangan tenaga pertanian mekanis di wilayah PANTURA berkembang dengan cepat dikarenakan adanya jadwal pengolahan tanah dengan air irigasi, sistem penjadwalan ini mengharuskan petani menyelesaikan pengolahan tanah tepat pada waktunya agar dapat tanam serempak dan tidak terlambat untuk pertanaman berikutnya. Skema pemberian air dari Jatiluhur dapat dilihat pada Tabel 3.

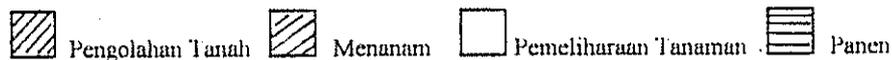
Subsistem produksi terdiri dari luas lahan tanaman pangan dan tingkat hasil tanaman pangan. Luas lahan tanaman pangan dipengaruhi oleh perubahan lahan tanaman pangan ke lahan sektor lain terutama sektor industri dan juga penggunaan lahan tidak terolah sebagai lahan pertanian dan pembukaan lahan untuk pertanian



tanaman pangan melalui program pemerintah maupun adanya kecukupan tenaga pengolah tanah.

Tabel 3. Skema Pemberian Air dari Bendungan Jatiluhur (JALUR)
(Perum otoriti Jatiluhur, 1991)





Tingkat hasil mengalami kecenderungan naik dikarenakan input produksi pertanian tanaman pangan yang makin tinggi. Teknologi bio-kimia yang selama ini digunakan dirasakan cukup baik dalam peningkatan tingkat hasil tanaman pangan akan tetapi pengoptimalan masukan faktor produksi yang lain seperti tenaga pertanian masih dirasakan kurang.

C. METODOLI PERHITUNGAN

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan berdasarkan per kabupaten di wilayah Pantai Utara Jawa Barat dan Jawa Barat, yang terdiri dari kab. Serang, Kab. Tangerang, Kab.

Bekasi, Kab. Karawang, Kab. Subang dan Kab. Indramayu dan Kab. Cirebon.

Untuk keperluan tersebut maka data yang diperlukan adalah menyangkut aspek sebagai berikut :

a. Luas lahan dan produksi

1. Luas lahan tanaman pangan
2. Luas panen tanaman pangan
3. Hasil panen tanaman pangan
4. Tingkat hasil panen (yield)
5. Perkiraan laju perluasan lahan pertanian tanaman pangan
6. Produksi bahan pangan

b. Sumber tenaga pertanian

1. Jumlah buruh tani
2. Jumlah buruh tani di sektor produksi tanaman pangan
3. Jumlah ternak sapi
4. Jumlah ternak kerbau
5. Jumlah Ternak Kerja
6. Jumlah traktor roda dua baik yang dapat dipakai maupun yang rusak

2. Perhitungan

Perhitungan dilakukan terhadap :

- a. Tingkat hasil per hektar tanaman pangan

Perhitungan dilakukan terhadap enam komoditi tanaman pangan yakni beras, jagung, ubi kayu, ubi jalar, kedelai dan kacang tanah untuk tiap kabupaten. Produksi dari enam komoditi ini kemudian dikonversikan ke bentuk setara GKG (Gabah Kering Giling) perhektar, konversi dari tiap komoditi ini dilakukan melalui perhitungan nilai kandungan energi masing-masing komoditi kemudian dikonversikan ke bentuk beras putih, dan selanjutnya di konversikan ke bentuk gabah kering giling.

b. Tingkat ketersediaan tenaga

Tingkat Ketersediaan tenaga yang dipergunakan dalam perhitungan adalah yang dipergunakan dalam produksi tanaman pangan tiap kabupaten. Sumber tenaga yang diperhitungkan terdiri dari tenaga manusia (buruh tani), tenaga ternak kerja, tenaga mesin (traktor dan motor bakar). Total tenaga yang tersedia selanjutnya dikonversikan kedalam unit kW per hektar lahan tanaman pangan.

c. Rumus umum yang digunakan

Rumus umum digunakan untuk mempermudah perhitungan dan memperjelas pengertian, rumus ini dikembangkan oleh Moens dan Wanders (1981).

Rumus umum tersebut adalah :

(1). *Rumus Umum Setara Energi Beras Putih (SEBP)*

$$\sum_{i=1}^n E_{SB} = \sum_{i=1}^n (P_i \times K_i \times KE) \dots\dots\dots (1)$$

tan. pangan



D. PROGRAM KOMPUTER

Program komputer yang dipergunakan mempergunakan bahan Power Basic (PB) salah satu aplikasi dari bahasa pemrograman basic, yang dapat di kerjakan dengan menggunakan komputer pribadi (PC) dengan RAM 640 kilo bite.

Data masukan dari program ini terdiri dari data awal simulasi. Tahun awal simulasi adalah 1991, selanjutnya data awal menggunakan data awal tahun 1990. Parameter sistem terdiri dari tingkat hasil tanaman pangan, luas panen tanaman pangan, tenaga orang dan tenaga ternak yang mempengaruhi data keluaran yakni tingkat produksi bahan pangan dan tingkat ketersediaan traktor roda dua di wilayah PANTURA.

Keluaran dari simulasi program komputer yang dapat dipakai sebagai kebijakan pengembangan sistem produksi bahan pangan di wilayah PANTURA. Data keluaran dapat merupakan tujuan yang diharapkan maupun yang tidak diharapkan, sebagai akibat dari perubahan sistem. Keluaran yang dikehendaki adalah tingkat produksi bahan pangan dan ketersediaan tenaga traktor roda dua.

E. SKENARIO MODEL SISTEM KETERSEDIAAN TENAGA

Skenario dalam simulasi digunakan untuk mengetahui keluaran dari program simulasi karena perubahan parameter tertentu dalam sistem. Nilai masukan dalam skenario diberikan berdasarkan kondisi yang mungkin terjadi atau yang diharapkan dapat diterapkan dalam sistem.



Skenario Dasar : Semua parameter mengikuti model penelitian dan antar parameter tidak terdapat hubungan secara langsung didalam program.

Skenario Dua : Parameter tingkat hasil dan luas panen tanaman pangan berubah dimana laju perubahan berubah tiap lima tahun, sedangkan parameter lain mengikuti model penelitian.

Skenario Tiga : Parameter tingkat hasil, tenaga orang dan ternak kerja berubah dengan perubahan laju perkembangan tiap lima tahun. parameter yang lain mengikuti model penelitian.

Skenario Empat : Parameter Tingkat hasil dan luas panen dibuat laju perkembangannya berubah tiap lima tahun sedangkan parameter tenaga orang dan ternak kerja dibuat tetap.

Skenario Lima : Parameter luas panen, tenaga orang dan ternak kerja dibuat laju perkembangannya berubah tiap lima tahun, sedangkan parameter lain mengikuti model penelitian.

Skenario Enam : Parameter tingkat hasil dibuat berubah dengan laju perkembangannya berubah tiap lima tahun sedangkan parameter tenaga orang dan ternak kerja dianggap tetap selama lima belas tahun simulasi. Parameter lain dianggap mengikuti model penelitian.

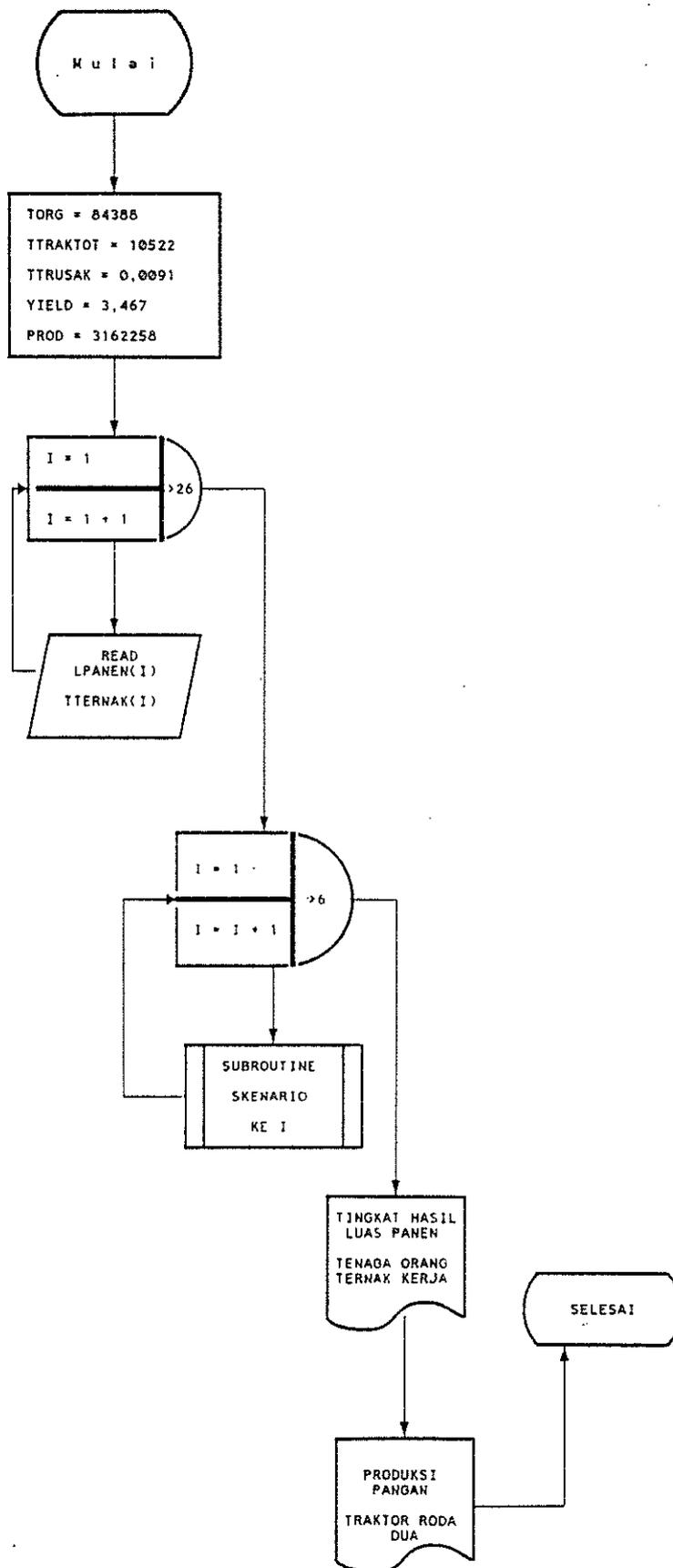
Tabel 4 memperlihatkan besarnya kenaikan perlima tahun yang dipergunakan dalam tiap perubahan



Tabel 4 Skenario-Model Ketersediaan Tenaga

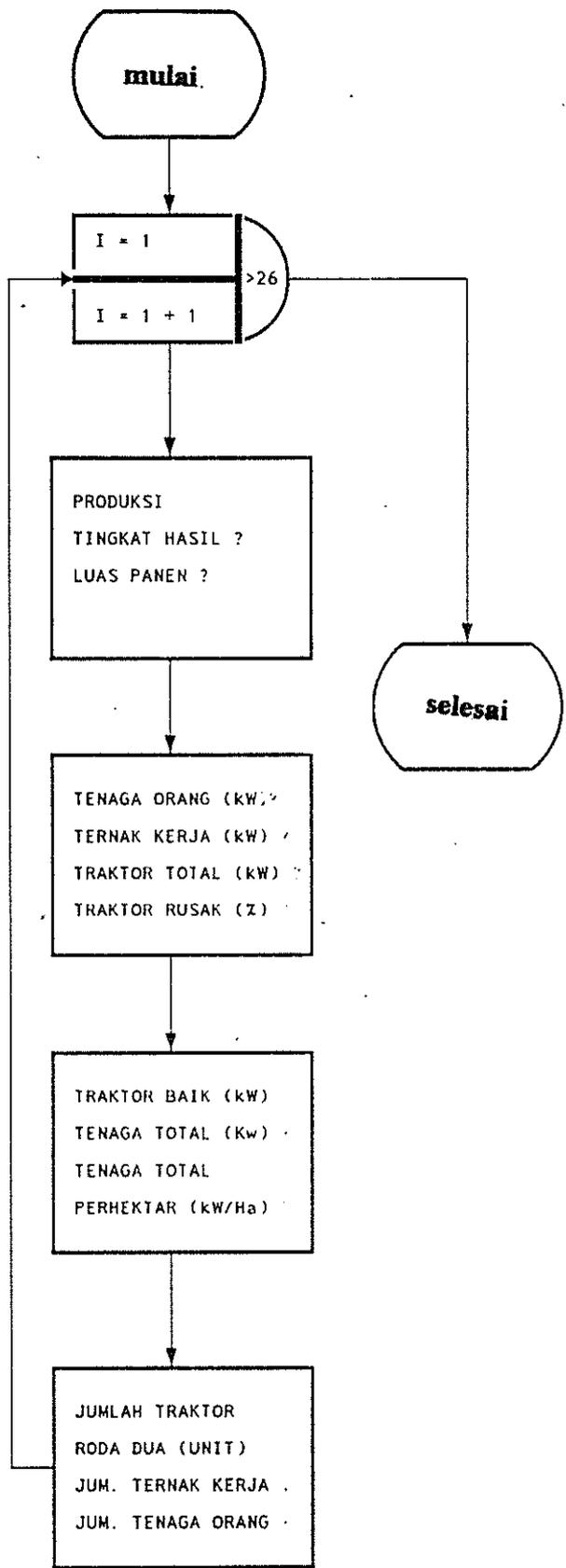
Parameter	Skenario					
	I	II	III	IV	V	VI
Tingkat hasil berubah, laju perkembangan lima tahun pertama 3,5 % pertahun lima tahun kedua 2,2 % pertahun lima tahun ketiga 1,5 % pertahun	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Luas panen berubah, laju perkembangan lima tahun pertama 2,1 % pertahun lima tahun kedua 1,8 % pertahun lima tahun ketiga 1,6 % pertahun	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tenaga Orang berubah, laju perkembangan lima tahun pertama 2,6 % pertahun lima tahun kedua 2,5 % pertahun lima tahun ketiga 1,9 % pertahun	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tenaga Ternak berubah, laju perkembangan lima tahun pertama 2 % pertahun lima tahun kedua 3 % pertahun lima tahun ketiga 3 % pertahun	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tenaga Orang dan Ternak Kerja Tetap selama lima belas tahun simulasi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

- mengikuti model penelitian
 terjadi perubahan parameter

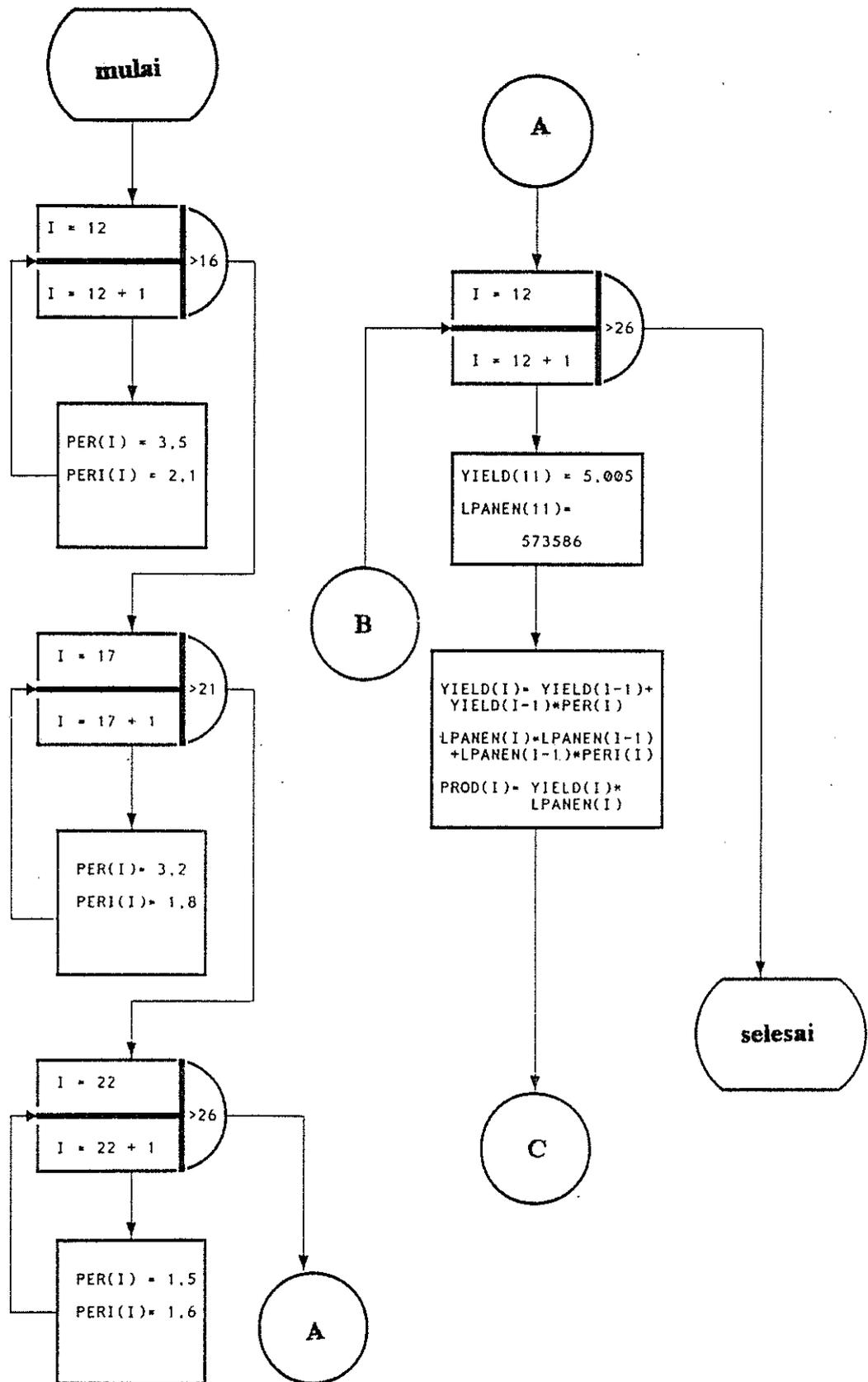


Gambar 7 Diagram Alir Simulasi Sistem Tenaga Pertanian

Media Cipta Pendidikan, Universitas Indonesia
1. Dilihatnya merupakan sebagai salah satu bentuk karya tulis, dan harus mencantumkan dan mempedikan sumber:
a. Peringkat tinggi artikel penelitian yang ditulis, penelitian, penelitian kerja ilmiah, penelitian eksperim, penelitian kerja atau penelitian atau penelitian
b. Peringkat rendah merupakan laporan penelitian yang ditulis oleh IPB University
2. Dilihatnya merupakan karya tulis yang diterbitkan sebagai salah satu bentuk karya tulis dan dapat dipublikasikan sebagai karya tulis IPB University

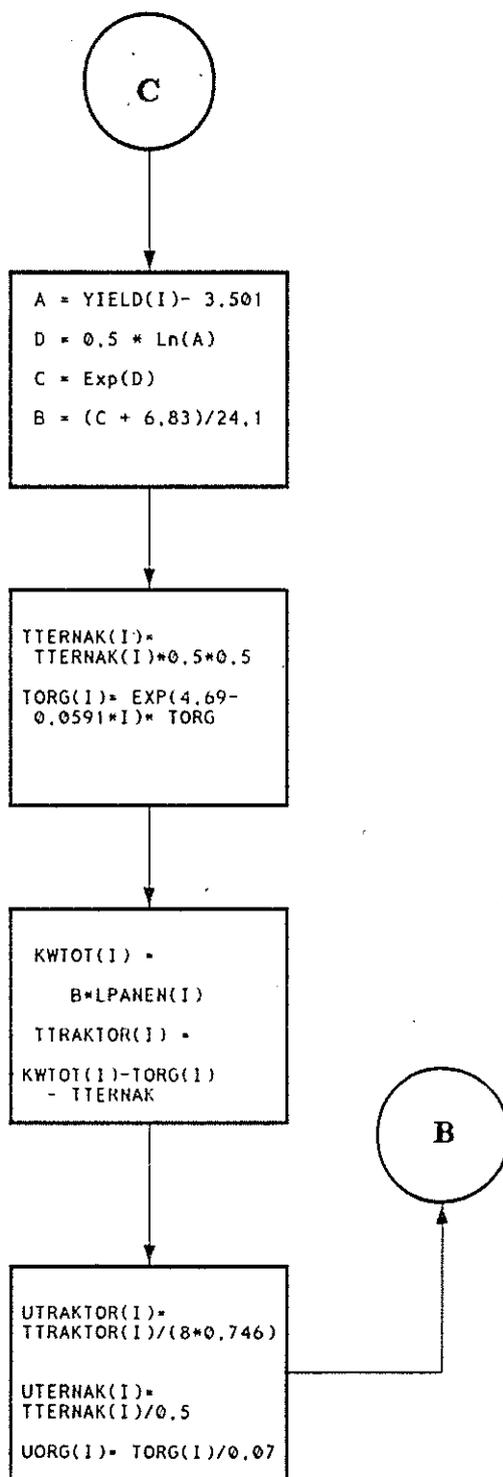


Gambar 8. Diagram Alir Subrotin Skenario Dasar

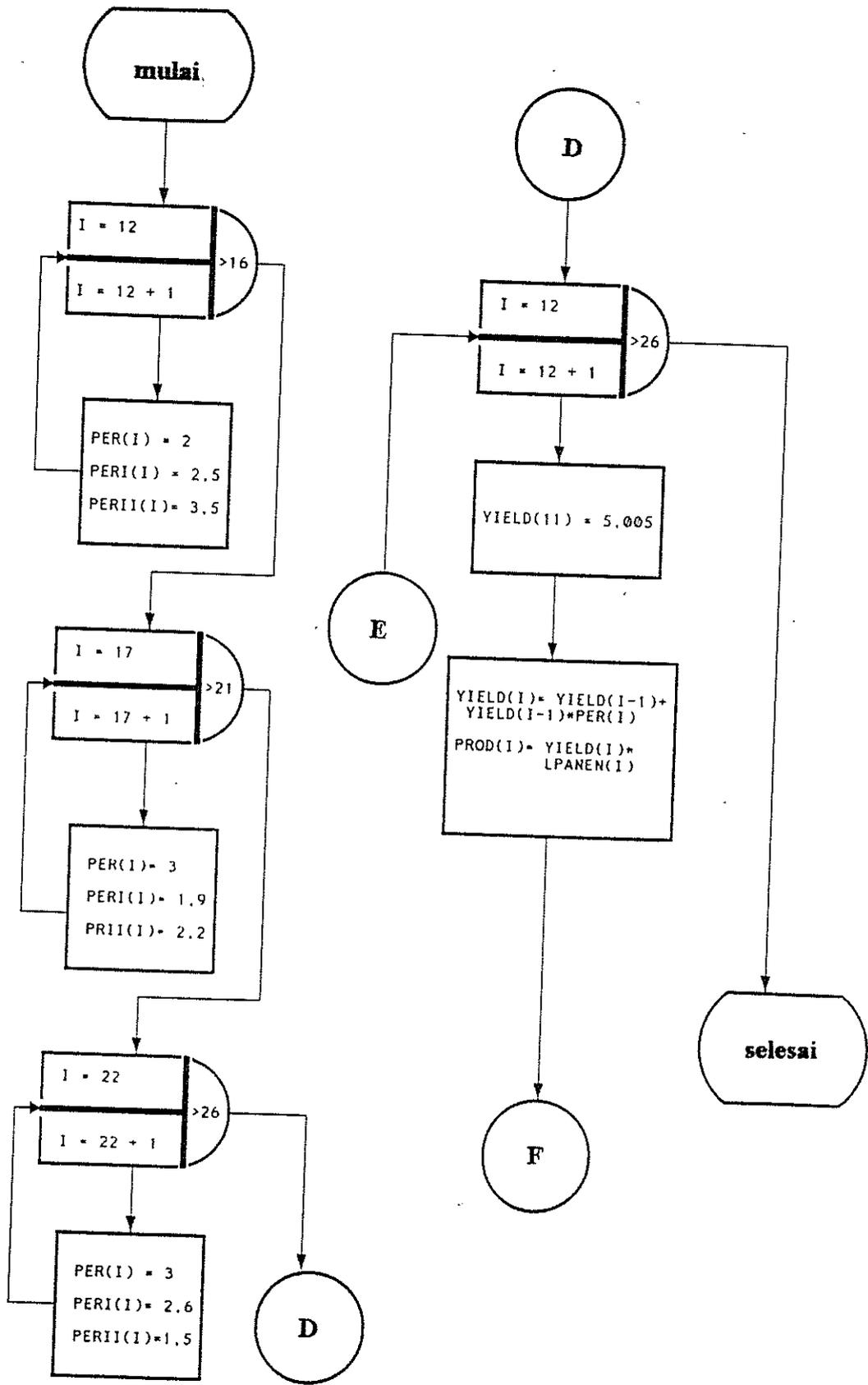


Gambar 9. Diagram Alir Subrotin Skenario Dua

Halaman 35 dari 35 halaman
 1. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: www.ipb.ac.id
 2. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: www.ipb.ac.id
 3. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: www.ipb.ac.id
 4. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: www.ipb.ac.id
 5. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: www.ipb.ac.id
 6. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: www.ipb.ac.id
 7. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: www.ipb.ac.id
 8. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: www.ipb.ac.id
 9. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: www.ipb.ac.id
 10. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: www.ipb.ac.id

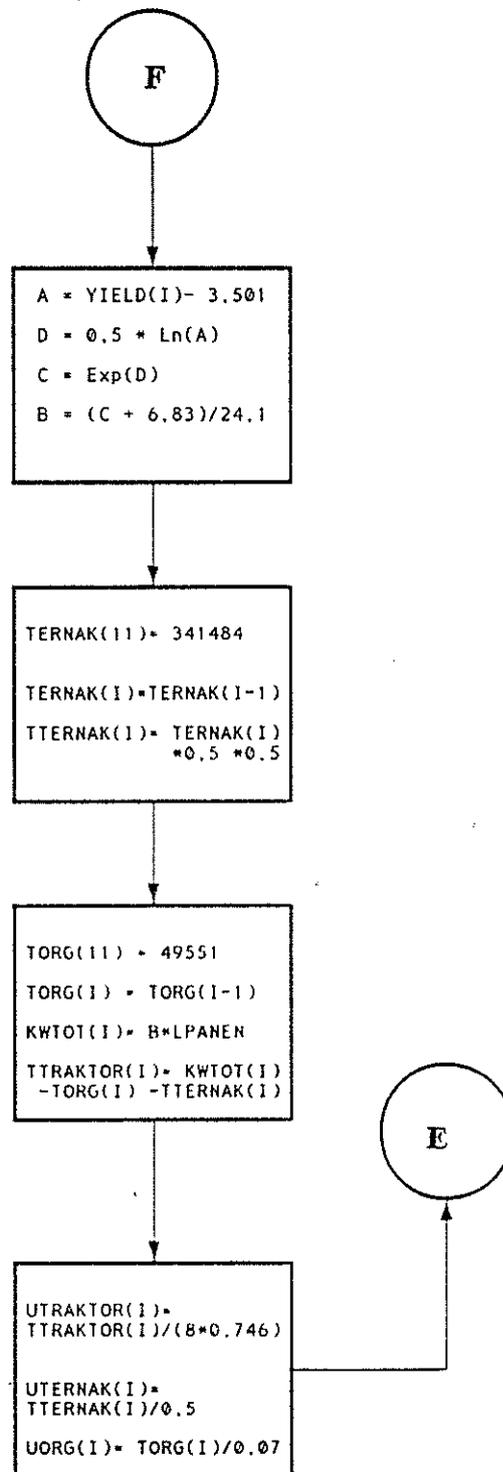


Gambar 9. (lanjutan)

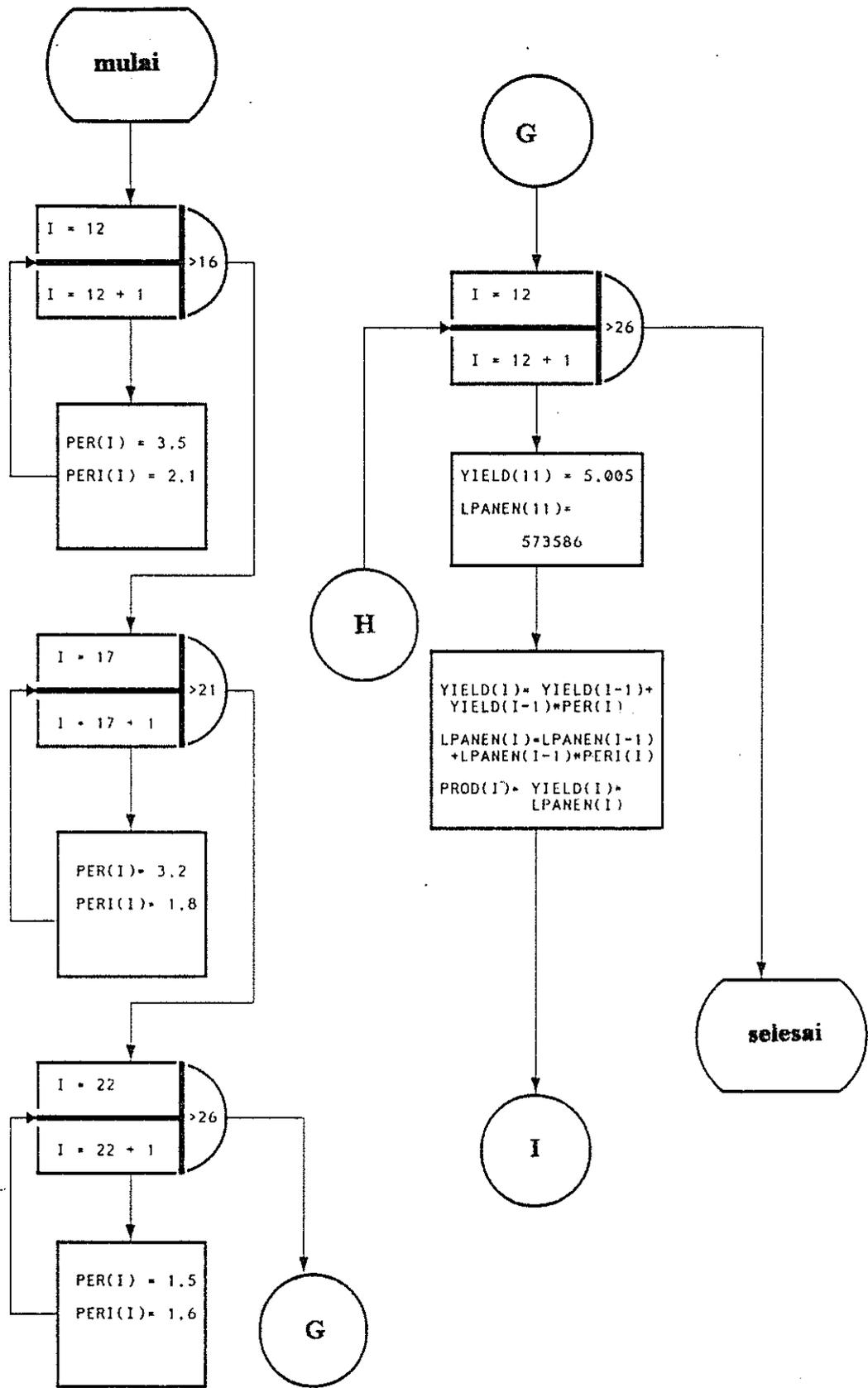


Gambar 10 Diagram Alir Subrotin Skenario Tiga

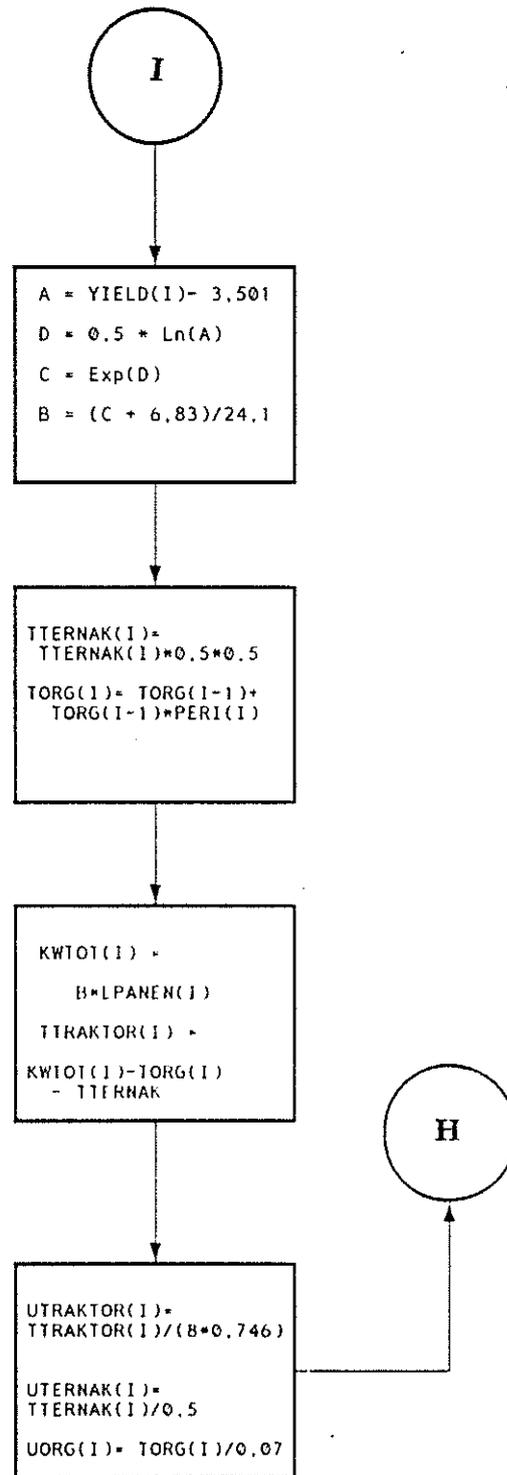
Visi Cipta Pendidikan, Unggah Unggah
 1. Meningkatkan kualitas sumber daya manusia yang profesional, berprestasi, dan berkeadilan sosial;
 2. Mengembangkan ilmu pengetahuan, teknologi, seni, dan budaya yang inovatif, berwawasan lingkungan, berkeadilan sosial, dan berkeadilan gender;
 3. Meningkatkan peran masyarakat sipil yang berkeadilan sosial, berkeadilan gender, dan berkeadilan lingkungan;



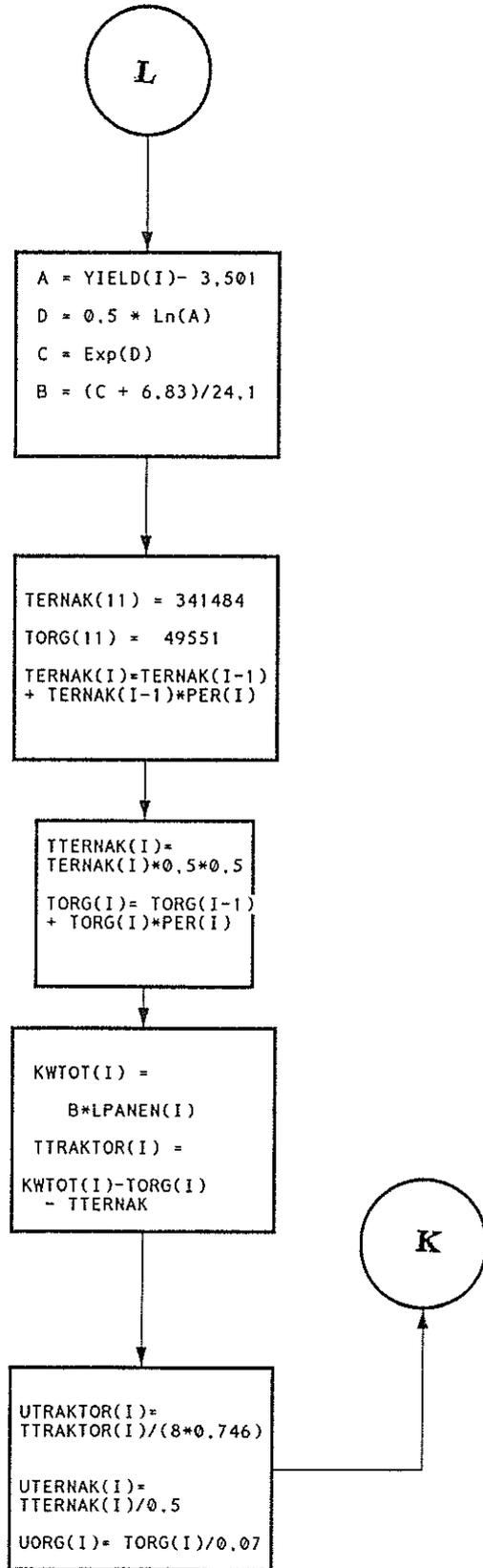
Gambar 10 (lanjutan)



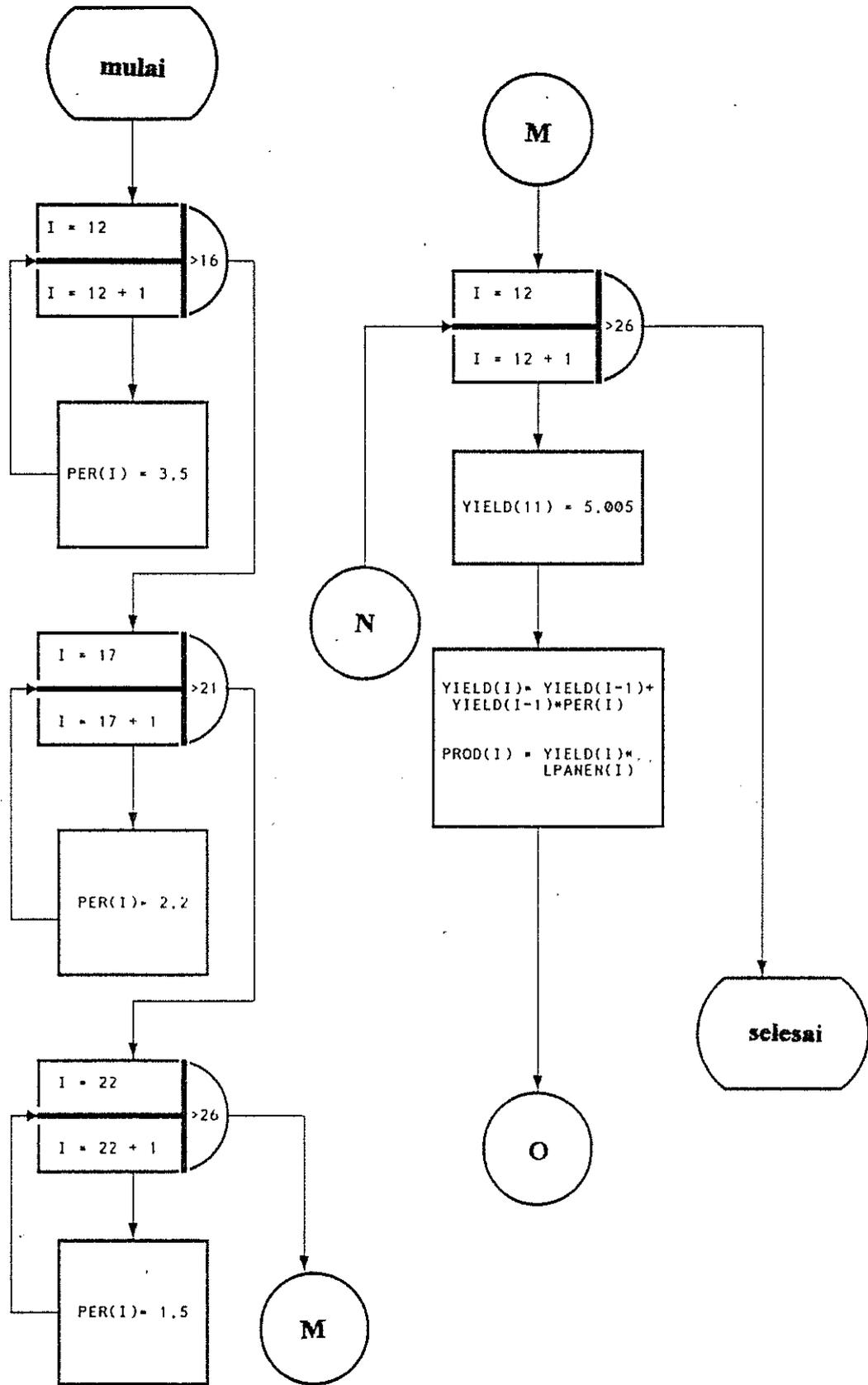
Gambar 11. Diagram Alir Subrotin Skenario Empat



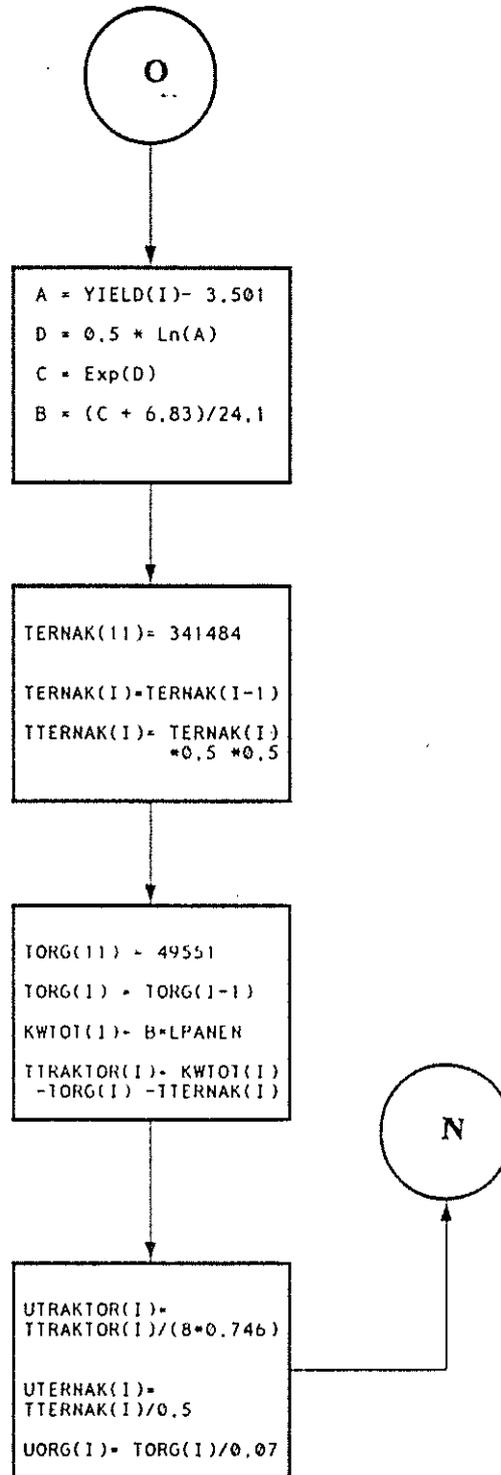
Gambar 11. (lanjutan)



Gambar 12. (lanjutan)



Gambar 13. Diagram Alir Subrotin Skenario Enam



Gambar 13. (lanjutan)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. KONDISI DAERAH PENELITIAN

1. Geografi Daerah Penelitian

Secara umum wilayah PANTURA Jawa Barat merupakan suatu dataran yang membentang sepanjang pesisir pantai utara pulau Jawa dengan ketinggian rata-rata 0-100 dpl. Dengan letak geografis tersebut wilayah PANTURA sangat idiel sebagai lahan pertanian tanaman pangan terutama padi sawah.

Serang merupakan Kabupaten yang paling Barat wilayah PANTURA Jawa Barat, daerah ini terbentang antara 105° 7' hingga 106° 22' Bujur Timur dan 5° 20' hingga 6° 21' Lintang Selatan. Secara geografis kabupaten ini berbatasan dengan Laut Jawa disebelah Utara, Selat Sunda di sebelah Barat, Kabupaten Tangerang di sebelah Timur dan Kabupaten Lebak dan Pandeglang di sebelah Selatan. Iklim daerah ini secara morfologis terbagi menjadi dua yakni iklim dataran rendah dengan suhu rata-rata 25,9 °C dan iklim dataran tinggi dengan suhu rata-rata 23 °C (BAPPEDA DATI II. KAB. Serang).

Kabupaten Tangerang merupakan kabupaten yang berbatasan dengan ibukota negara yakni DKI Jakarta, kabupaten ini mempunyai luas wilayah sekitar 1 398,57 km² dengan penduduk sebanyak 2 933 653 jiwa pada tahun 1991, kepadatannya sekitar 2 113 jiwa per km². Secara geografis daerah ini berbatas dengan Laut Jawa disebelah Utara, Kabupaten Bogor disebelah Selatan, Kabupaten

Serang di sebelah Barat dan DKI Jakarta Raya disebelah Timur (BPS Kabupaten Tangerang, 1993)

Secara geografis daerah Kabupaten DATI II Bekasi terletak antara batas-batas $106^{\circ} 49' - 107^{\circ} 27'$ Bujur Timur dan $6^{\circ} 10' - 6^{\circ} 1'$ Lintang Selatan, jarak yang terjauh antara Utara hingga Selatan $\pm 46,8$ km serta untuk arah Barat hingga Timur jarak yang terjauh $\pm 33,8$ km. Topografi daerah ini pada umumnya datar hanya sebagian saja yang landai berbukit-bukit kecil dibagian Selatan, ketinggian daerah ini berkisar antara 0 - 60 m dpl. Daerah Kabupaten DATI II luasnya sekitar 1 403,00 km² dengan sebelah Utara berbatasan dengan Laut Jawa, sebelah Barat berbatasan dengan DKI Jakarta Raya, Sebelah Selatan dengan Kabupaten DATI II Bogor sedangkan sebelah Timur berbatasan dengan daerah DATI II Kerawang.

Kabupaten Kerawang secara geografis terletak antara $5^{\circ} 56'$ hingga $6^{\circ} 34'$ Lintang Selatan dengan luas hamparan sekitar 1 753,27 km². Topografi daerah ini merupakan dataran dengan hanya sebagian kecil saja yang merupakan daerah berbukit di bagian Selatan dengan ketinggian lebih kurang 100 dpl, secara umum jenis tanah di daerah ini terdiri dari Alluvial terutama di daerah lahan sawah dataran rendah sedangkan daerah pegunungan atau berbukit (pangkalan) terdiri dari podsolik dan latosol.

Kabupaten daerah DATI II Subang mempunyai luas wilayah sekitar 2 051 769,5 km² terletak 120 km dari ibu kota negara DKI Jakarta Raya dan 60 km dari ibu kota propinsi Jawa Barat (Bandung). Daerah ini terletak antara $6^{\circ} 11'$ sampai 6°

49' Lintang Selatan dan 107° 31' sampai 107° 54' Bujur Timur dengan berbatasan dengan Laut Jawa di sebelah Utara, Kabupaten Purwakarta disebelah Barat, Kabupaten Indramayu dan Sumedang dan sebelah Selatan dengan Kabupaten Bandung.

Kabupaten DATI II Indramayu secara geografis terletak antara 107° 52' sampai 108° 36' Bujur Timur dan 6° 15' samapai 6° 40' Lintang Selatan. Jarak terpanjang antara Barat ke Timur dari daerah ini sepanjang 70 km sedangkan jarak terpanjang antara Utara ke Selatan sepanjang 40 km. Kabupaten ini berbatasan dengan laut Jawa di sebelah Utaranya, dengan Kabupaten Subang di sebelah Barat, dengan Kabupaten Majalengka dan Kabupaten Sumedang disebelah Selatan dan betrbatsan dengan Kabiupaten Cirebon di sebelah Timurnya.

Daerah Kabupaten DATI II Cirebon ini secara morfologi datarannya dapat di bagi menjadi dua bagian yakni dataran rendah di sebelah Utara dan dataran sedang dan Tinggi di sebelah Selatan dengan ketinggian hingga 150 dpl. Faktor iklim dan curah hujan di daerah ini dipengaruhi wilayahnya yang sebagianbesar terdiri dari pantai terutama daerah Utara, Timur dan Barat sedangkan daerah Selatan adalah daerah perbukitan, curah hujan rata-rata pertahun sebesar 1838 mm, curah hujan tertinggi terletak di daerah tengahdan Selatan yakni di daerah perbukitan kaki gunung Ceremai. Daerah ini berbatasan dengan Laut Jawa di sebelah Utara, Kabupaten Majalengka di sebelah Barat Laut, Kabupaten Kuningan di sebelah Selatan dan Kabupaten Brebes (Jawa Tengah) di sebelah Timur.

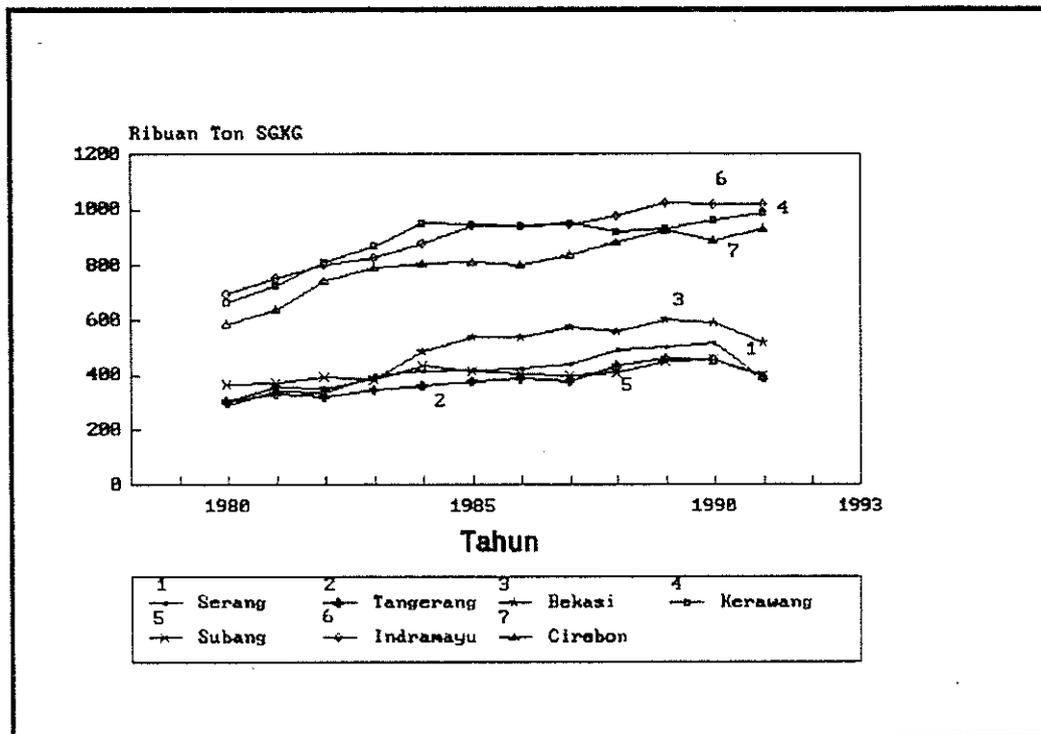
2. Produksi Tanaman Pangan

Produksi bahan pangan padi dan palawija di daerah Pantura Jawa Barat terus mengalami kenaikan seiring dengan fungsi daerah Pantura sebagai sentra penghasil padi untuk daerah Jawa Barat dan sekitarnya.

Kenaikan produksi ini dikarenakan oleh potensi daerah itu sendiri dan adanya upaya juga penggalakan program pemerintah untuk peningkatan produksi seperti program BIMAS, INSUS, maupun Supra INSUS baik untuk padi maupun komoditi pangan yang lainnya. Ternyata upaya pemerintah tersebut telah terbukti mampu meningkatkan hasil tanaman pangan di wilayah PANTURA Jawa Barat.

Produksi padi dan palawija di wilayah ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan akan bahan pangan seiring dengan peningkatan jumlah penduduk maupun sektor yang lain yang membutuhkan bahan baku dari subsektor tanaman pangan. Produksi dalam Setara Gabah Kering Giling (SGKG) tiap kabupaten di wilayah PANTURA dapat dilihat pada Gambar 14. Laju peningkatan total bahan pangan dalam SGKG untuk wilayah ini adalah sebesar 11,18 pertahunnya dalam kurung waktu 1980 -1991.

Produksi bahan pangan total di dapat dari penyetaraan produksi tiap bahan pangan, padi, jagung, ubi kayu, ubi jalar, kacang tanah dan kacang kedele ke dalam setara gabah kering giling, dimana tiap bahan pangan selain padi disetarakan ke bentuk padi (setara energi). Untuk wilayah PANTURA, produksi padi dan palawija dalam nilai SGKG pada kurung waktu 1980-1991 dapat dilihat pada Gambar 15

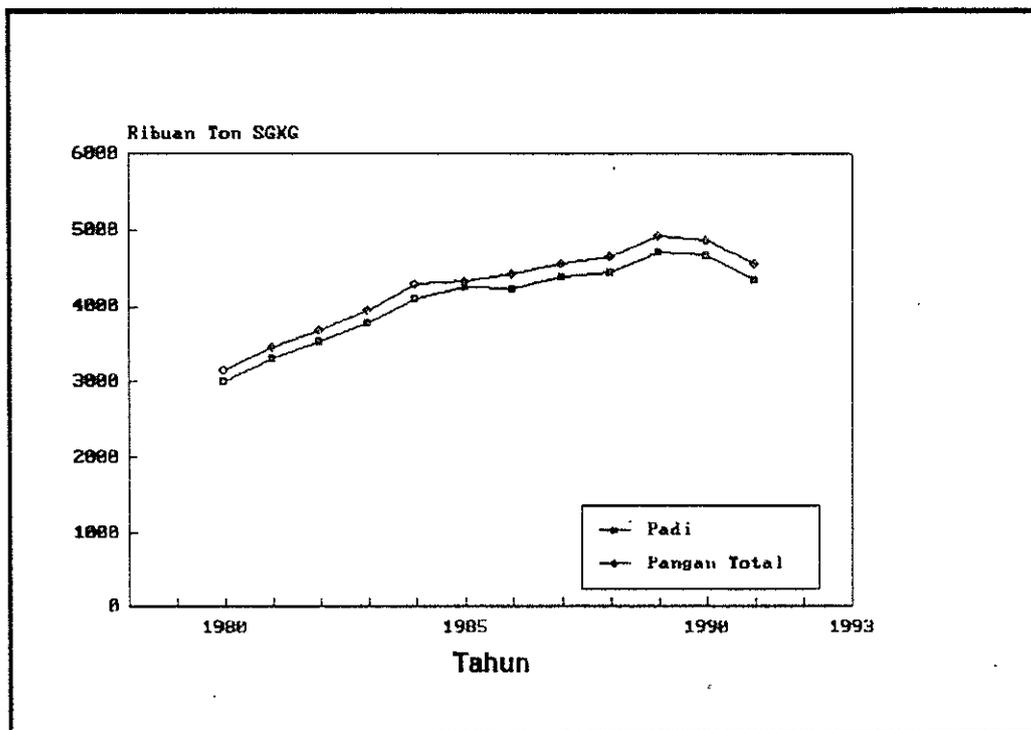


Gambar 14. Produksi Tanaman Pangan di Wilayah PANTURA tiap Kabupaten

3. Luas Panen Tanaman Pangan

Luas panen tanaman bahan pangan merupakan luas tanam pangan dikalikan indeks tanamnya. Perubahan luas panen tanaman pangan ternyata dalam kurung waktu 1980-1991 menunjukkan tetap. Kecenderungan ini kemungkinan besar adanya keseimbangan relatif antara perluasan areal tanaman pangan dengan konversi lahan dari lahan pertanian ke non pertanian (perumahan, industri). Akan tetapi, lahan yang potensi dikembangkan untuk menjadi lahan pertanian cukup banyak, sehingga perluasan lahan tanaman pangan masih potensi untuk ditingkatkan dengan

dibarengi pengembangan jaringan irigasi. Upaya ini mampu mempertahankan luasan pertanian tanaman pangan di PANTURA Jawa Barat.

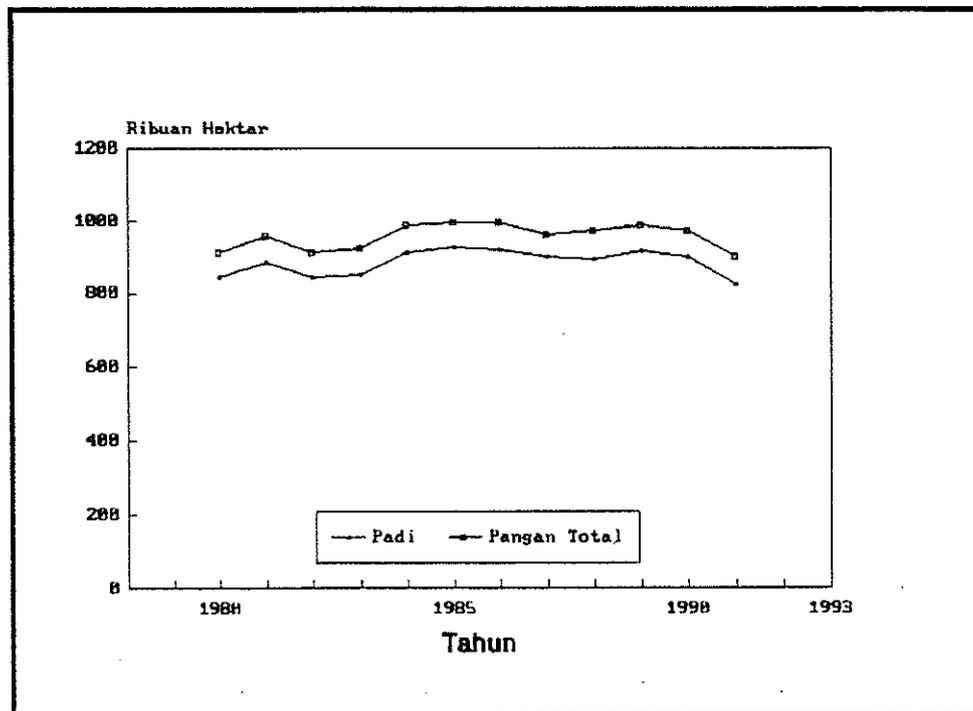


Gambar 15. Produksi Tanaman Pangan

Luas panen tanaman pangan di wilayah PANTURA menunjukkan kecenderungan tetap, sehingga untuk mempertahankan kenaikan produksi upaya yang harus dilakukan dititik beratkan pada kenaikan tingkat hasil tanaman pangan perhektar. kenaikan ini banyak ditentukan ditentukan oleh tingkatan teknologi yang diterapkan oleh pemerintah. Gambar 16 menunjukkan perkembangan luas panen tanaman padi dan palawija di wilayah PANTURA

Dalam rangka peningkatan produksi dan mempertahankan swasembada di wilayah PANTURA Jawa Barat, program ekstensifikasi tidak mungkin lagi untuk

dilaksanakan. Dengan demikian upaya mengembangkan program intensifikasi merupakan salah satu jalan keluar utama.

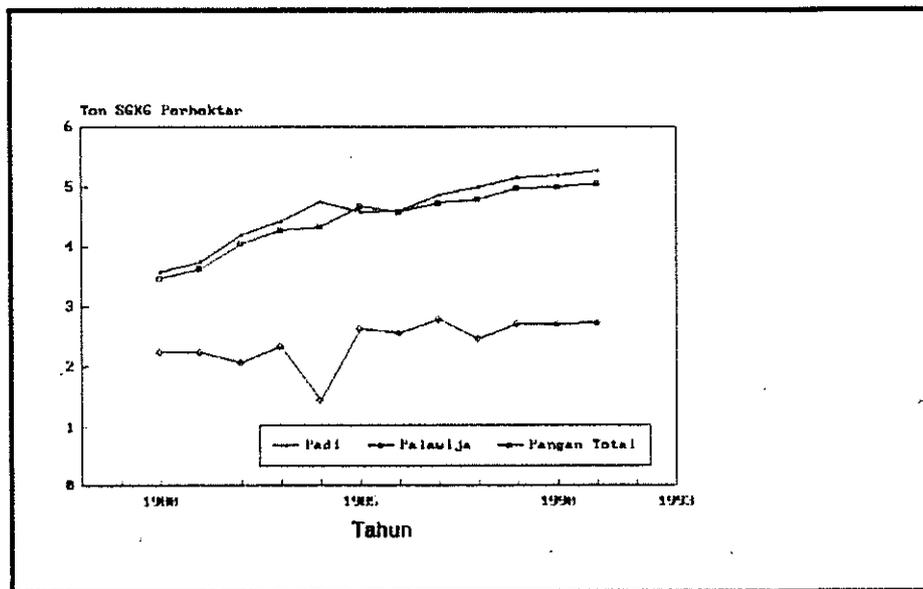


Gambar 16. Luas Panen Tanaman Pangan

4. Tingkat Hasil Tanaman Pangan

Tingkat hasil untuk daerah Pantura menunjukkan kecenderungan yang meningkat. Peningkatan ini nampaknya merupakan akibat adanya peningkatan teknologi produksi yang diterapkan. Peningkatan teknologi yang sedang digalakkan adalah program Insus maupun Supra Insus. Selama kurung waktu 1980-1991 rata-rata yang berhasil dicapai sebesar 3,83 persen pertahun untuk tanaman pangan.

Namun demikian ternyata bahwa laju kenaikan tingkat hasil perhektar cenderung relatif menurun pada tahun tahun terakhir dibanding pada tahun sebelumnya. Perkembangan tingkat hasil perhektar dalam kurung waktu 1980-1991 diperlihatkan oleh Gambar 17



Gambar 17. Tingkat hasil Tanaman Pangan

5. Tenaga Pertanian

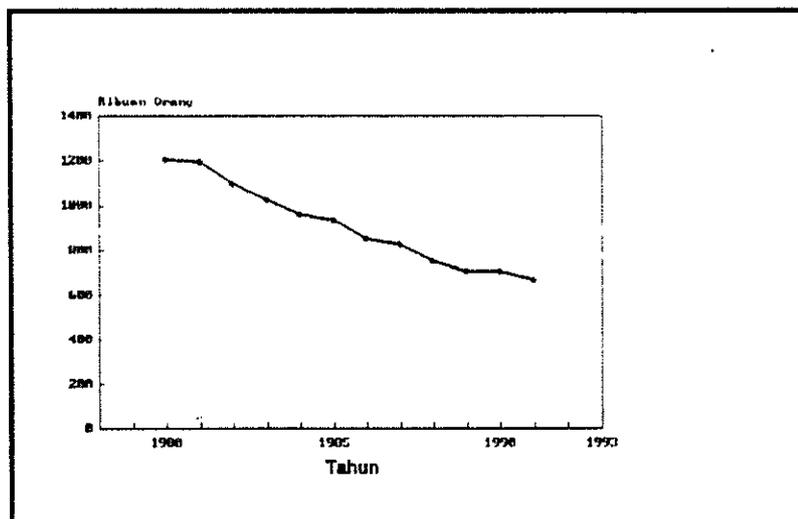
Dalam kegiatan pengolahan tanah, di wilayah PANTURA Jawa Barat terdapat tiga jenis sumber tenaga yang dipergunakan, yakni tenaga orang pengolah tanah, ternak kerja dan tenaga mekanis (traktor roda dua). Secara umum diantara ketiga jenis sumber tenaga, ketersediaan tenaga ternak (kW) lebih besar dibanding dengan dua sumber tenaga yang lain. Akan tetapi, dalam beberapa tahun terakhir selama kurun waktu 1980-1991, jumlah kW sumber tenaga ternak kerja mengalami penurunan. Diduga karena lahan penggembalaan, pakan, serta tingkat reproduksi

yang makin kurang dan juga semakin meningkatnya kebutuhan akan daging ternak untuk konsumsi daging.

(a) Tenaga Orang Pengolah Tanah

Di wilayah PANTURA, jumlah orang pengolah tanah mengalami penurunan yang drastis. Ternyata penurunan ini mengikuti model eksponensial. Terdapat dua faktor nampaknya menjadi penyebab perkembangan tersebut, seperti yang dikemukakan oleh Ananto (1991). Kedua faktor tersebut adalah tingkat upah pada subsektor pertanian tanaman pangan relatif lebih rendah dibandingkan dengan tingkat upah pada sektor yang lain, terutama sektor industri dan jasa, faktor kedua adalah tingkat pendidikan/pengetahuan masyarakat desa yang semakin tinggi.

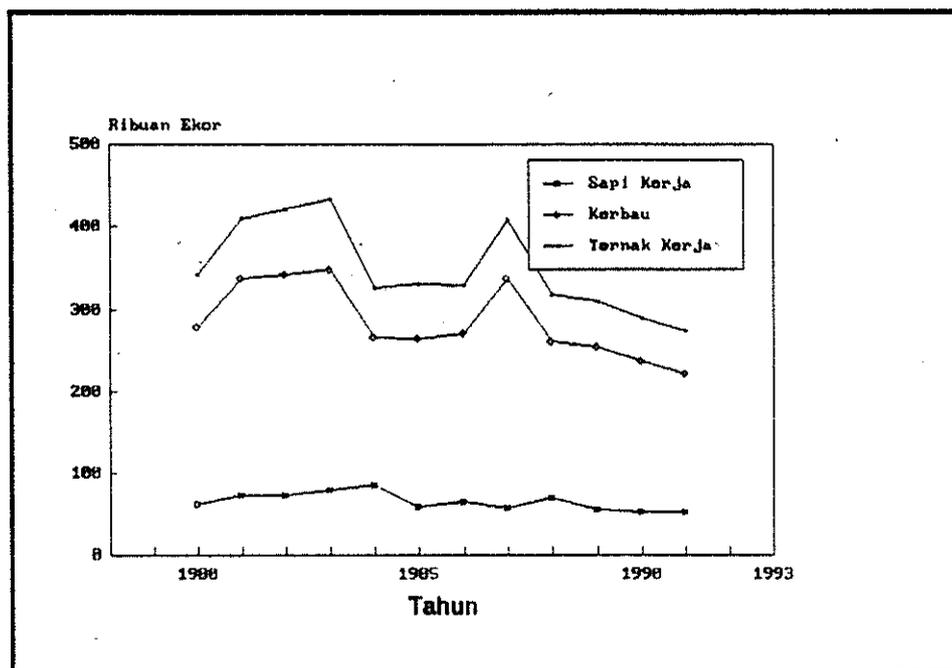
Gambar 18 menunjukkan perkembangan tenaga orang pengolah tanah di wilayah PANTURA, dimana dalam kurun waktu 1980-1991 mengalami penurunan rata-rata sebesar 3,72 persen pertahun.



Gambar 18. Tenaga Orang Pengolah Tanah

(b) Ternak Kerja

Tenaga ternak merupakan tenaga pertanian yang dominan di wilayah PANTURA, akan tetapi ketersediaan tenaga ternak kerja ternyata semakin menurun. Penurunan yang kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor yang diantaranya diduga adalah permintaan hewan potong yang semakin meningkat, tingkat reproduksi yang rendah dan bertambahnya penggunaan traktor roda dua. Gambar 19 menunjukkan perkembangan ketersediaan tenaga ternak dalam kurun waktu 1980-1991 rata-rata penurunannya sebesar 0,11 persen pertahun



Gambar 19. Populasi Ternak Kerja

(c) Tenaga Mekanis

Tenaga mekanis yang dipergunakan dalam pertanian tanaman pangan di wilayah PANTURA adalah tenaga mekanis traktor tangan roda dua dengan tenaga

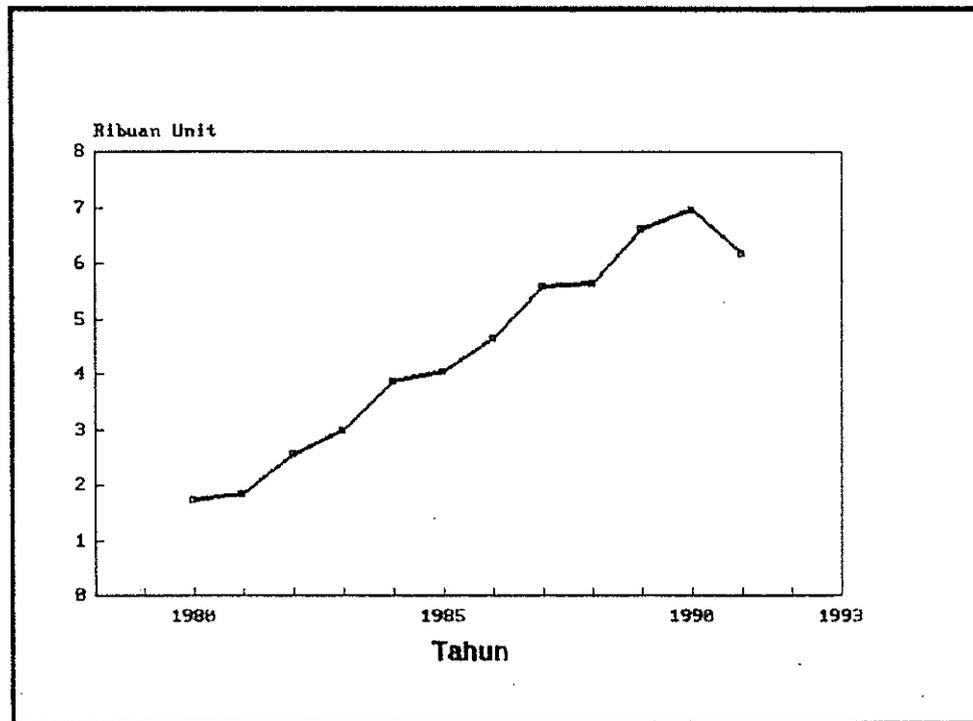
rata-rata 8 Hp. Ketersediaan akan sumber tenaga pengolah tanah yang terasa semakin berkurang akibat semakin berkurangnya ketersediaan tenaga orang dan ternak kerja untuk pengolahan tanah. Perkembangan ini selanjutnya menyebabkan semakin dibutuhkannya tenaga mekanis sebagai pengisi kekurangan yang terjadi terutama pada masa-masa pengolahan tanah.

Sistem pembagian air yang bergilir dan kekurangan tenaga orang untuk mengolah tanah menyebabkan perlunya tersedia tenaga setiap saat secara cepat dan tepat waktu. Oleh karena itu peranan traktor roda dua sangat dibutuhkan dalam solusi tersebut. Dengan demikian penggunaan tenaga penggunaan tenaga mekanis disini bukan untuk mensubsitusi tenaga orang, melainkan untuk memenuhi kekurangan yang terjadi pada saat-saat puncak (*peak time*). Pengertian ketersediaan tenaga traktor roda dua disini adalah jumlah keeseluruhan unit traktor dikurangi dengan jumlah traktor yang rusak (tidak dapat digunakan). Gambar 19 menunjukkan perkembangan tenaga mekanis traktor roda dua untuk 1980-1991, dimana traktor roda dua memberikan gambaran meningkat dengan pertumbuhan 20,98 persen pertahun.

6. Model Kurva Giles

Model kurva Giles merupakan model analisis hubungan antara ketersediaan tenaga perhektar (kW/Ha) terhadap tingkat hasil tanaman pangan (ton hasil perhektar), yang diperkenalkan oleh Giles (1980) dan kemudian dikembangkan oleh Moens dan Wanders (1984). Seperti telah diutarakan bahwa sumber tenaga

pengolah tanah yang dimaksud terdiri dari tenaga orang pengolah tanah, ternak kerja, dan traktor roda dua.



Gambar 20. Tenaga Traktor Roda Dua Pengolah Tanah

Untuk wilayah PANTURA Jawa Barat tingkat hasil memperlihatkan kenaikan dengan rata-rata 3,83 persen pertahun dalam kurung waktu 1980-1991. Tenaga pertanian secara keseluruhan menunjukkan perkembangan yang berbeda diantara ketiga jenis sumber tenaga. Tenaga orang turun secara drastis, ternak kerja juga mengalami penurunan, sedangkan tenaga traktor roda dua mengalami kenaikan. Tabel 5 menunjukkan hubungan tenaga perhektar dan tingkat hasil tanaman pangan pertahun.

Tabel 5. Tenaga Pertanian Perhektar dan Tingkat Hasil Tanaman Pangan

TAHUN	TENAGA PERTANIAN			TENAGA/ HEKTAR (kW/Ha)	TINGKAT HASIL (Ton SGKG/Ha)
	Orang (kW)	Ternak (kW)	Traktor (kW)		
1980	84387,66	107519,6	10426,10	0,222	3,467
1981	83679,81	108508,0	11022,90	0,212	3,626
1982	83679,81	104437,5	15152,75	0,222	4,041
1983	76978,16	105473,5	17689,52	0,216	4,273
1984	67340,49	106565,0	22946,86	0,199	4,337
1985	59674,23	106411,5	24068,15	0,191	4,683
1986	57880,69	102017,0	27703,46	0,188	4,572
1987	82396,68	105902,5	33265,63	0,230	4,735
1988	51081,73	105097,0	33528,22	0,195	4,787
1989	49550,76	105487,5	39167,98	0,197	4,972
1990	47743,15	109945,0	41358,24	0,204	5,005
1991	46723,81	108953,5	36667,39	0,213	5,059

E. MODEL SIMULASI

1. SUBMODEL LAJU PENINGKATAN PRODUKSI

Grafik laju peningkatan produksi terhadap tahun 1980 (1980=100%) yang merupakan hubungan antara persentasi kenaikan produksi pangan terhadap waktu (tahun). Laju kenaikan pada skenario dasar dapat didekati dengan persamaan 3.

$$P_d = 96,38 + 22,66 \ln t \dots\dots\dots (3)$$

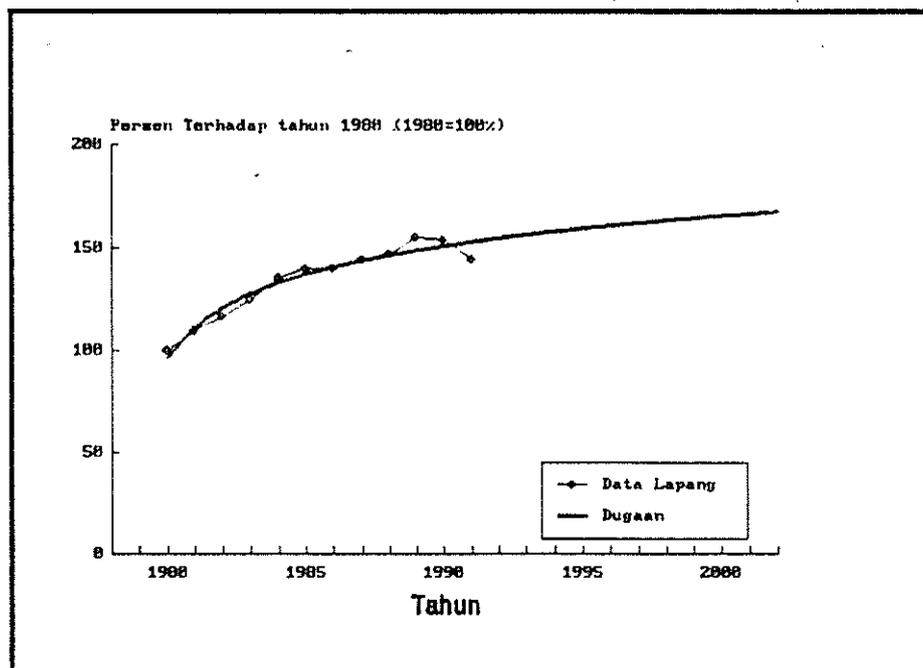
dimana,

P_d = Produksi bahan pangan tanaman pangan dalam persentasi terhadap tahun dasar 1980 (1980=100%)

t = Tahun prediksi dimulai tahun 1980 (1980=1)

Submodel produksi bahan pangan di wilayah PANTURA yang didekati dengan persamaan 3, merupakan suatu persamaan berdasarkan deret waktu yang pendekatannya menggunakan metode Regresi. Model matematik persamaan 3 mempunyai nilai R kuadrat sebesar 94,5 persen dengan nilai uji F hitung sebesar 172,30 yang nilainya lebih besar dari F tabel, $F_{(0,01,2)} = 64,5$. Dengan demikian model matematik tersebut dapat dipakai untuk mendekati kondisi produksi pangan di wilayah PANTURA Jawa Barat.

Gambar 21 memperlihatkan plot data laju perkembangan produksi pangan dan plot garis persamaan 3.



Gambar 21. Presentasi Produksi Tanaman Pangan Terhadap Tahun 1980 (1980=100%)

2. Submodel Laju Luas Panen Tanaman Pangan

Laju luas tanaman pangan (hektar) yang merupakan hubungan antara persentasi kenaikan luas panen terhadap tahun 1980 (1980=100%) terhadap waktu yang juga merupakan hubungan deret waktu. Submodel ini sangat berfluktuasi (musiman) terhadap waktu sehingga pendekatan modelnya dilakukan dengan menggunakan metode peramalan Box Jenking (ARIMA), sehingga persamaan yang diduga mendekati kondisi laju perkembangan luas panen adalah persamaan 4.

$$A_t = 0,0001 \times A_{t-6} + 1,000 \times A_{t-12} \dots \dots \dots (4)$$

dimana,

A_t = Luas panen tanaman pangan (hektar) pada tahun ke t

A_{t-6} = Luas panen enam tahun sebelum tahun ke t

A_{t-12} = Luas Panen 12 tahun sebelum tahun ke t

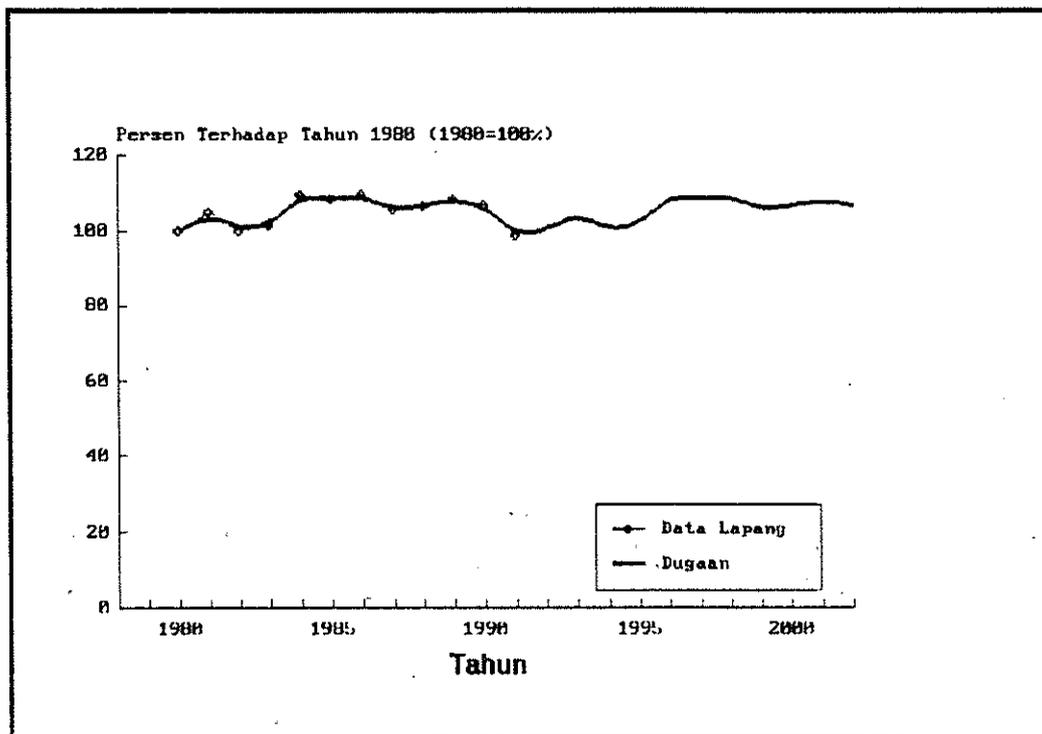
Sedangkan untuk mendapatkan persentasi perkembangan dari luas penen tanaman pangan pada tahun ke t dengan membandingkan dengan tahun 1980 (tahun 1980 = 100%).

Perkembangan luas panen tanaman pangan bersifat fluktuatif dalam kurung waktu 1980-1991. Ternyata metode pemulusan dan regresi kurang dapat digunakan karena tingkat kepercayaan (R kuadrat) cukup rendah. Metode yang digunakan dalam mendapatkan persamaan matematik laju pertumbuhan luas panen tanaman pangan wilayah PANTURA adalah metode peramalan Box Jenking yang lebih dikenal dengan metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Avarage).

Gambar 22 menunjukkan plot data luas panen tanaman pangan di Wilayah

PANTURA Jawa Barat dan dugaan luas panen dari persamaan 4.

Persamaan 4 mempunyai nilai uji Q sebesar 3,8760 yang lebih kecil dari nilai chikuadrat tabel, $X^2_{(97,11)} = 3,8768$. Dengan demikian persamaan ini cukup tepat digunakan untuk menduga laju pertumbuhan luas panen tanaman pangan .



Gambar 22. Persentasi Luas Panen Terhadap Tahun Dasar 1988 dan Dugaan 10 Tahun ke Depan

3. Submodel Laju Tingkat Hasil

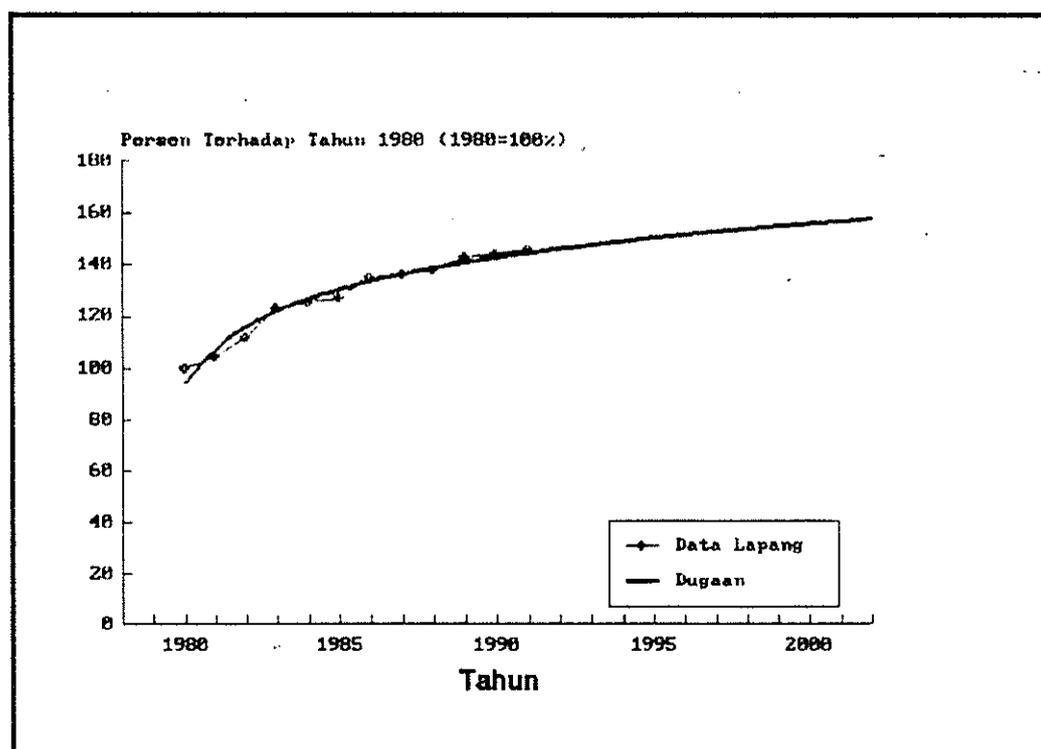
Model matematik laju kenaikan tingkat hasil tanaman pangan (ton/ha) merupakan suatu model deret waktu (*time series*). Model ini menghubungkan persentasi laju kenaikan tingkat hasil tanaman pangan perkh hektar terhadap tahun (waktu). Model matematiknya dapat didekati dengan persamaan 5.

$$Y_d = 95,67 + 19,85 \text{ Ln } t \dots\dots\dots (5)$$

dimana,

Y_d = Tingkat hasil tanaman pangan dalam Persentasi terhadap tahun 1980
(1980=100%), %

Model matematik laju tingkat hasil tanaman pangan didekati dengan menggunakan metode regresi. Persamaan 5 mempunyai nilai R kuadrat sebesar 96,4 persen dengan nilai F hitung sebesar 318,23 yang lebih besar dari nilai F tabel, $F_{(01,2)} = 64,5$ dengan demikian persamaan 5 dapat digunakan untuk mendekati laju pemingkatan tingkat hasil tanaman pangan di wilayah PANTURA. Gambar 23. menunjukkan plot data tingkat hasil tanaman pangan dan garis model matematika persamaan 5.



Gambar 23. Persentasi Tingkat Hasil Tanaman Pangan Terhadap Tahun 1980 dan Dugaan 10 Tahun Ke Depan.

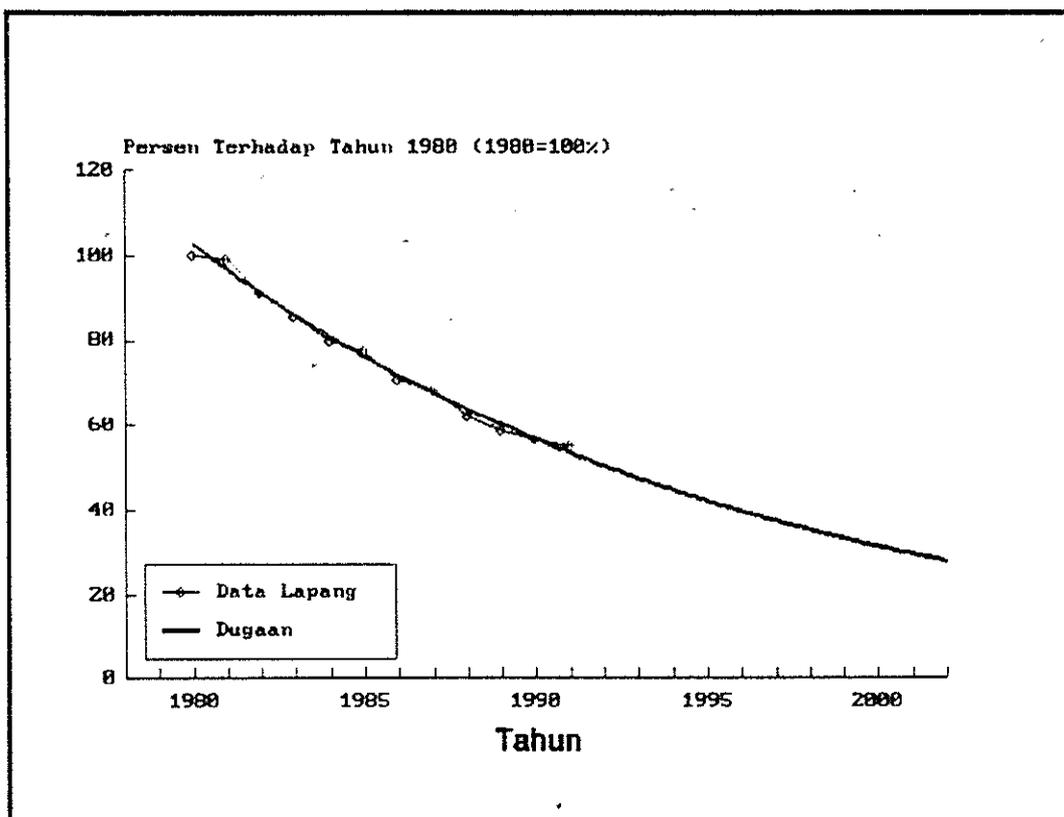
4. Submodel Laju Tenaga Orang

Tenaga orang merupakan sumber tenaga utama dalam pertanian tanaman pangan. Sumber tenaga ini di wilayah PANTURA mengalami penurunan dalam jumlah dan laju penurunan mengikuti model eksponensial. Laju ketersediaan tenaga orang pengolah tanah dapat di dekati dengan persamaan 6.

$$T_o = \text{Exp}(4,68 - 0,060 t) \dots\dots\dots (6)$$

dimana,

T_o = Laju Pertumbuhan tenaga pertanian Orang pengolah tanah dalam persentasi terhadap tahun 1980 (1980=100%),%



Gambar 24. Persentasi Ketersediaan Tenaga Orang Pengolah Tanah Terhadap Tahun 1980 (1980=100%) dan Dugaan Untuk 10 Tahun Ke Depan

Persamaan ini mempunyai nilai R kuadrat sebesar 96,9 persen dengan nilai F hitung sebesar 317,03 yang lebih besar dari nilai F tabel, $F_{(0,01,2)} = 64,5$ sehingga persamaan ini dapat digunakan untuk mendekati laju ketersediaan tenaga orang pengolah tanah di wilayah PANTURA Jawa Barat. Gambar 24 menunjukkan plot data tenaga orang dan garis model persamaan 6, dimana tenaga orang pengolah tanah terlihat menurun.

5. Submodel Laju Tenaga Ternak Kerja

Sumber tenaga ternak kerja merupakan tenaga pertanian terbesar yang dipergunakan dalam produksi tanaman pangan di wilayah PANTURA. Perkembangannya menurun berfluktuatif. Model laju ketersediaannya didekati dengan persamaan 7.

$$T_t = 0,1607 T_{t-2} + 0,6277 T_{t-4} \quad \dots \dots \dots (7)$$

dimana,

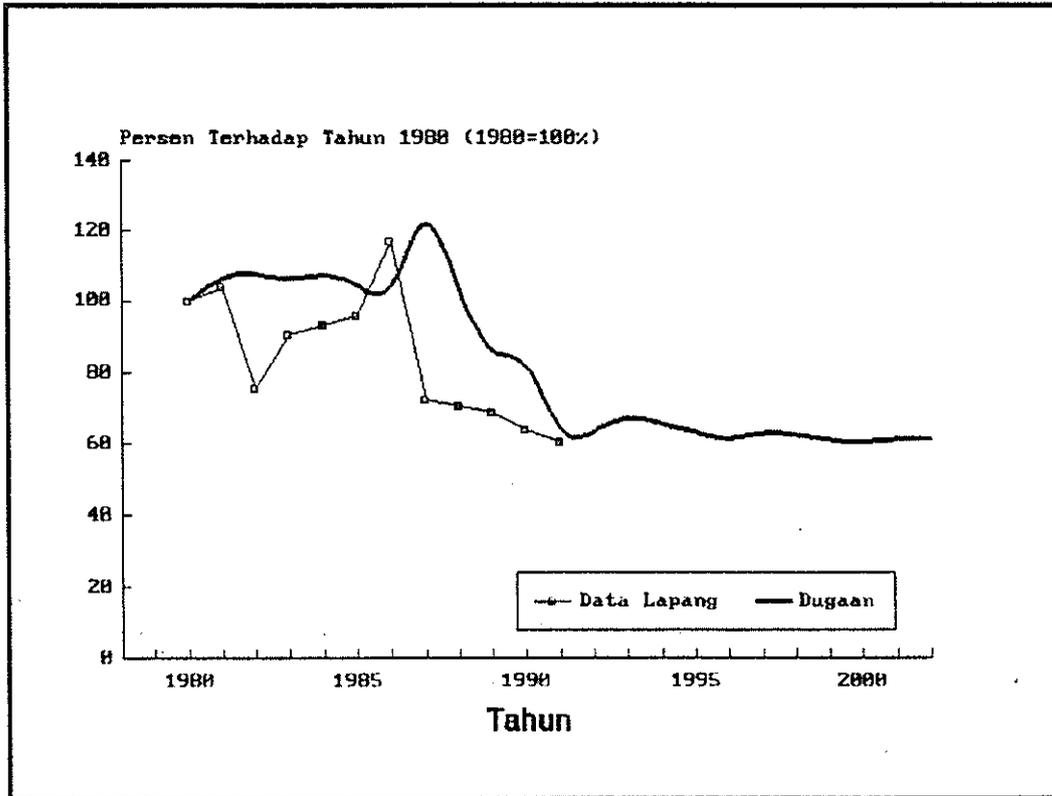
T_t = Tenaga ternak kerja (ekor) yang tersedia pada tahun ke t

T_{t-2} = Tenaga ternak kerja (ekor) 2 tahun sebelum tahun ke t

T_{t-4} = Tenaga ternak kerja (ekor) 4 tahun sebelum tahun ke t

Laju ketersediaan tenaga ternak kerja mengalami penurunan secara fluktuatif, sehingga metode pemulusan dan regresi kurang tepat digunakan untuk mendekati model laju ketersediaan ternak kerja. Metode yang digunakan adalah metode ARIMA. Persamaan 8 mempunyai nilai uji Q sebesar 4,678 sedangkan nilai Chikwadrat tabel, $X^2_{(995,23)} = 6,844$. Karena nilai uji Q lebih kecil dari pada nilai Chi-

kuadrat tabel maka model persamaan 8 dapat dipergunakan untuk mendekati kondisi perkembangan tenaga ternak kerja tanaman pangan di wilayah PANTURA. Gambar 25. menunjukkan plot data ternak kerja dalam persentasi dan garis persamaan 7.



Gambar 25. Persentasi Tenaga Ternak Kerja Terhadap Tahun 1980 (1980=100%) dan Dugaan Untuk 10 Tahun Ke Depan

6. Submodel Laju Tenaga Mekanis

Tenaga mekanis ternyata mampu mengisi kekurangan tenaga pertanian dalam kegiatan pengolahan tanah, dimana tenaga orang dan ternak kerja mengalami penurunan. Model matematik dari tenaga traktor roda dua, dapat didekati dengan metode regresi.

$$T_M = 1,50 + 1,00T_{MT} + 0,0181 T_{MR} \dots\dots\dots (8)$$

dimana,

T_M = Tenaga pertanian mekanis traktor dua roda yang tersedia dalam persentasi terhadap tahun 1980 (1980=100%)

T_{MT} = Ketersediaan tenaga pertanian mekanis traktor roda dua dalam persentasi terhadap tahun 1980 (1980=100%)

T_{MR} = Perbandingan traktor roda dua yang rusak terhadap jumlah total traktor roda dua dalam persentasi terhadap tahun 1980 (1980=100%)

Laju ketersediaan tenaga traktor roda dua mengalami perkembangan pesat berbeda dengan dua sumber tenaga pertanian lainnya. Laju ketersediaan tenaga traktor dalam persentasi terhadap tahun 1980 dipengaruhi oleh dua faktor yakni persentasi ketersediaan tenaga traktor roda dua total dan persentasi tenaga traktor roda dua yang rusak terhadap tenaga total traktor roda dua total.

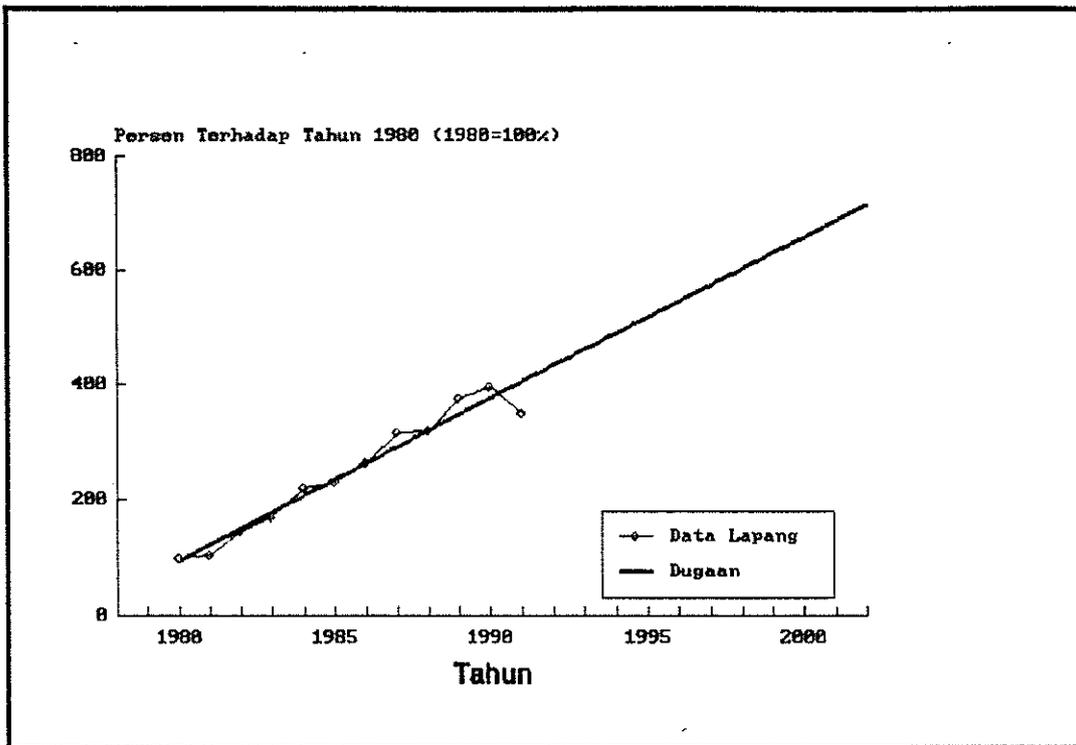
Persamaan 8 merupakan suatu persamaan jamak berganda. Persamaan ini mempunyai nilai R kuadrat yang tinggi yakni 100 persen dengan nilai F hitung sebesar 1,07 E+7 sedangkan F tabelnya sebesar 5,42. Dengan demikian persamaan ini cukup tepat sebagai model tenaga taktor roda dua yang tersedia dalam produksi bahan pangan di wilayah PANTURA.

7. Submodel Laju Traktor Total

Model laju ketersediaan tenaga traktor roda dua total merupakan suatu model persamaan garis lurus, seperti pada persamaan 9.

$T_{MT} = 66,49 + 28,2 t \dots\dots\dots (9)$

Gambar 26 menunjukkan plot data traktor roda dua total dalam persentasi dan garis dugaan dari persamaan 9.



Gambar 26. Persentasi Tenaga Traktor Total Terhadap Tahun 1980 (1980=100%) dan dugaan Untuk 10 Tahun Ke Depan

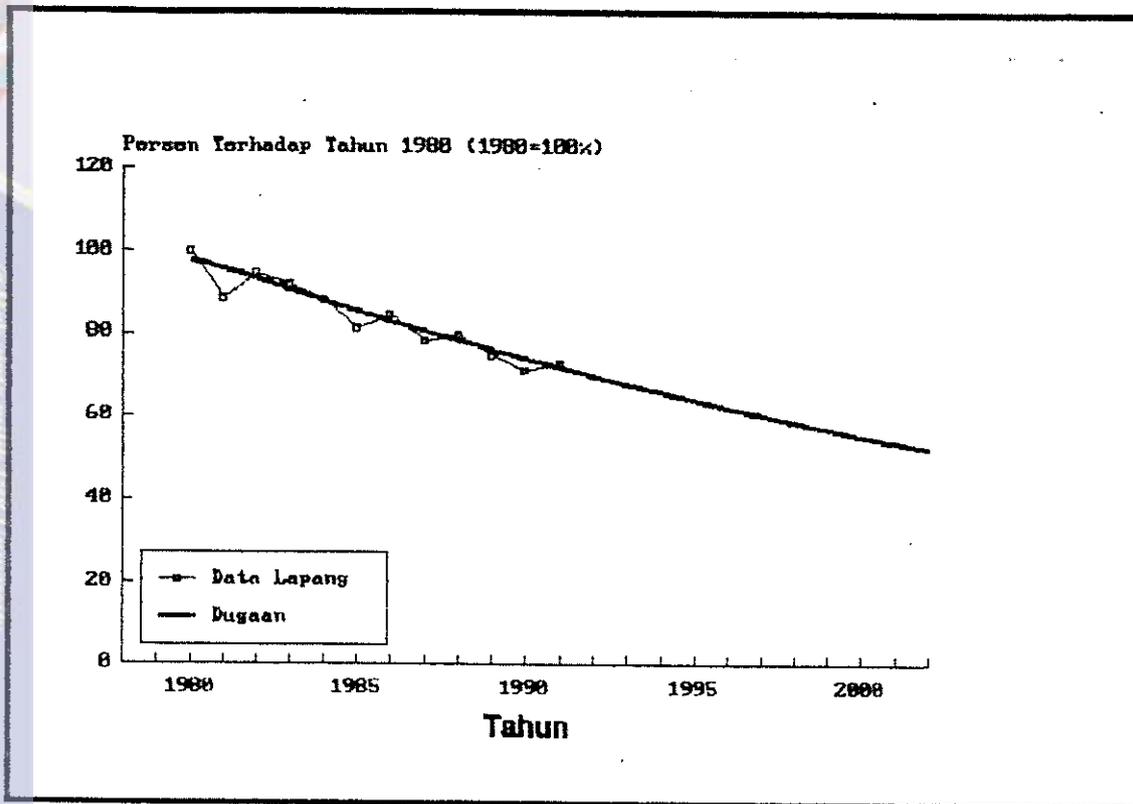
Persamaan 9 merupakan suatu persamaan garis lurus. Persamaan 9 mempunyai nilai R kuadrat sebesar 95,5 persen dengan F hitung sebesar 213,99 yang lebih besar dari pada nilai F tabel, $F_{0,01(2,11)} = 64,5$ sehingga model matematik ini dapat dipergunakan untuk mendekati laju ketersediaan tenaga traktor roda dua total.

8. Submodel Laju Traktor Rusak

Traktor rusak disini merupakan perbandingan antara jumlah traktor rusak terhadap jumlah traktor total.

$$T_{MR} = 99,4 - 2,38 t \dots\dots\dots (10)$$

Gambar 27 merupakan plot data tenaga traktor roda dua rusak dan dugaan dari persamaan 10



Gambar 27. Persentasi Traktor Rusak terhadap Traktor Total Traktor Terhadap Tahun 1980 (1980=100%) dan Dugaan Untuk 10 Tahun Kedepan

Laju ketersediaan dari traktor rusak ternyata mengalami penurunan secara tetap. Persamaan 10 mempunyai nilai R kuadrat sebesar 90,0 persen dengan F hitung sebesar 90,19 yang lebih besar dari pada nilai F tabelnya, $F_{0,01(2,11)} = 64,5$ sehingga model matematik ini dapat dipergunakan sebagai model untuk mendekati laju ketersediaan tenaga traktor rusak.

9. Model Kurva Giles

Model kurva Giles wilayah PANTURA mengikuti suatu persamaan kuadratik yang merupakan hubungan antara tenaga pertanian perhektar tanaman pangan (kW/Ha) terhadap tingkat hasil tanaman pangan. Persamaan 11 digunakan untuk

mendekati hubungan kurva Giles untuk wilayah PANTURA.

$$Y_p = 72,5 - 539 T_H + 1053 T^2 \dots\dots\dots (11)$$

dimana,

Y_p = Tingkat hasil tanaman pangan (ton SGKG/ha)

T_H = Tenaga Pertanian perhektar (kW/ha) tanaman pangan

Model dapat disederhanakan menjadikan suatu bentuk persamaan logaritmik

(log), sehingga persamaannya menjadi :

$$\text{Log } Y_p = 2,431 \text{ Log } T_H + 1,5112$$

$$Y^* = 2,431 X^* + 1,5112 \dots\dots\dots (12)$$

dimana

$$Y^* = \text{Log } Y_p$$

$$X^* = \text{Log } T_H$$

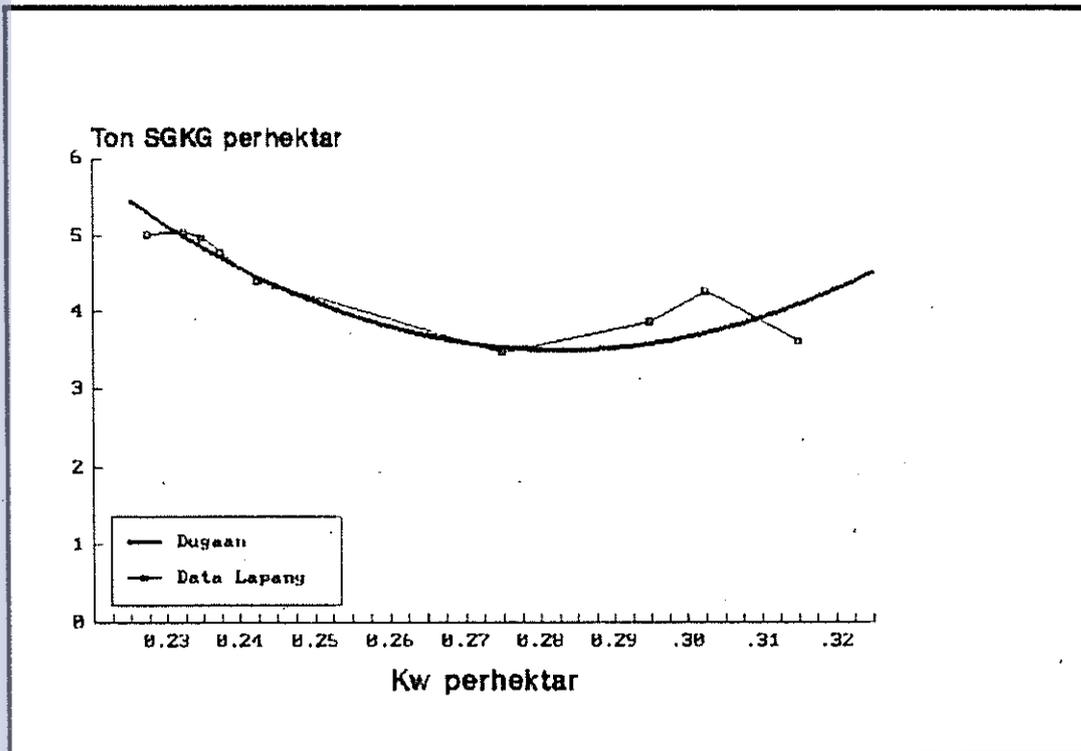
Dengan model persamaan 12 terlihat bahwa posisi tenaga pertanian dalam produksi bahan pangan terutama mekanisasinya dari tahun 1980 sampai 1991 mendekati bentuk negara-negara berkembang, bila diplotkan ke dalam model Giles (Lampiran I)

Model matematik ini didapat dengan menggunakan metode regresi, Nilai R kuadrat dari model kurva ini sebesar 86,1 persen dengan nilai F hitung sebesar 21,7 yang lebih besar dari nilai F tabel, $F_{0,01(2,11)} = 7,21$, sehingga model matematik ini dapat



dipergunakan sebagai model hubungan ketersediaan tenaga perhektar tanaman pangan terhadap tingkat produksi perhektar tanaman pangan.

Gambar 28 menunjukkan kurva model Giles yang dihasilkan dan plot data hubungan antara tingkat hasil dan ketersediaan tenaga pertanian tanaman pangan di wilayah PANTURA Jawa Barat.



Gambar 28. Kurva Hubungan Ketersediaan Tenaga Terhadap Tingkat Hasil Tanaman pangan di Wilayah PANTURA

F. Simulasi Program Komputer

Skenario dasar dimana perubahan parameter dari sistem mengikuti kondisi pada saat penelitian dan dibuat model pendekatannya . Selanjutnya dibuat dugaan untuk 10 tahun kedepan (tahun 2000).

Luas panen tanaman pangan pada keadaan penelitian hampir mengikuti kondisi tetap tanpa perubahan. tahun 1991 luas panen tanaman pangan sebesar 901032 ha menjadi 924996 ha pada tahun 1995, kenaikan luas panen tanaman pangan untuk lima tahun pertama (1991-1995) sebesar rata-rata 0,54 persen pertahun. Luas panen pada lima tahun kedua (1996-2000) mengalami penurunan dengan laju penurunan sebesar 0,58 persen pertahun sehingga pada tahun 2000 diperkirakan luas panen tanaman pangan di wilayah PANTURA sebesar 971454 ha.

Luas panen tanaman pangan banyak mengalami perubahan (fluktuasi) dikarenakan tingginya perubahan fungsi lahan pertanian ke non pertanian seperti lahan untuk industri ataupun perumahan. Sedangkan dilain pihak penggunaan lahan yang tidak terpakai baik berupa tegalan maupun lahan bera menjadi lahan tanaman pangan dan perubahan lahan non irigasi menjadi lahan irigasi semakin memperbesar luasan panen tanaman pangan. Luasan panen tanaman pangan untuk wilayah PANTURA walaupun sulit untuk diperluas akan tetapi dapat dipertahankan dalam kondisi tetap.

Tingkat hasil tanaman pangan terus mengalami kenaikan walaupun laju kenaikan yang semakin kecil. Laju kenaikan rata-rata tingkat hasil tanaman pangan untuk lima tahun pertama sebesar 0,79 persen pertahunnya sehingga tingkat hasil pada tahun 1991 yang sebesar 5,01 ton SGKG/ha menjadi 5,21 ton SGKG/ha pada tahun 1995. Pada tahun 2000 tingkat hasil tanaman pangan naik menjadi 5,41 ton SGKG/ha dimana sebelumnya pada tahun 1996 tingkat hasilnya sebesar 5,25 ton SGKG/ha sehingga untuk lima tahun kedua simulasi tingkat hasil mengalami laju



kenaikan sebesar 0,61 persen pertahun. Laju kenaikan yang semakin kecil dari tingkat hasil ini dikarenakan tingkatan teknologi yang dipergunakan dalam produksi pangan di wilayah PANTURA semakin mendekati kondisi maksimum. Dibutuhkan suatu masukan teknologi yang baru atau lebih pengoptimalkan teknologi yang terpakai, sehingga laju tingkat hasil dapat dipertahankan bahkan ditingkat untuk memenuhi kebutuhan akan bahan pangan baik sebagai konsumsi langsung maupun sebagai bahan baku industri pangan.

Produksi tanaman pangan pada skenario dasar terus mengalami kenaikan karena tingkat hasil yang terus naik. Laju kenaikan produksi pangan untuk lima tahun pertama (1991-1995) sebesar 0,85 persen pertahun sehingga produksi pangan di tahun 1995 sebesar 5041834 ton SGKG dimana sebelumnya tahun 1991 produksi pangan sebesar 4835326 ton SGKG. Lima tahun kedua (1996-2000) mempunyai laju kenaikan rata-rata sebesar 0,63 persen pertahun dimana tahun 1996 produksi bahan pangan sebesar 5085352, sedangkan Tahun 2000 produksi pangan sebesar 5237037 ton SGKG.

Tenaga pengolah tanah tanaman pangan di wilayah PANTURA menunjukkan kecenderungan menurun. Pada tahun 1991 tenaga pengolah tanah sebanyak 627771 orang terus menurun sehingga pada tahun 2000 tenaga pengolah tanah ini sebesar 364977 orang atau menurun menjadi 58,1 persen dari tahun 1991. Lima tahun pertama simulasi tenaga pengolah tanah menurun dengan laju sebesar 1,53 persen pertahunnya sehingga pada tahun 1995 terdapat tenaga pengolah tanah sebesar



480494 orang. Lima tahun kedua tenaga ini menurun dengan laju 1,36 persen pertahunnya.

Tenaga ternak kerja yang terdiri dari sapi kerja dan kerbau pada tahun 1991 sejumlah 115724 ekor cenderung untuk tetap karena pada tahun 2005 tenaga ternak kerja ini sebesar 119194 ekor atau sebesar 103 persen dari tahun 1991. Lima tahun pertama perkembangan tenaga ternak naik dengan laju kenaikan sebesar 1,54 persen pertahun, dimana tahun 1995 tenaga ini sebesar 124526 ekor. Lima tahun kedua tenaga ternak ini mengalami penurunan sebesar 0,2 persen pertahunnya yakni dari 118430 ekor ditahun 1996 menjadi 117278 ekor ditahun 2000.

Tenaga mekanis pengolah tanah tanaman pangan yang mempergunakan traktor roda dua menunjukkan kenaikan hampir dua kali lipat dalam 10 tahun simulasi, tahun 1991 tersedia traktor roda dua sebanyak 7137 unit sedangkan ditahun 2000 tersedia traktor roda dua sebanyak 11611 unit atau sekitar 162,69 persen dari tahun 1991, tenaga ini tiap tahunnya berkembang dengan laju 6,27 persen pertahunnya.

Skenario dasar ini merupakan perkembangan dari tiap parameter tanpa berpengaruh terhadap parameter yang lain secara langsung. Untuk skenario selanjutnya dimana terdapat pengaruh perkembangan parameter terutama parameter produksi pangan dan tenaga traktor roda dua oleh parameter yang lain. Keluaran skenario selanjutnya dengan asumsi tenaga pertanian mempunyai pengaruh yang nyata terhadap tingkat hasil tanaman pangan seperti pada persamaan hubungan



ketersediaan tenaga pertanian terhadap tingkat hasil tanaman pangan di wilayah PANTURA.

Skenario dua merupakan kondisi dimana terdapat perubahan perkembangan parameter dalam skenario ini adalah tingkat hasil dan luas panen tanaman pangan sedangkan parameter lain berkembang sesuai dengan keadaan lapang (penelitian).

Tingkat hasil yang mempengaruhi besarnya nilai tingkatan teknologi tenaga pertanian perhektarnya (kW/ha) berkembang hingga 127,95 persen pertahunnya ditahun 2000 dari tahun 1991 atau sebesar 6,625 ton SGKG/ha ditahun 2000 sedangkan ditahun 1991 sebesar 5,18 ton SGKG/Ha. Luas panen tanaman pangan juga berkembang selama 10 tahun simulasi, ditahun 2000 luas panen seluas 1180978 ha dari 994031 ha ditahun 1991 atau naik menjadi 118,81 persen dari tahun 1991. Parameter luas panen ini mempengaruhi besarnya tenaga pertanian (kW) yang tersedia setelah digandakan dengan nilai tenaga pertanian perhektar tanaman pangan.

Produksi pangan meningkat dengan adanya perubahan kedua parameter tersebut, ditahun 2000 produksi meningkat sebesar 152 persen dari tahun 1991 atau sebesar 7827125 ton SGKG dari 5149257 ton SGKG di tahun 1991. Lima tahun pertama produksi naik dengan laju 2,95 persen pertahun hingga tahun 1995 produksi mencapai 6421093 ton SGKG, lima tahun kedua laju kenaikan produksi sebesar 1,829 persen pertahun dengan produksi ditahun 2000 sebesar 7827125 ton SGKG. Secara keseluruhan laju kenaikan produksi pangan selama 10 tahun sebesar 2,80 persen pertahun.



Ketersediaan tenaga mekanis yang mengimbangi kenaikan produksi pangan akibat perubahan dua parameter diatas juga menalami kenaikan. Traktor roda dua yang pada tahun 1991 sebesar 5101 unit naik menjadi 13446 unit ditahun 2000 atau kenaikan sebesar 263,60 persen dari tahun 1991 dengan laju kenaikan rata-rata selama 10 tahun sebesar 16,36 persen pertahun.

Pada lima tahun pertama simulasi tenaga traktor roda dua berkembang dengan laju 13,09 persen pertahun sehingga tahun 1995 tersedia 8440 unit tenaga traktor roda dua, lima tahun kedua ketersediaan traktor naik dengan laju kenaikan sebesar 7,34 persen pertahun sehingga tenaga traktor roda dua pada tahun 2000 tersedia sebesar 13446 unit traktor.

Pada skenario tiga, parameter yang diubah adalah tingkat hasil, tenaga orang pengolah tanah dan tenaga ternak kerja, skenario ini memberikan gambaran dimana tenaga mekanis pengolah tanah dalam hal ini tenaga traktor roda dua bukan sebagai penggeser tenaga pertanian yang lain melainkan sebagai pengisi kekurangan tenaga pertanian dalam produksi pangan.

Perubahan parameter tingkat hasil sama yang dilakukan pada skenario dua sehingga perkembangannya dan besar tingkat hasil ditahun 2000 sama yakni sebesar 6,628 ton SGKG atau sebesar 127,95 persen dari tahun 1991 dengan laju sebesar 2,79 persen pertahunnya selama 10 tahun.

Tenaga orang juga berkembang dalam skenario ini sebesar 137,9 persen dari tahun 1991 atau sebesar 879923 orang di tahun 2000 sedangkan di tahun 1991 sebesar 725568 orang. Tenaga ternak kerja mengalami kenaikan sebesar 118,70



persen pada tahun 2000 dari tahun 1991 atau sebesar 218538 ekor pada tahun 2000 dari 174157 ekor di tahun 1991.

Produksi pangan berubah dari skenario dasar karena perubahan parameter tingkat hasil, dengan perubahan itu produksi mengalami kenaikan sebesar 118,70 persen pada tahun 2000. Tahun 1991 produksi pangan sebesar 5164884 ton SGKG dalam lima tahun pertama produksi naik dengan laju kenaikan sebesar 2,41 persen pertahun sehingga pada tahun 1995 produksi mencapai 5787356 ton SGKG sedangkan lima tahun kedua produksi naik dengan laju kenaikan sebesar 2,40 persen pertahun dimana di tahun 1996 produksi mencapai 5473901 ton SGKG menjadi 6130561 ton SGKG di tahun 2000. Secara keseluruhan peningkatan produksi pangan selama 10 tahun simulasi sebesar 1,87 persen pertahun.

Ketersediaan tenaga pertanian mekanis yakni traktor roda dua dalam produksi tanaman pangan dengan perubahan tiga parameter diatas ternyata memberikan gambaran menurun dimana pada tahun 1991 tenaga traktor roda dua kelebihan sebesar 874 unit sedangkan pada tahun 2000 ketersediaan traktor roda dua semakin berlebih sebanyak 7050 unit. Lima tahun pertama tenaga traktor mengalami kelebihan ketersediaan sebesar 47,78 persen pertahun sehingga tahun 1995 terjadi kelebihan sebanyak 2962 unit. Lima tahun kedua laju ketersediaan juga makin berlebih tapi dengan laju yang makin kecil dari lima tahun pertama yakni sebesar 7,19 persen pertahun dimana pada tahun 1996 terjadi kelebihan sebesar 5186 unit. Kelebihan ketersediaan ini secara keseluruhan selama 10 tahun dalam skenario tiga terjadi dengan laju sebesar 70,66 persen pertahun.



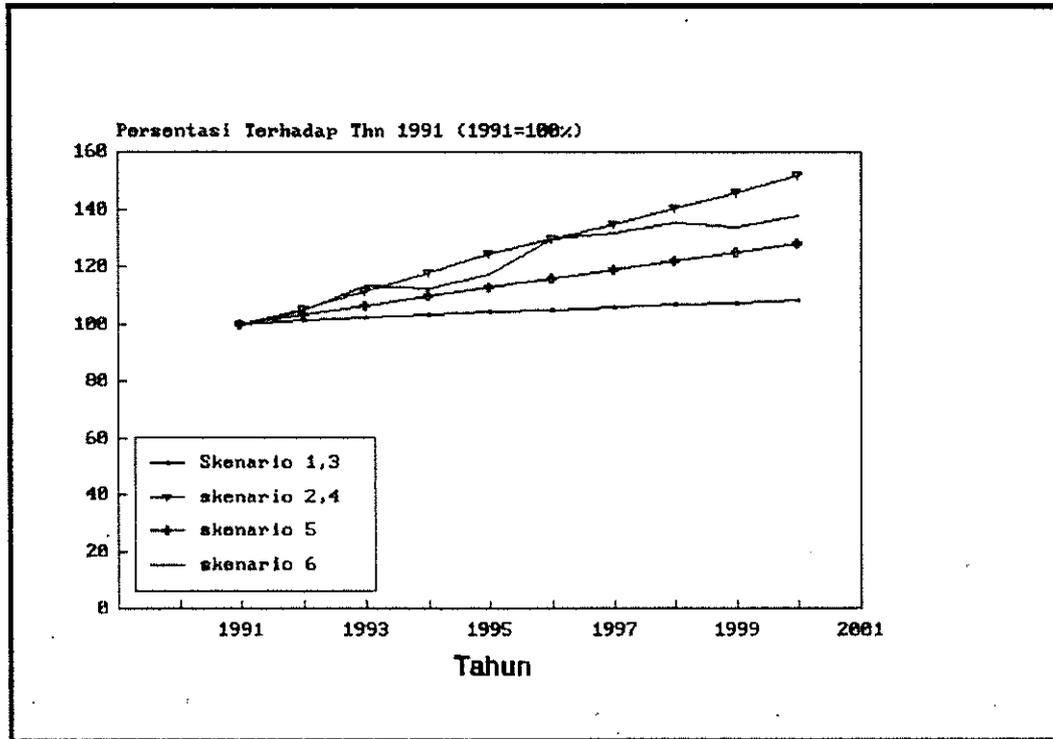
tersedia traktor sebesar 46700 unit. Lima tahun kedua laju kenaikan ketersediaan tenaga traktor roda dua sebesar 3,67 persen pertahun dimana di tahun 1996 terdapat traktor 47969 unit menjadi 33725 unit di tahun 2000. Sedangkan pada lima tahun ketiga laju kenaikan ketersediaan tenaga traktor sebesar 3,4 persen pertahun, secara keseluruhan tenaga traktor roda dua dalam 15 tahun berkembang dengan laju 4,3 persen pertahun.

Skenario lima merupakan skenario dengan tiga perubahan parameter yakni luas panen tanaman pangan, tenaga orang pengolah tanah dan tenaga ternak kerja, semua parameter mengalami perubahan laju kenaikan tiap lima tahun. Luas panen berkembang sesuai dengan skenario menjadi sekitar 118,8 persen pada tahun 2000 dari tahun 1991 atau sebesar 994031 ha di tahun 1991 menjadi sebesar 1180978 ha di tahun 2000. Tenaga orang pengolah tanah juga naik menjadi 879923 orang di tahun 2000 dari 725568 di tahun 1991 atau naik sekitar 121,27 persen dari tahun 1991. Tenaga ternak kerja juga berkembang menjadi 125,48 persen di tahun 2000 dari tahun 1991 atau sekitar 174157 ekor di tahun 1991 menjadi 218538 ekor di tahun 2000.

Produksi pangan dengan perubahan skenario luas panen mengalami kenaikan yakni pada tahun 2000 menjadi 127,91 persen dari tahun 1991 dimana tahun 1991 terdapat sebesar 4996917 ton SGKG menjadi 6391512 ton SGKG di tahun 2000 atau kenaikan sebesar 2,79 persen pertahun. Lima tahun pertama produksi naik menjadi 5643927 ton SGKG di tahun 1995 dengan laju kenaikan sebesar 2,59 persen pertahun. Tahun 1996 produksi mencapai 5791396 ton SGKG, dengan laju



kenaikan sebesar 3,18 persen pertahun di lima tahun kedua menjadikan produksi naik sebesar 6391512 ton SGKG di tahun 2000.

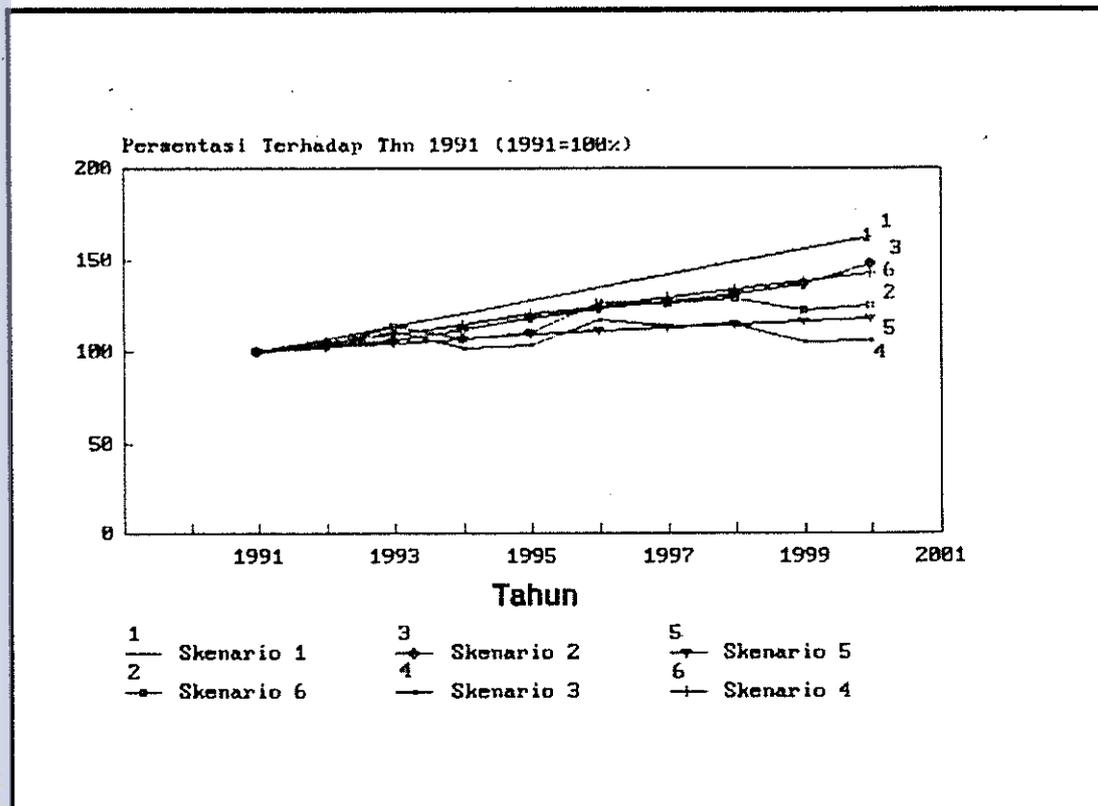


Gambar 29. Simulasi Produksi Pangan

Ketersediaan tenaga traktor roda dua pada skenario lima dengan peningkatan akan parameter tenaga orang dan tenaga ternak memberikan keadaan kelebihan ketersediaan tenaga traktor. Tahun 1991 terdapat kelebihan sebesar 1045 unit sedangkan pada tahun 2000 terjadi kelebihan sebesar 2114 unit atau rata-rata naik sebesar 10,23 persen pertahun. Lima tahun pertama kelebihan tenaga traktor naik dengan laju 0,536 persen pertahun sehingga pada tahun 1995 terdapat kelebihan tenaga sebesar 1073, sedangkan lima tahun kedua kelebihan ketersediaan tenaga naik dengan laju 13,556 persen pertahun.

Skenario enam merupakan skenario dengan tiga perubahan parameter yakni tingkat hasil, tenaga orang pengolah tanah dan tenaga ternak kerja. Tingkat hasil berubah dengan laju perubahan tiap lima tahun sedangkan tenaga orang dan tenaga ternak kerja tetap selama lima belas tahun simulasi sama dengan tahun 1991. Besar dan laju kenaikan tingkat hasil dalam skenario ini sama dengan nilai dalam skenario empat begitu pula keadaan tenaga orang pengolah tanah dan ternak kerja.

Produksi dengan perubahan parameter tingkat hasil akan sama dengan skenario tiga dimana tahun 2000 mencapai 118,70 persen dari tahun 1991 atau sebesar 6130561 ton SGK di tahun 2000 dari 4667053 di tahun 1991 sehingga laju kenaikannya rata-rata 3,14 persen pertahun.



Gambar 30. Simulasi ketersediaan Traktor Roda Dua

Ketersediaan tenaga traktor roda dua dengan skenario enam mengalami kelebihan ketersediaan pada tahun 1991 terdapat kelebihan sebesar 380 unit traktor sedangkan pada tahun 2000 terdapat kelebihan sebesar 1027 unit traktor atau kelebihan ini naik sebesar 17,03 persen pertahun dalam 10 tahun simulasi. Dalam perkembangan pertahunnya kelebihan ini mengalami kenaikan yang tidak teratur, lima tahun pertama kelebihan terbesar terjadi pada tahun 1992 yakni sebesar 1025 unit sedangkan pada tahun 1995 kelebihan sebesar 382 unit atau sebesar 100,5 persen dari tahun 1991 (1991= 100 persen). Sedangkan lima tahun kedua terjadi penurunan kelebihan ketersediaan dimana tahun 1996 terdapat kelebihan sebesar 1953 unit sedangkan tahun 2000 terdapat kelebihan sebesar 1027 unit atau sebesar 52,58 persen dari tahun 1996 (1996 = 100 persen).

5. Model persamaan tingkat hasil tanaman pangan adalah :

$$Y_p = 95,7 + 19,9 \ln t$$

dimana Y_p adalah tingkat hasil , persentasi terhadap tahun 1980 sedangkan t adalah waktu (tahun).

6. Model persamaan tenaga orang adalah :

$$T_o = \text{Exp}(4,68 - 0,060t),$$

dimana T_o adalah tenaga orang pengolah tanah dalam persentasi terhadap tahun 1980 sedangkan t adalah waktu (tahun).

7. Model persamaan tenaga ternak kerja adalah :

$$T_T = 0,16 T_{T-2} + 0,63 T_{T-4}$$

dimana T_T adalah ternak kerja, terhadap tahun 1980 pada tahun t , T_{T-2} adalah tenaga ternak (ekor) 2 tahun sebelum tahun t , T_{T-4} adalah ternak kerja enam tahun sebelum tahun t (tahun).

8. Model persamaan traktor roda dua total adalah :

$$T_{MI} = 66,49 + 28,2 t$$

dimana T_{MI} adalah traktor roda dua total dalam persentasi terhadap tahun 1980, sedangkan t adalah waktu (tahun).

9. Model persamaan metematika perbandingan traktor rusak terhadap total traktor roda dua dalah :

$$T_{MR} = 99,4 - 2,38 t$$

dimana T_{MR} adalah perbandingan traktor rusak terhadap traktor roda dua total dalam persentasi terhadap tahun 1980, t adalah waktu (tahun).



Visi Cipta, Berprestasi, Berdaya Unggul
 1. Meningkatkan kualitas sebagai salah satu universitas terkemuka di tingkat internasional dan menyediakan sumber
 2. Menghasilkan tenaga kerja yang berkualitas, profesional, inovatif, memiliki kerja etis, jiwa kewirausahaan, dan memiliki kemampuan
 3. Menjadikan nilai-nilai kearifan lokal sebagai sumber daya yang unggul dan memiliki daya tarik di dalam negeri maupun tingkat internasional
 4. Meningkatkan peran universitas dalam pembangunan berkelanjutan dengan cara-cara yang inovatif dan efektif

10. Model matematika traktor roda dua baik adalah :

$$T_M = 1,50 + 1,00 T_{MT} + 0,0181 T_{MR}$$

dimana T_M adalah persentasi traktor roda dua baik, T_{MT} adalah persentasi traktor total terhadap tahun 1980 sedangkan T_{MR} adalah perbandingan traktor rusak terhadap traktor total.

11. Skenario dua memberikan kenaikan 5,2 persen pertahun untuk produksi pangan dan 16,36 persen pertahun untuk tenaga traktor roda dua selama 10 tahun simulasi.
12. Skenario tiga memberikan kenaikan sebesar 1,87 persen pertahun untuk produksi pangan sedangkan tenaga traktor roda dua terjadi kelebihan ketersediaan dengan laju kelebihan 70,66 persen pertahun selama 10 tahun simulasi.
13. Skenario empat menaikkan produksi pangan menjadi 5,2 persen pertahun sedangkan traktor naik dengan laju 12 persen pertahun.
14. Skenario lima produksi pangan naik dengan laju 2,79 persen pertahun sedangkan traktor roda dua mengalami kelebihan ketersediaan dengan laju kelebihan sebesar 20,23 persen pertahun selama 10 tahun simulasi.
15. Skenario enam produksi naik dengan laju 1,87 persen pertahun sedangkan traktor roda dua mengalami kelebihan ketersediaan dengan laju yang tidak tetap, kelebihan tertinggi pada tahun 1996 sebesar 1953 unit sedangkan yang terendah sebesar 189 unit di tahun 1994.

B. Saran

1. Penelitian hubungan ketersediaan tenaga pertanian terhadap tingkat hasil tanaman pangan dan model sistemnya lebih dikembangkan pada masukan produksi yang lebih lengkap dan tahap pengerjaan dari proses produksi bahan pangan terutama beras serta wilayah yang berbeda terutama Indonesia Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah K., 1990, Energi Dan Listrik Pertanian, Mekanisasi Pertanian, FATETA IPB, Bogor.
- Abdullah dan Djojomartono, 1981, Energi dan Pengembangan Mekanisasi Pertanian di Daerah Transmigrasi, makalah pada seminar dan kongres Mekanisasi Pertanian, UGM, Yogyakarta.
- A.K. Irwanto, 1989, Studi Terhadap Hubungan Antara Tingkat Hasil Dengan Tersedianya Tenaga dalam Produksi Pangan di Indonesia, Makalah Seminar M.K. Kolokium, FPS IPB, Bogor.
- A. Moens dan A.A Wanders, 1981, Prospek Mekanisasi Pertanian di Indonesia, BPPP Bogor, Bogor.
- Ananto, E.E., 1979, Model Simulasi Untuk Menduga Kebutuhan Tenaga Pengolah Tanah Untuk Padi Sawah : Kasus di Kabupaten Kerawang Tesis Fakultas Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Ananto, 1990, Simulasi Model Untuk Mengevaluasi Penerapan teknologi mekanis Pada Sistem Produksi Padi Sawah : Kasus Di Kabupaten Kerawang Tesis Fakultas Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- A.T. Nasition, 1991, Komsumsi Energi Pada Produksi Teh Hitam di Perkebunan Tehnusamba Cianjur JABAR, Skripsi Mekanisasi Pertanian, FATETA IPB, Bogor.
- Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, 1992, Pemikiran Arah Dan Strategi Pengembangan Alat Dan mesin pertanian Dalam PJPT2 Dan Khususnya Pelita VI. Jakarta.
- Bank Dunia, 1992, Agricultural Transformation : Challengea and Opportunities, Volume I dan II.
- BIMAS Kabupaten Bekasi, 1984-1991, Laporan Akhir Tahun, DEPTAN BIMAS Kab. Bekasi, Bekasi

- Colter, J. M, 1981, The impact of hand traktor on income and employment opportunities of migrant laborers in Java. Paper presented at the Consequensces of Smal Rice Farm Mechanization Workshop, IRRI, Los Banos, Philiphines, September 14-18, 1981
- Dent, J. B. and J. R. Anderson , 1971, System Analysis in Agricultural Management. Jhon Wiley & Sons Australasia Pty. Ltd.
- Dent, J. B and M. J. Blackie, 1979, System simulation in agriculture, Applied Science Publishers Ltd, London.
- Dinas Peternakan Propinsi Jawa Barat, 1980-1991,Laporan Akhir Tahun, DEPTAN Peternakan Jawa Barat, Bandung.
- Dinas Tanaman Pangan Kabupaten Bekasi, 1980 - 1991, Laporan Akhir Tahun, DEPTAN Tanaman Pangan Kab. Bekasi, Bekasi..
- Dinas Tanaman Pangan Kabupaten Cirebon, 1980-1991, Laporan Akhir Tahun, DEPTAN Tanaman Pangan Kab. Cirebon.
- Dinas Tanaman Pangan Kabupaten Indramayu, 1980-1991, Laporan Akhir Tahun, DEPTAN Tanaman Pangan Kab. Indramayu, Indramayu.
- Dinas Tanaman Pangan Kabupaten Kerawang, 1980-1991, Laporan Akhir Tahun, DEPTAN Tanaman Pangan Kab. Kerawang, Kerawang.
- Dinas Tanaman Pangan Kabupaten Serang, 1980-1991, Laporan Akhir Tahun, DEPTAN Tanaman Pangan Kab. Serang, Serang.
- Dinas Tanaman Pangan Kabupaten Subang, 1980-1991, Laporan Akhir Tahun, DEPTAN Tanaman Pangan Kab. Subang, Subang.
- Dinas Tanaman Pangan Kabupaten Tangerang, 1980-1991, Laporan Akhir Tahun, DEPTAN Tanaman Pangan Kab. Tangerang, Tangerang.
- Eriyatno, 1978, System Devolement, kumpulan bahan kuliah penataran strategi Mekanisasi Pertanian, Departemen Mekanisasi Pertanian Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian IPB dan Dept. Agric Enggi Agric University Wageningen, bogor.
- Handaka dan Soedjatmiko, 1992, Strategi Pengembangan pertanian Di Indonesia, Makalah pada Seminar Mekatani HIMATETA, FATETA IPB, Bogor.
- J. Supranto, 1988, Riset Operasi, UI Press, Jakarta.

- Kadir, 1987, Energi, UI Press, Jakarta.
- M. Siregar, 1984, Dampak Penggunaan Traktor Terhadap Kesempatan Kerja, BPPP Bogor, Bogor.
- Pusat Data Pertanian, 1992, Statistik Pertanian 1990-1991, DEPTAN, Jakarta.
- Shanon, Robert E., 1975, System Simulation : The Art and Science. Prentice-Hall Inc, Engkwood Cliffs, New Jersey.
- Soejadmiko, 1984, Belajar Dari Pengalaman Mekanisasi Pertanian, BPPP Bogor, Bogor.
- Winardi, 1980, Pengantar Tentang Teori Sistem dan Analisa Sistem, nerbit Karya Nusantara, Jakarta.
- Vaclav Smill, Paul Nachman and Thomas V. Long II, 1983, Energy analysis agriculture an Aplication U.S. Corn produktion. Westview Press, Boulder Colorado.



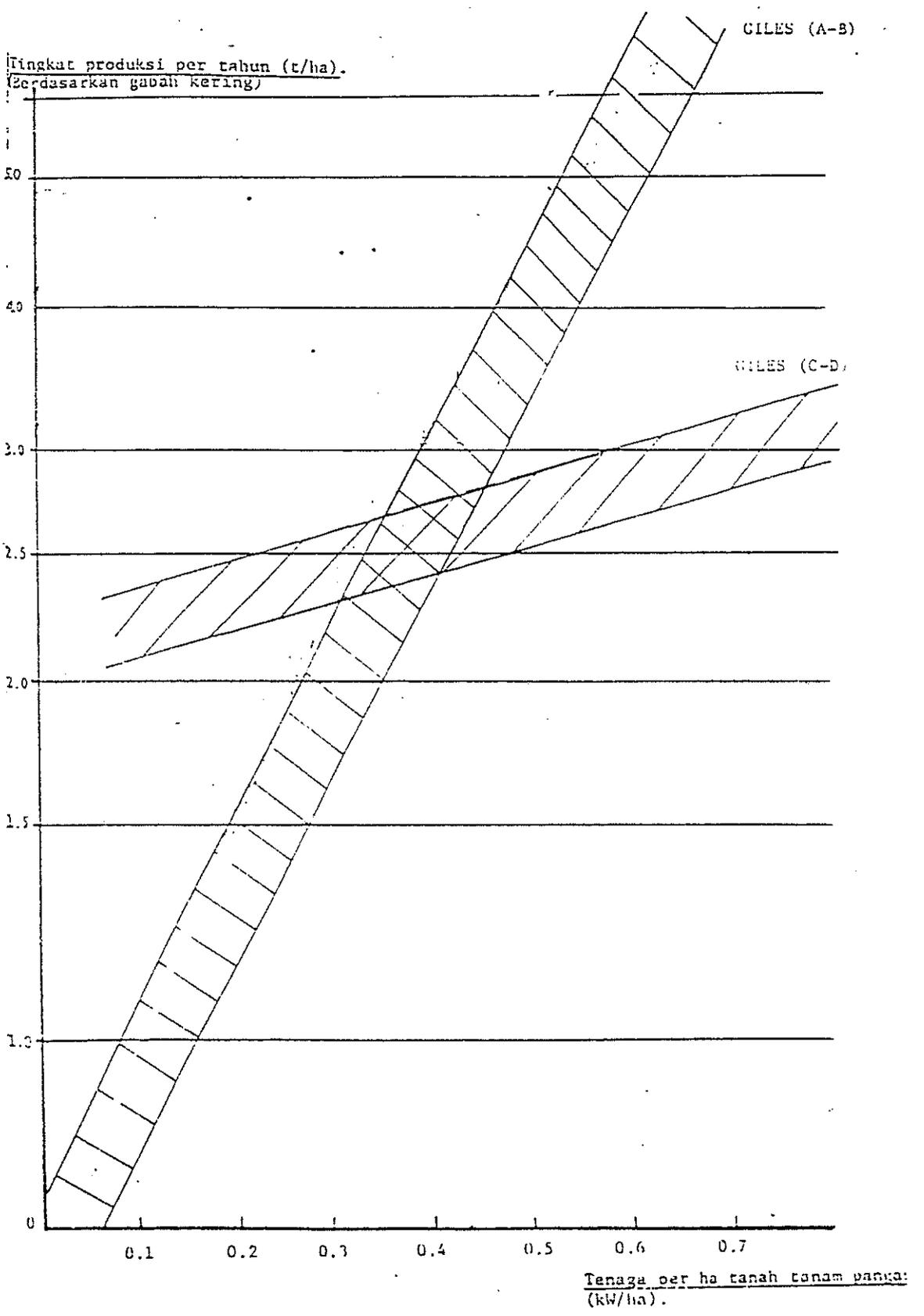


Lampiran-lampiran

- Visi Cipta Mandiri: Udayana Landung
1. Dukung berbagai kegiatan atau aktivitas karya-karya IPB untuk memacu pertumbuhan dan perkembangan sumber:
 - a. Pergerakan menuju arah keparipatiran peradilan, perikanan, perikanan karang sipahi, perikanan apung, perikanan koral atau perikanan akuakultur
 - b. Kegiatan tidak menyangkut keparipatiran yang keluar IPB University
 2. Dukung pengembangan dan pemanfaatan teknologi sebagai daya pendorong karya-karya IPB untuk dapat menjadi kekuatan IPB IPB University



Lampiran 1. Kurva Giles



© Hak cipta milik IPB University

Halaman 1 dari 1 halaman

1. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat web kami di www.ipb.ac.id

2. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat web kami di www.ipb.ac.id

Lampiran 2. Tampilan (list) Program Komputer

```
=====
PROGRAM PREDIKSI KETERSEDIAAN
TENAGA PERTANIAN TANAMAN PANGAN
DI DAERAH PANTURA
=====
```

```
Oleh : Aqsha N. Anwar
      F 25 1470
      Mekanisasi Pertanian
      Fakultas Teknologi Pertanian
      1994
=====
```

```
CLS
dim prod(50),yield(50),lpanen(50),torg(50),Eternak(50),ttraktot(50)
dim kwtot(50),kwtottha(50),uorg(50),utemak(50),utraktor(50),TERNAK(50)
DIM TTRARUSAK(50),TTRAKTOR(50),Y(200),PORG(50),PTERNAK(50),PTRAKTOR(50)
DIM PYIELD(50),PPROD(50),PLPANEN(50),PER(50),PERI(50),PERII(50),TTERNAK(50)
torg=84388
ttratot=10522
ttrusak=0.0091
yield=3.467
prod=3162258
for l=12 to 21
read lpanen(l)
next l
for i=12 to 21
read TTERNAK(i)
next i
INPUT "SKENARIO YANG DIGUNAKAN";S
IF S = 1 THEN GOSUB SKENARIODASAR
IF S = 2 THEN GOSUB SKENARIODUA
IF S = 3 THEN GOSUB SKENARIOTIGA
IF S = 4 THEN GOSUB SKENARIOEMPAT
IF S = 5 THEN GOSUB SKENARIOLIMA
IF S = 6 THEN GOSUB SKENARIOENAM
PRINT " SKENARIO ";S
PRINT "-----"
PRINT "TAHUN LPANEN THASIL PRODUKSI T ORANG T TERNAK T MESIN "
PRINT " (hektar)(Ton SGKG/Ha)(Ton SGKG) (Orang) (Ekor) (Unit) "
PRINT "-----"
for k=12 to 21
print using " #####          #.###          #####          #####          #####          #####          "
;k+1979;LPANEN(K);YIELD(K);PROD(K);UORG(K);UTERNAK(K);UTRAKTOR(K)
NEXT K
```

Hal yang harus diperhatikan dalam menggunakan program komputer adalah sebagai berikut:

1. Perhatikan jenis data yang dimasukkan ke dalam program komputer.
2. Perhatikan jenis data yang dimasukkan ke dalam program komputer.
3. Perhatikan jenis data yang dimasukkan ke dalam program komputer.
4. Perhatikan jenis data yang dimasukkan ke dalam program komputer.

```
PRINT "-----"
LOCATE 24,20:INPUT "TEKAN TOMBOL ENTER";G
END
```

SKENARIODASAR :

```
PRINT "KONDISI PENELITIAN"
CLS
for i= 12 to 21
LOCATE 13,26:PRINT "SKENARIO I"
LOCATE 15,15:PRINT "SEDANG PROSES TAHUN SIMULASI";i+1979
PROD(i)=(96.381+22.663*LOG(i))/100*prod
YIELD(i)=(95.668+19.850*LOG(i))/100*YIELD
'LPANEN(i)
TORG(i)=EXP(4.67578-.06026*i)/100*TORG
TTERNAK(i)=TTERNAK(i)*.5*.5
TTRAKTOT(i)=(66.49+28.194*i)/100*TTRATOT
TTRARUSAK(i)=(99.4-2.38)/100*TTRARUSAK
TTRAKTOR(i)=TTRAKTOT(i)-TTRAKTOT(i)*TTRARUSAK(i)
KWTOT(i)=TORG(i)+TTERNAK(i)+TTRAKTOR(i)
KWTOTHA(i)=KWTOT(i)/LPANEN(i)
UORG(i)=TORG(i)/.07
UTERNAK(i)=TTERNAK(i)/.5
UTRAKTOR(i)=TTRAKTOR(i)/(8*.746)
NEXT I
BEEP:CLS
RETURN
```

SKENARIODUA :

```
PRINT "SKENARIODUA"
'INPUT "PERSEN PERUBAHAN (KENAIKAN) TINGKAT HASIL DARI TAHUN SEBELUMNYA";PER
'INPUT "PERSEN PERUBAHAN (KENAIKAN) LUAS PANEN DARI TAHUN SEBELUMNYA";PERI
CLS
FOR I= 12 TO 16
PER(i)=3.5
PERI(i)=2.1
NEXT I
FOR I= 17 TO 21
PER(i)=2.2
PERI(i)=1.8
NEXT I
FOR I= 12 TO 21
LOCATE 13,26:PRINT "SKENARIO II"
LOCATE 15,15:PRINT " SEDANG PROSES TAHUN SIMULASI "i+1979
YIELD(i)=5.005
```



```

LPANEN(11)=973586
YIELD(I)=YIELD(I-1)+YIELD(I-1)*PER(I)/100
LPANEN(I)=LPANEN(I-1)+LPANEN(I-1)*PERI(I)/100
PROD(I)=LPANEN(I)*YIELD(I)
A=13.6029316-YIELD(I)
D=LOG(A)*0.5
C=Exp(D)*-1
B=(C+8.514693183)/32.44996148
TTERNAK(I)=TTERNAK(I)*.5*.5
TORG(I)=EXP(4.67578-.060260*I)/100*TORG
KWTOT(I)=B*LPANEN(I)/1.3
TTRAKTOR(I)=KWTOT(I)-TORG(I)-TTERNAK(I)
UORG(I)=TORG(I)/.07
LITERNAK(I)=TTERNAK(I)/.5
UTRAKTOR(I)=TTRAKTOR(I)/(8*.746)
NEXT I
BEEP:CLS
RETURN

SKENARIOTIGA :
PRINT "SKENARIOTIGA"
'INPUT "PERSEN PERUBAHAN (KENAIKAN) TENAGA TERNAK DARI TAHUN SEBELUMNYA";PER
'INPUT "PERSEN PERUBAHAN (KENAIKAN) TENAGA ORANG-DARI TAHUN SEBELUMNYA";PERI
'INPUT "PERSEN PERUBAHAN (KENAIKAN) TINGKAT HASIL DARI TAHUN SEBELUMNYA";PERII
CLS
FOR I=12 TO 16
PER(I)=2
PERI(I)=2.5
PERII(I)=3.5
NEXT I
FOR I=17 TO 21
PER(I)=3
PERI(I)=1.9
PERII(I)=2.2
NEXT I
FOR I=12 TO 21
LOCATE 13,26:PRINT "SKENARIO III"
LOCATE 15,15:PRINT " SEDANG PROSES TAHUN SIMULASI ="I+1979
YIELD(11)=5.005
YIELD(I)=YIELD(I-1)+YIELD(I-1)*PERII(I)/100
'LPANEN(I)
PROD(I)=LPANEN(I)*YIELD(I)
A=13.6029316-YIELD(I)

```



1. Untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia di lingkungan perguruan tinggi dan masyarakat.
 2. Untuk meningkatkan peran serta masyarakat dalam pembangunan nasional.
 3. Untuk meningkatkan peran serta masyarakat dalam pembangunan nasional.
 4. Untuk meningkatkan peran serta masyarakat dalam pembangunan nasional.
 5. Untuk meningkatkan peran serta masyarakat dalam pembangunan nasional.
 6. Untuk meningkatkan peran serta masyarakat dalam pembangunan nasional.
 7. Untuk meningkatkan peran serta masyarakat dalam pembangunan nasional.
 8. Untuk meningkatkan peran serta masyarakat dalam pembangunan nasional.
 9. Untuk meningkatkan peran serta masyarakat dalam pembangunan nasional.
 10. Untuk meningkatkan peran serta masyarakat dalam pembangunan nasional.

```

D=LOG(A)*0.5
C=Exp(D)*-1
B=(C+8.514693183)/32.44996148
TERNAK(11)=341484
torg(11)=49551
TERNAK(I)= TERNAK(I-1)+TERNAK(I-1)*PER(I)/100
TTERNAK(I)=TERNAK(I)*0.5*0.5
TORG(I)=TORG(I-1)+TORG(I-1)*PERI(I)/100
KWTOT(I)=B*LPANEN(I)/1.3
TTRAKTOR(I)=KWTOT(I)-TORG(I)-TTERNAK(I)
LIORG(I)=TORG(I)/.07
LUTERNAK(I)=TTERNAK(I)/.5
LITRAKTOR(I)=TTRAKTOR(I)/(8*.746)
NEXT I
BEEP:CLS
RETURN

SKENARIOEMPAT :
PRINT "SKENARIOEMPAT"
'INPUT "PERSEN PERUBAHAN (KENAIKAN) TINGKAT HASIL DARI TAHUN SEBELUMNYA";PER
'INPUT "PERSEN PERUBAHAN (KENAIKAN) LUAS PANEN DARI TAHUN SEBELUMNYA";PERI
CLS
FOR I=12 TO 16
PER(I)=3.5
PERI(I)=2.1
NEXT I
FOR I=17 TO 21
PER(I)=2.2
PERI(I)=1.8
NEXT I
FOR I= 12 TO 21
LOCATE 13,26 :PRINT "SKENARIO IV"
LOCATE 15,15:PRINT " SEDANG PROSES TAHUN SIMULASI =";I+1979
YIELD(11)=5.005
LPANEN(11)=973586
YIELD(I)=YIELD(I-1)+YIELD(I-1)*PER(I)/100
LPANEN(I)=LPANEN(I-1)+LPANEN(I-1)*PERI(I)/100
PROD(I)=LPANEN(I)*YIELD(I)
A=13.6029316-YIELD(I)
D=LOG(A)*0.5
C=Exp(D)*-1
B=(C+8.514693183)/32.44996148
TERNAK(11)=341484

```



```

TORG(11)=49551
TERNAK(I)= TERNAK(I-1)
TTERNAK(I)=TERNAK(I)*0.5*0.5
TORG(I)=TORG(I-1)
KWTOT(I)=B*LPANEN(I)/1.3
TTRAKTOR(I)=KWTOT(I)-TORG(I)-TTERNAK(I)
UORG(I)=TORG(I)/.07
LITERNAK(I)=TTERNAK(I)/.5
UTRAKTOR(I)=TTRAKTOR(I)/(8*.746)
NEXT I
BEEP:CLS
RETURN

SKENARIOLIMA :
PRINT "SKENARIOLIMA"
'INPUT "PERSEN PERUBAHAN (KENAIKAN) TENAGA TERNAK DARI TAHUN SEBELUMNYA";PER
'INPUT "PERSEN PERUBAHAN (KENAIKAN) TENAGA ORANG DARI TAHUN SEBELUMNYA";PERI
'INPUT "PERSEN PERUBAHAN (KENAIKAN) LUAS PANEN DARI TAHUN SEBELUMNYA";PERII
CLS
FOR I=12 TO 16
PER(I)=2
PERI(I)=2.5
PERII(I)=2.1
NEXT I
FOR I=17 TO 21
PER(I)=3
PERI(I)=1.9
PERII(I)=1.8
NEXT I
FOR I=12 TO 21
LOCATE 13,26:PRINT "SKENARIO V"
LOCATE 15,15:PRINT " SEDANG PROSES TAHUN SIMULASI ="I+1979
YIELD(I)=(95.668+19.850*LOG(I))/100*YIELD
LPANEN(I)=973586
LPANEN(I)=LPANEN(I-1)+LPANEN(I-1)*PERII(I)/100
PROD(I)=LPANEN(I)*YIELD(I)
A=13.6029316-YIELD(I)
D=LOG(A)*0.5
C=Exp(D)*-1
B=(C+8.514693183)/32.44996148
TERNAK(11)=341484
TORG(11)=49551
TERNAK(I)= TERNAK(I-1)+TERNAK(I-1)*PER(I)/100

```

© Hak cipta milik IPB University

IPB University

Halaman 94 dari 100 halaman

Lampiran 2. Tampilan (list) Program Komputer (lanjutan)

```

TTERNAK(I)=TERNAK(I)*0.5*0.5
TORG(I)=TORG(I-1)+TORG(I-1)*PERI(I)/100
KWTOT(I)=B*LPANEN(I)/1.3
TTRAKTOR(I)=KWTOT(I)-TORG(I)-TTERNAK(I)
UORG(I)=TORG(I)/.07
UTERNAK(I)=TTERNAK(I)/.5
UTRAKTOR(I)=TTRAKTOR(I)/(8*.746)
NEXT I
BEEP:CLS
RETURN

SKENARIOENAM :
PRINT "SKENARIOENAM"
'INPUT "PERSEN PERUBAHAN (KENAIKAN) TINGKAT HASIL DARI TAHUN SEBELUMNYA";PER
CLS
FOR I=12 TO 16
PER(I)=3.5
NEXT I
FOR I=17 TO 21
PER(I)=2.2
NEXT I
FOR I = 12 TO 21
LOCATE 13,26:PRINT "SKENARIO VI"
LOCATE 15,15:PRINT " SEDANG PROSES TAHUN SIMULASI =";I+1979
YIELD(11)=5.005
YIELD(I)=YIELD(I-1)+YIELD(I-1)*PER(I)/100
'LPANEN(I)
PROD(I)=LPANEN(I)*YIELD(I)
A=13.6029316-YIELD(I)
D=LOG(A)*0.5
C=Exp(D)*-1
B=(C+8.514693183)/32.44996148
TERNAK(11)=341484
TORG(11)=49551
TERNAK(I)=TERNAK(I-1)
TTERNAK(I)=TERNAK(I)*0.5*0.5
TORG(I)=TORG(I-1)
KWTOT(I)=B*LPANEN(I)/1.3
TTRAKTOR(I)=KWTOT(I)-TORG(I)-TTERNAK(I)
UORG(I)=TORG(I)/.07
UTERNAK(I)=TTERNAK(I)/.5
UTRAKTOR(I)=TTRAKTOR(I)/(8*.746)
NEXT I

```



Lampiran 2. Tampilan (list) Program Komputer (lanjutan)

BEEP:CLS

RETURN

DATA 997048,962764,971454,988270,973586,901032,912135,957179

DATA 913374,924996

DATA 231447,247428,268426,257348,249053,236861,249034,245707

DATA 239778,234557



lampiran 3. Keluaran (run) program komputer

SKENARIO 1

TAHUN	LPANEN (hektar)	THASIL (Ton SGK6/Ha)	PRODUKSI (Ton SGK6)	T ORANG (Orang)	T TERNAK (Ekor)	T MESIN (Unit)
1991	997048	5.027	4828656	627771	115724	7137
1992	962764	5.082	4886019	591058	123714	7634
1993	971454	5.133	4939130	556493	134213	8131
1994	988270	5.180	4988574	523949	128674	8628
1995	973586	5.225	5034826	493309	124527	9126
1996	901032	5.267	5078274	464460	118431	9623
1997	912135	5.306	5119237	437298	124517	10120
1998	957179	5.343	5157985	411725	122854	10617
1999	913374	5.378	5194745	387647	119889	11114
2000	924996	5.412	5229711	364977	117279	11611

SKENARIO 2

TAHUN	LPANEN (hektar)	THASIL (Ton SGK6/Ha)	PRODUKSI (Ton SGK6)	T ORANG (Orang)	T TERNAK (Ekor)	T MESIN (Unit)
1991	994031	5.180	5149257	627771	115724	5101
1992	1014906	5.361	5441400	591058	123714	5455
1993	1036219	5.549	5750118	556493	134213	5593
1994	1057980	5.743	6076351	523949	128674	7075
1995	1080197	5.944	6421093	493309	124527	8440
1996	1099641	6.075	6680479	464460	118431	9837
1997	1119434	6.209	6950343	437298	124517	10208
1998	1139584	6.345	7231110	411725	122854	11225
1999	1160097	6.485	7523218	387647	119889	12350
2000	1180978	6.628	7827125	364977	117279	13446

SKENARIO 3

TAHUN	LAPANEN (hektar)	THASIL (Ton SGK/Ha)	PRODUKSI (Ton SGK)	T ORANG (Orang)	T TERNAK (Ekor)	T MESIN (Unit)
1991	997048	5.180	5164884	725568	174157	-874
1992	962764	5.361	5161842	743707	177640	-2023
1993	971454	5.549	5390728	762300	181193	-2217
1994	988270	5.743	5675984	781358	184817	-2230
1995	973586	5.944	5787356	800892	188513	-2962
1996	901032	6.075	5473901	816109	194168	-5186
1997	912135	6.209	5663263	831615	199993	-5512
1998	957179	6.345	6073677	847415	205993	-5068
1999	913374	6.485	5923223	863516	212173	-6693
2000	924996	6.628	6130561	879923	218538	-7050

SKENARIO 4

TAHUN	LAPANEN (hektar)	THASIL (Ton SGK/Ha)	PRODUKSI (Ton SGK)	T ORANG (Orang)	T TERNAK (Ekor)	T MESIN (Unit)
1991	994031	5.180	5149257	707871	170742	-448
1992	1014906	5.361	5441400	707871	170742	144
1993	1036219	5.549	5750118	707871	170742	757
1994	1057980	5.743	6076351	707871	170742	1393
1995	1080197	5.944	6421093	707871	170742	2052
1996	1099641	6.075	6680479	707871	170742	2599
1997	1119434	6.209	6950343	707871	170742	3162
1998	1139584	6.345	7231110	707871	170742	3740
1999	1160097	6.485	7523218	707871	170742	4334
2000	1180978	6.628	7827125	707871	170742	4945

NARIC 5

UN	LPANEN (hektar)	THASIL (Ton SGK/ha)	PRODUKSI (Ton SGK)	T ORANG (Orang)	T TERNAK (Ekor)	T MESIN (Unit)
91	994031	5.027	4996917	725568	174157	-1045
92	1014906	5.082	5157759	743707	177640	-1048
93	1036219	5.133	5318920	762300	181193	-1054
94	1057980	5.180	5480852	781358	184817	-1063
95	1080197	5.225	5643927	800892	188513	-1073
96	1099641	5.267	5791396	816109	194168	-1260
97	1119434	5.306	5939676	831615	199993	-1457
98	1139584	5.343	6088993	847415	205993	-1665
99	1160097	5.378	6239546	863516	212173	-1884
00	1180978	5.412	6391512	879923	218538	-2114

NARIC 6

UN	LPANEN (hektar)	THASIL (Ton SGK/ha)	PRODUKSI (Ton SGK)	T ORANG (Orang)	T TERNAK (Ekor)	T MESIN (Unit)
91	997048	5.180	5164884	707871	170742	-380
92	962764	5.361	5161842	707871	170742	-1025
93	971454	5.549	5390728	707871	170742	-703
94	988270	5.743	5675984	707871	170742	-189
95	973586	5.944	5787356	707871	170742	-382
96	901032	6.075	5473901	707871	170742	-1953
97	912135	6.209	5663263	707871	170742	-1610
98	957179	6.345	6073677	707871	170742	-477
99	913374	6.485	5923223	707871	170742	-1396
00	924996	6.628	6130561	707871	170742	-1027

1. Melakukan penelitian, pengabdian masyarakat, dan pengabdian masyarakat
 2. Melakukan penelitian, pengabdian masyarakat, dan pengabdian masyarakat
 3. Melakukan penelitian, pengabdian masyarakat, dan pengabdian masyarakat
 4. Melakukan penelitian, pengabdian masyarakat, dan pengabdian masyarakat
 5. Melakukan penelitian, pengabdian masyarakat, dan pengabdian masyarakat
 6. Melakukan penelitian, pengabdian masyarakat, dan pengabdian masyarakat
 7. Melakukan penelitian, pengabdian masyarakat, dan pengabdian masyarakat
 8. Melakukan penelitian, pengabdian masyarakat, dan pengabdian masyarakat
 9. Melakukan penelitian, pengabdian masyarakat, dan pengabdian masyarakat
 10. Melakukan penelitian, pengabdian masyarakat, dan pengabdian masyarakat

Lampiran 4. Keluaran Prog. Minitab Untuk Model Giles

MTB > print c24 c28 c29

ROW	Y	X	X^2
1	3.467	0.256851	0.0659724
2	3.626	0.276231	0.0763038
3	4.041	0.277298	0.0768941
4	4.273	0.274390	0.0752899
5	4.337	0.223812	0.0500916
6	4.683	0.226386	0.0512504
7	4.787	0.221734	0.0491660
8	4.972	0.218937	0.0479333
9	5.005	0.218215	0.0476176
10	5.059	0.219218	0.0480567

MTB > regress c24 2 c28 c29

The regression equation is
 $Y = 72.5 - 539 X + 1053 X^2$

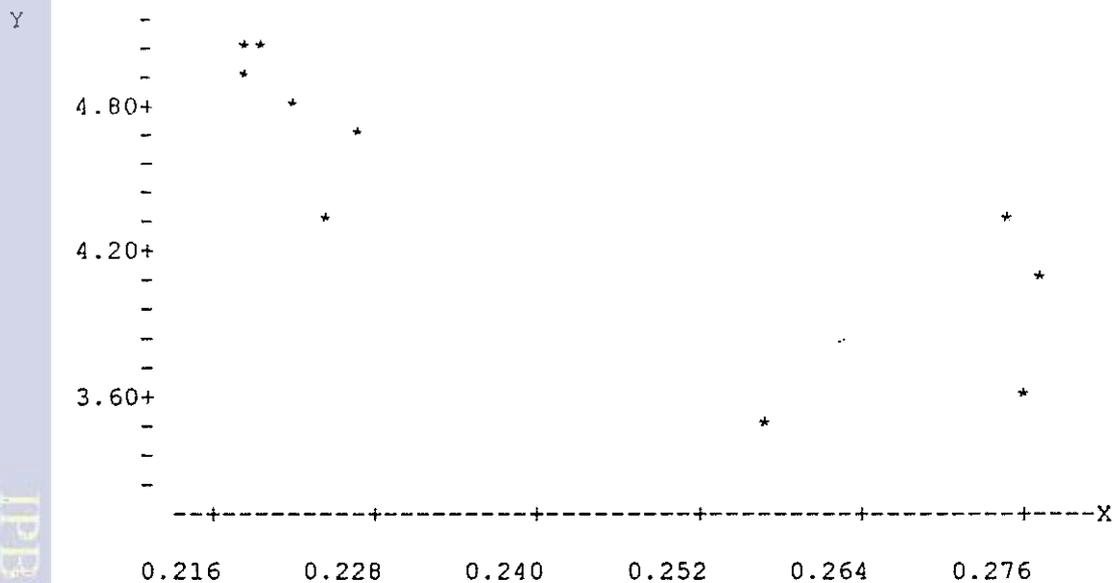
Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	72.49	19.86	3.65	0.008
X	-538.8	162.2	-3.32	0.013
X^2	1052.7	327.4	3.22	0.015

s = 0.2426 R-sq = 86.1% R-sq(adj) = 82.2%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	2.5576	1.2788	21.72	0.001
Error	7	0.4121	0.0589		
Total	9	2.9696			

MTB > plot c24 c28



IPB University
 Institut Pertanian Bogor
 Jalan Raya Pajadiran
 Bogor 16151
 Telp. (0251) 8717333
 Fax. (0251) 8717333
 Email: ipb@ipb.ac.id
 www.ipb.ac.id

MTB > PRINT C6

PROD

100.000	109.750	116.710	125.001	135.702	137.181	140.343
144.158	147.054	155.377	154.104	144.160		

MTB > REGRESS C6 1 C3

The regression equation is
 PROD = 96.4 + 22.7 Ln t

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	96.381	3.135	30.74	0.000
Ln t	22.663	1.727	13.13	0.000

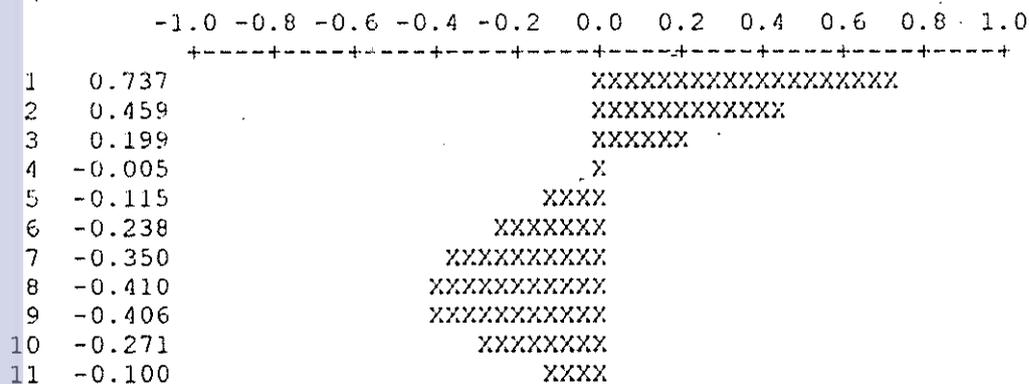
s = 4.328 R-sq = 94.5% R-sq(adj) = 94.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	3227.6	3227.6	172.30	0.000
Error	10	187.3	18.7		
Total	11	3415.0			

MTB > ACF C6

ACF of PROD



1. Meningkatkan mutu pendidikan melalui kemandirian, jalinan kerjasama, dan inovasi sumber daya manusia
 2. Meningkatkan mutu pelayanan kepada masyarakat melalui kerjasama dengan berbagai pihak
 3. Meningkatkan mutu penelitian dan pengabdian masyarakat melalui kerjasama dengan berbagai pihak

MTB > PRINT C8 C13 C12

ROW	LPANEN	Estimasi	Error
1	912135	*	*
2	957179	957179	-0.210858
3	913374	913373	0.483838
4	924990	924990	-0.348054
5	989415	989416	-0.691804
6	997638	997637	0.720499
7	997048	997048	0.007906
8	962764	962764	-0.056286
9	971454	971454	0.385349
10	988270	988270	-0.356401
11	973586	973587	-0.540647
12	901032	901031	0.874978

MTB > ARIMA (0 1 0) (2 0 0) 6 C8;
SUBC> NOCONST.

Final Estimates of Parameters

Type	Estimate	St. Dev.	t-ratio
SAR 6	0.0000	0.0000	1.15
SAR 12	1.0000	0.0000	205507.02

Differencing: 1 regular difference

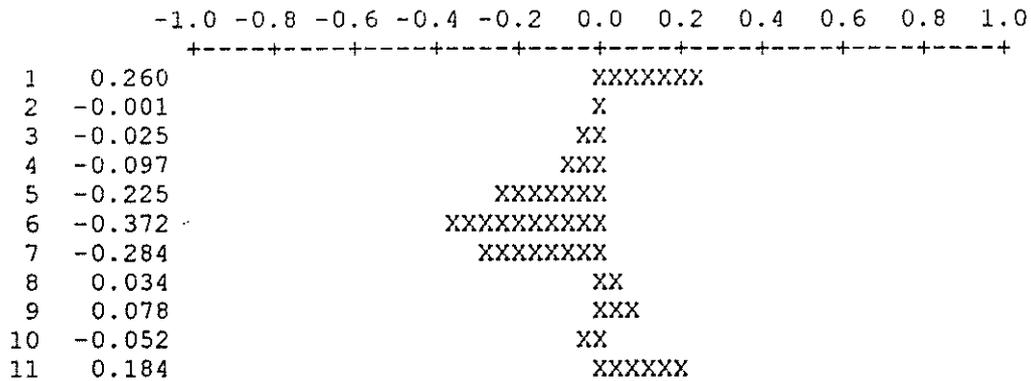
No. of obs.: Original series 12, after differencing 11
Residuals: SS = 2.73405 (backforecasts excluded)
MS = 0.30378 DF = 9

Modified Box-Pierce chisquare statistic

Lag	12	24	36	48
Chisquare	* (DF= *)	* (DF= *)	* (DF= *)	* (DF= *)

MTB > ACF C8

ACF of LPANEN



Halo Kita Berhimpun, Berprestasi Untuk
 1. Meningkatkan kualitas sumber daya manusia yang memiliki kemampuan dan kompetensi sumber
 2. Mengembangkan ilmu sains dan teknologi yang bermanfaat, inovatif, dan aplikatif untuk kemajuan bangsa dan dunia
 3. Mengembangkan nilai-nilai kepedulian sosial yang berkeadilan dan berkearifan lokal
 4. Mengembangkan sikap kepemimpinan yang visioner dan inovatif
 5. Mengembangkan sikap tanggung jawab sosial yang berkeadilan dan berkearifan lokal

MTB > PRINT C6

THASIL

100.000	104.586	116.556	123.248	125.094	135.074	131.872
136.573	138.073	143.409	144.361	145.919		

MTB > REGRESS C6 1 C3

The regression equation is
THASIL = 95.7 + 19.9 Ln T

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	95.668	2.021	47.34	0.000
Ln T	19.850	1.113	17.84	0.000

s = 2.789 R-sq = 97.0% R-sq(adj) = 96.6%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	2476.2	2476.2	318.23	0.000
Error	10	77.8	7.8		
Total	11	2554.0			

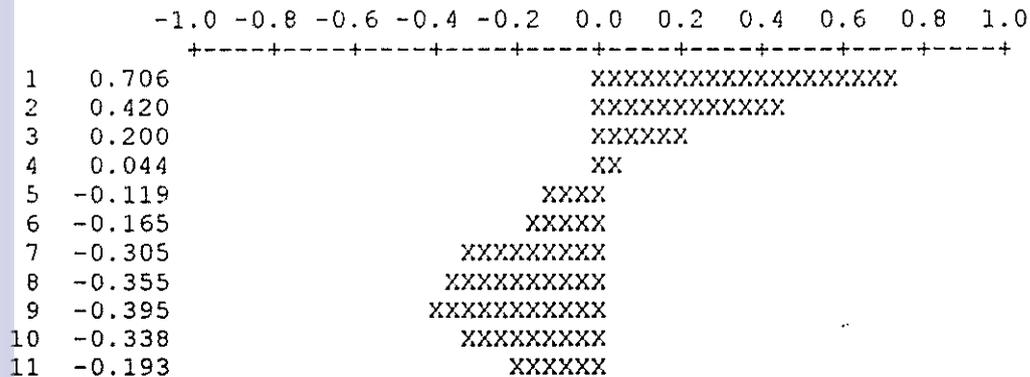
Unusual Observations

Obs.	Ln T	THASIL	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
1	0.00	100.000	95.668	2.021	4.332	2.25RX

R denotes an obs. with a large st. resid.
X denotes an obs. whose X value gives it large influence.

MTB > ACF C6

ACF of THASIL



Halo, saya sedang mencari informasi mengenai IPB University. Saya ingin mengetahui lebih lanjut mengenai IPB University, terutama mengenai program studi yang ditawarkan. Saya juga ingin mengetahui mengenai lokasi IPB University dan bagaimana cara mendaftar ke IPB University.

Lampiran 8. Keluaran Prog. Minitab Untuk Submodel Tenaga Orang Pengolah Tanah

MTB > PRINT C20

Ln ORANG						
4.60517	4.59696	4.51327	4.46948	4.37951	4.25865	4.22813
4.12859	4.10705	4.07275	4.03558	4.01400		

MTB > PRINT C19

C19						
100.000	99.183	91.220	87.311	79.799	70.714	68.589
62.090	60.767	58.718	56.576	55.368		

MTB > REGRESS C20 1 C2

The regression equation is
Ln ORANG = 4.68 - 0.0603 t

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	4.67578	0.02491	187.72	0.000
t	-0.060260	0.003384	-17.81	0.000

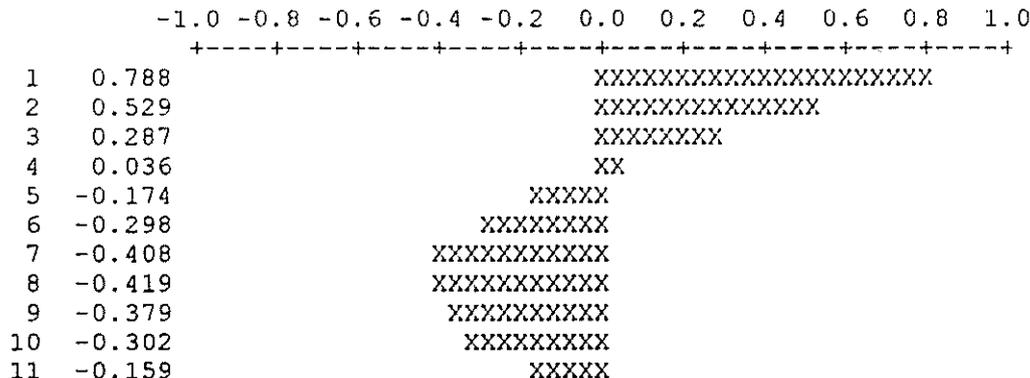
s = 0.04047 R-sq = 96.9% R-sq(adj) = 96.6%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.51927	0.51927	317.03	0.000
Error	10	0.01638	0.00164		
Total	11	0.53565			

MTB > ACF C17

ACF of C17



Halo, siapa yang bilang, belajar itu sekedar menghafal? Belajar itu proses mencari, menemukan, dan menerapkan ilmu. Belajar itu proses yang melibatkan keaktifan, kepedulian, kepeduliannya orang-orang yang terlibat. Belajar itu proses yang melibatkan keaktifan, kepedulian, kepeduliannya orang-orang yang terlibat. Belajar itu proses yang melibatkan keaktifan, kepedulian, kepeduliannya orang-orang yang terlibat.

MTB > print c6 c8 c7

ROW	TERKERJA	Estimasi	Error
1	814451	*	*
2	642533	753070	-110537
3	470606	574195	-103589
4	568356	527501	40855
5	448237	527719	-79482
6	429218	350902	78316
7	317216	315575	1641
8	305425	352979	-47554
9	434288	218599	215689
10	471152	410567	60585
11	351334	358278	-6944
12	341615	340654	961
13	410822	406559	4263
14	421523	431526	-10003
15	434673	357390	77283
16	325776	425027	-99251
17	330706	361308	-30602
18	328604	350802	-22198
19	408604	345205	63399
20	319085	338306	-19221
21	310875	320029	-9154
22	290538	302776	-12238
23	274218	342548	-68330

MTB > arima (0 1 1)(2 0 1)2 c6;
 SUBC> noconst;
 SUBC> forecast 23,20.

Final Estimates of Parameters

Type	Estimate	St. Dev.	t-ratio
SAR 2	0.1607	0.2832	0.57
SAR 4	0.6277	0.1881	3.34
MA 1	0.1031	0.2439	0.42
SMA 2	0.2586	0.3366	0.77

Differencing: 1 regular difference
 No. of obs.: Original series 23, after differencing 22
 Residuals: SS = 116236804096 (backforecasts excluded)
 MS = 6457600000 DF = 18

Modified Box-Pierce chisquare statistic

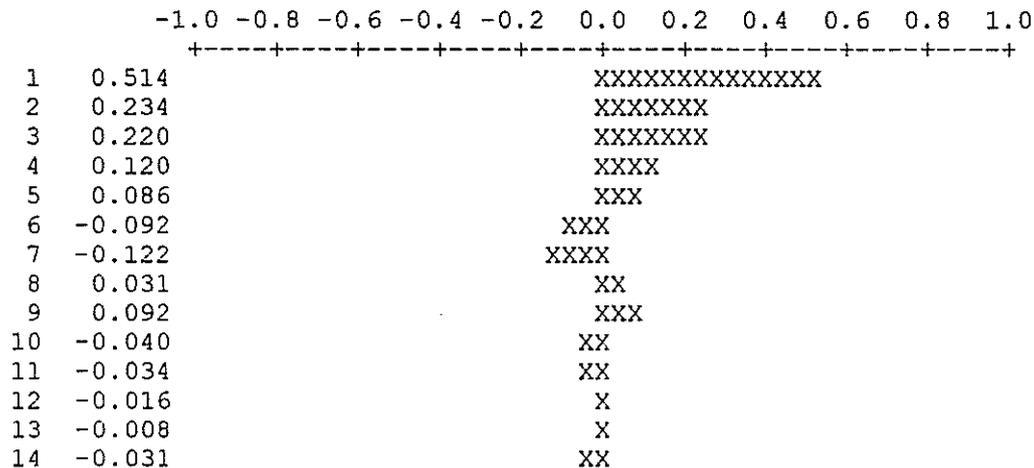
Lag	12	24	36	48
Chisquare	9.8 (DF= 8)	* (DF= *)	* (DF= *)	* (DF= *)

MTB > acf c6



Halo Kita Berhimpun, Berprestasi Unggul
 1. Mengikuti kompetisi sebagai tim atau individu karya inovatif, kreatif, dan inovatif untuk
 a. Mengikuti lomba atau kompetisi nasional, provinsi, kabupaten/kota, dan tingkat lokal
 b. Mengikuti lomba atau kompetisi internasional
 2. Mengikuti kompetisi atau lomba sebagai tim atau individu karya inovatif, kreatif, dan inovatif

ACF of TERKERJA



Lampiran 10. Keluaran Prog. Minitab Untuk Submodel Traktor Roda Dua Baik 107

MTB > PRINT C11 C13 C16

ROW	TRAKTOR	TRAKTOT	TRARUSAK
1	100.000	100.000	100.000
2	105.724	105.615	88.766
3	145.335	145.264	94.656
4	169.662	169.541	92.161
5	220.263	220.023	88.059
6	230.853	230.459	81.360
7	265.713	265.343	84.796
8	319.061	318.435	78.509
9	321.580	320.987	79.832
10	375.673	374.816	75.037
11	396.680	395.632	71.089
12	351.689	350.822	73.043

MTB > REGRESS C11 2 C13 C16

The regression equation is

$$\text{TRAKTOR} = 1.50 + 1.00 \text{ TRAKTOT} - 0.0181 \text{ TRARUSAK}$$

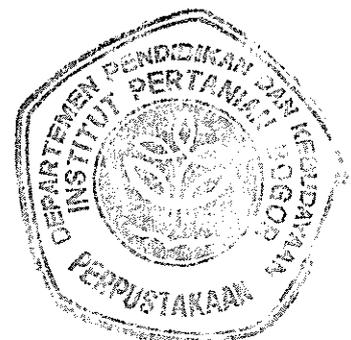
Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	1.5035	0.7541	1.99	0.077
TRAKTOT	1.00182	0.00063	1599.96	0.000
TRARUSAK	-0.018055	0.007209	-2.50	0.034

s = 0.07481 R-sq = 100.0% R-sq(adj) = 100.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	2	119764	59882	1.070E+07	0.000
Error	9	0	0		
Total	11	119764			

G-Met cpta mltk IPB University



1. Untuk lebih jelasnya mengenai cara-cara dalam menggunakan program ini, silakan kunjungi alamat website kami di www.ipb.ac.id
 2. Untuk lebih jelasnya mengenai cara-cara dalam menggunakan program ini, silakan kunjungi alamat website kami di www.ipb.ac.id
 3. Untuk lebih jelasnya mengenai cara-cara dalam menggunakan program ini, silakan kunjungi alamat website kami di www.ipb.ac.id

MTB > print c30

```

traktot
 100.000  105.615  145.264  169.541  220.023  230.459  265.343
 318.435  320.987  374.816  395.632  350.822
    
```

MTB > regress c30 1 c31

The regression equation is
traktot = 66.5 + 28.2 t

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	66.49	14.18	4.69	0.000
t	28.194	1.927	14.63	0.000

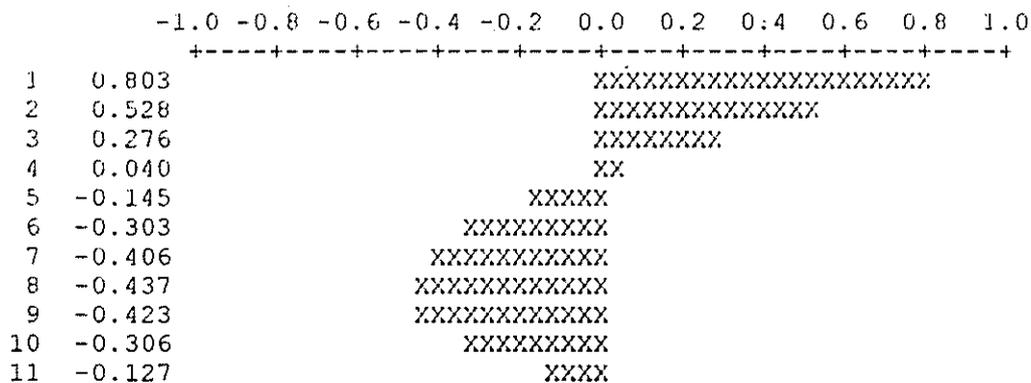
s = 23.05 R-sq = 95.5% R-sq(adj) = 95.1%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	113669	113669	213.99	0.000
Error	10	5312	531		
Total	11	118981			

MTB > acf c30

ACF of traktot



MTB > PRINT C16

TRARUSAK							
100.000	88.766	94.656	92.161	88.059	81.360	84.796	
78.509	79.832	75.037	71.089	73.043			

MTB > REGRESS C16 1 C2

The regression equation is
 TRARUSAK = 99.4 - 2.38 t

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	p
Constant	99.393	1.842	53.96	0.000
t	-2.3770	0.2503	-9.50	0.000

s = 2.993 R-sq = 90.0% R-sq(adj) = 89.0%

Analysis of Variance

SOURCE	DF	SS	MS	F	p
Regression	1	807.95	807.95	90.19	0.000
Error	10	89.58	8.96		
Total	11	897.52			

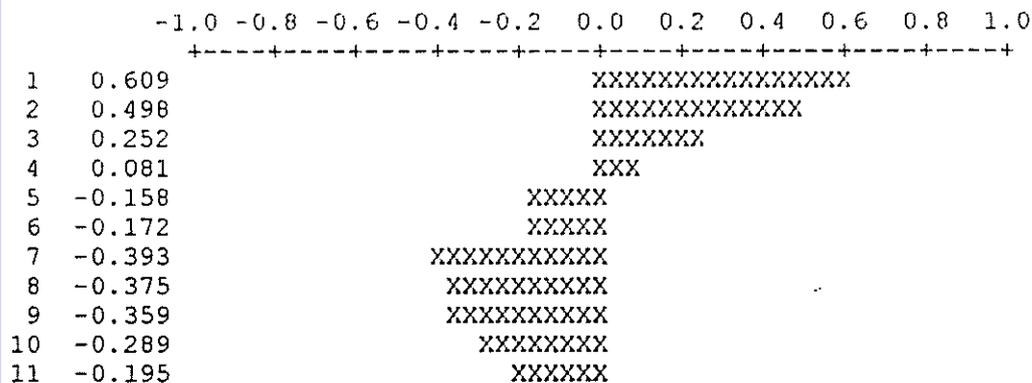
Unusual Observations

Obs.	t	TRARUSAK	Fit	Stdev.Fit	Residual	St.Resid
2	2.0	88.766	94.639	1.420	-5.873	-2.23R

R denotes an obs. with a large st. resid.

MTB > ACF C16

ACF of TRARUSAK



1. Untuk lebih jelasnya mengenai cara melakukan analisis regresi menggunakan Minitab, silakan kunjungi alamat website: www.minitab.com
 2. Untuk lebih jelasnya mengenai cara melakukan analisis regresi menggunakan Minitab, silakan kunjungi alamat website: www.minitab.com

Lampiran 13. Produksi Tanaman Pangan di wilayah PANTURA tiap Kabupaten
(Ton SGKG)

TAHUN	KABUPATEN DI WILAYAH PANTURA JABAR						
	Serang	Tangerang	Bekasi	Kerawang	Subang	Indramayu	Cirebon
1980	285798	304768	301738	665112	365732	696007	587887
1981	337441	327078	356391	726796	372913	754088	635499
1982	335456	319098	349135	807263	394586	800659	739444
1983	399084	346313	385292	869554	383062	823512	788347
1984	414995	358873	486473	948360	435324	875116	806355
1985	420797	378094	538610	944547	411481	939773	809938
1986	424041	384977	538952	941057	403241	938035	800373
1987	441208	376765	575506	949130	396394	946634	838083
1988	489203	432557	559236	921025	406936	976114	881628
1989	499908	458040	600748	929037	451267	1025632	922913
1990	516123	453527	589333	962904	454951	1018463	887772
1991	379706	390063	517412	986531	396683	1016207	929976

TAHUN	PADI	PALAWIJA	TOTAL PANGAN
1980	3,568	2,250	3,467
1981	3,739	2,239	3,626
1982	4,207	2,068	4,041
1983	4,436	2,333	4,273
1984	4,759	1,450	4,337
1985	4,586	2,646	4,683
1986	4,605	2,563	4,572
1987	4,866	2,804	4,735
1988	4,990	2,480	4,787
1989	5,144	2,725	4,972
1990	5,188	2,719	5,005
1991	5,268	2,742	5,059

TAHUN	TENAGA PENGOLAH TANAH (Orang)
1980	1205538
1981	1195653
1982	1099571
1983	1030976
1984	962104
1985	936486
1986	852436
1987	826866
1988	748519
1989	707868
1990	706156
1991	667410



Lampiran 16. Tenaga ternak kerja dan traktor roda dua

TAHUN	SAPI KERJA	KERBAU	TERNAK KERJA
1980	62355	279260	341615
1981	73020	337802	410822
1982	79491	342032	421523
1983	86123	348550	434673
1984	59312	266464	325776
1985	65942	264764	330706
1986	58121	270778	328899
1987	70677	337927	408604
1988	57620	261465	319085
1989	56389	254486	310875
1990	52370	238168	290538
1991	52311	221907	274218

TAHUN	BAIK	RUSAK	TOTAL
1980	1747	16	1763
1981	1847	15	1862
1982	2539	22	2561
1983	2964	25	2989
1984	3848	31	3879
1985	4033	30	4063
1986	4642	36	4678
1987	5574	40	5614
1988	5618	41	5659
1989	6563	45	6608
1990	6930	45	6975
1991	6144	41	6185