

# **MANAJEMEN MESIN PERTANIAN 1**

*(Kajian Konsep Dasar Manajemen Mesin Pertanian)*

**OLEH:**

**Dr. SANDRA MELLY, S.TP, MSi**  
**Dr. YUNI ERNITA, S.TP, MP**  
**SRI AULIA NOVITA, S.TP, MP**  
**ZULNADI, S.P, MP**



**Anggota IKAPI**  
**2020**

**MANAJEMEN MESIN PERTANIAN 1**  
**(KAJIAN KONSEP DASAR MANAJEMEN MESIN PERTANIAN)**

***Penulis:***

Dr. Sandra Melly, S.TP, MSi, dkk

***ISBN:***

9786239392512

***Editor:***

Tim the Journal Publishing

***Design Cover:***

Muhammad Lukman

***Tata Letak:***

Tim The Journal Publishing

**Cetakan I, 2020**

***Penerbit:***

THE JOURNAL PUBLISHING I Anggota IKAPI  
Jl. Patukan Gamping Tengah RT.004 RW. 015, Ambarketawang,  
Gamping Tengah, Sleman, DIY. Cp. 0823-2679-6566

-----  
*Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang*

*Dilarang Memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan cara  
apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.*

# KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan hidayah-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Buku Manajemen Mesin Pertanian 1 (Kajian Konsep Dasar Manajemen Mesin Pertanian). Buku ini disusun sebagai pengantar materi Manajemen Mesin Pertanian dan dapat digunakan sebagai panduan atau literatur dalam memahami kuliah Manajemen Mesin Pertanian, khususnya bagi mahasiswa Program Studi Teknologi Mekanisasi Pertanian dan umumnya bagi pembaca yang tertarik mempelajari Manajemen Mesin Pertanian. Diharapkan buku ini dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga dan rekan-rekan yang telah memberikan dukungan moril dan membantu penulis dalam penyusunan buku ini.

Penulis menyampaikan mohon maaf karena pada buku ini masih terdapat banyak kekurangan. Penulis mengharapkan sumbang saran dari pembaca demi kesempurnaan buku ini dan pengembangan ilmu penulis di masa yang akan datang. Sebelumnya penulis ucapkan terima kasih.

Payakumbuh, Juni 2020

Tim Penulis

# DAFTAR ISI

MANAJEMEN MESIN PERTANIAN 1 (KAJIAN KONSEP DASAR MANAJEMEN MESIN PERTANIAN).....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Definisi Manajemen Alat dan Mesin Pertanian.....	1
1.2. Keterampilan Manajerial Bagi Manajer Mesin Pertanian .....	3
1.3. Peranan Alat dan Mesin Pertanian.....	5
1.4. Soal Latihan .....	7
6.1. Sumber Pustaka.....	8
<b>BAB 2 ANALISA KINERJA MESIN PADA ALAT DAN MESIN PERTANIAN .....</b>	<b>9</b>
2.1. Kapasitas Alat/Mesin Pertanian .....	9
2.2. Waktu Hilang Pada Pengoperasian Alat/Mesin Pertanian.....	13
2.3. Efisiensi Lapang dan Faktor yang Memengaruhi.....	15
2.4. Soal Latihan .....	20
2.5. Sumber Pustaka.....	20
<b>BAB 3 ANALISA KINERJA TENAGA PADA TRAKTOR.....</b>	<b>21</b>
3.1. Ukuran Tenaga Traktor.....	21
3.2. Pemahaman Tentang <i>Rolling Resistance</i> .....	25
3.3. Soal Latihan .....	26

3.4. Sumber Pustaka .....	26
<b>BAB 4 ANALISA KINERJA OPERATOR .....</b>	<b>27</b>
4.1. Jenis, Jumlah dan Nilai Operator .....	27
4.2. Keselamatan dan Kenyamanan Lingkungan Kerja Operator .....	30
4.3. Soal Latihan .....	37
4.4. Sumber Pustaka .....	37
<b>BAB 5 ANALISA BIAYA .....</b>	<b>39</b>
5.1. Penentuan Biaya Operasi .....	39
5.2. Pemahaman <i>Break Even Point</i> (BEP) .....	58
5.3. Evaluasi Usaha .....	63
5.4. Soal Latihan .....	70
5.5. Soal Latihan .....	71
<b>BAB 6 OPERASI DAN PEMILIHAN PERALATAN .....</b>	<b>72</b>
6.1. Tujuan, Jenis dan Faktor Pemilihan Peralatan Pengolahan Tanah ....	72
6.4. Soal Latihan .....	83
6.5. Sumber Pustaka .....	84
<b>BAB 7 INVENTORY DAN PERENCANAAN PRODUKSI .....</b>	<b>85</b>
7.1. Inventory .....	85
7.2. Perencanaan Produksi .....	99
7.3. Soal Latihan .....	110
7.4. Sumber Pustaka .....	110
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>111</b>

# DAFTAR TABEL

Tabel 1. Efisiensi Lapang dan Kecepatan Operasi Alat/Mesin Pertanian .....	16
Tabel 2. Persentase Kecelakaan Pada Mesin-Mesin Pertanian .....	31
Tabel 3. Penyusutan dengan Metoda Penjumlahan Angka Tahun.....	47
Tabel 4. Penyusutan Dengan Metoda Kesetimbangan Menurun Berganda	48
Tabel 5. Penyusutan dengan Metoda Sinking Fund .....	49
Tabel 6. Konsumsi Bahan Bakar Bebebrapa Mesin Pertanian.....	53
Tabel 7. Rata-rata Pemakaian Oli Pada Traktor Roda 4.....	54
Tabel 8. Rata-rata Pemakaian Pelumas pada Alat Berat .....	55
Tabel 9. Pengelompokkan Data Dalam Penyelesaian Masalah LP .....	104

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tingkat Keterampilan dan Manajemen .....	5
Gambar 2. Diagram Titik Impas .....	62
Gambar 3. Grafik Persediaan Dalam Model EQQ.....	91
Gambar 4. Model Persediaan Dengan Penerimaan Bertahap.....	95
Gambar 5. Model Persediaan Dengan Persediaan Pengaman .....	98

# ***BAB 1* PENDAHULUAN**

## **1.1. Definisi Manajemen Alat dan Mesin Pertanian**

Dalam mendefinisikan manajemen alat/mesin pertanian, dapat kita penggal menjadi kata manajemen dan alat/mesin pertanian. Dalam pemahaman selanjutnya akan diuraikan masing-masing kata.

“Siapa yang membutuhkan manajemen?” Pertanyaan ini sering muncul dan selalu dijawab “perusahaan/bisnis”. Padahal dalam prakteknya, manajemen dibutuhkan oleh setiap orang dan semua kegiatan yang diorganisir, karena tanpa manajemen semua usaha akan sia-sia dan pencapaian tujuan akan lebih sulit. Namun yang jelas, manajemen itu dibutuhkan dengan alasan, di antaranya: untuk mencapai tujuan (pribadi atau organisasi), dan untuk menjaga keseimbangan diantara tujuan-tujuan yang saling bertentangan serta untuk mencapai efisiensi dan efektifitas.

“Apa itu manajemen?” Banyak para pakar ekonomi memberikan pengertian manajemen dan yang pasti seperti banyak bidang studi lainnya yang menyangkut manusia, manajemen sulit didefinisikan (diterima secara universal). Mary Parker Follett mengartikan manajemen sebagai seni dalam menyelesaikan pekerjaan melalui orang lain. Sedangkan James Stoner mendefinisikan manajemen sebagai proses pengorganisasian, pengerahan dan pengawasan usaha-usaha para anggota organisasi dan penggunaan sumber daya-sumber daya organisasi lainnya agar tercapai tujuan organisasi yang telah ditetapkan.



Dari kedua definisi di atas, disimpulkan bahwa manajemen itu merupakan seni dan proses. Manajemen sebagai seni mengandung arti bahwa hal itu merupakan kemampuan atau keterampilan pribadi, sedangkan manajemen sebagai proses berarti cara sistematis untuk melakukan pekerjaan.

Di samping itu, manajemen dapat didefinisikan sebagai bekerja dengan orang-orang untuk menentukan, menginterpretasikan dan mencapai tujuan-tujuan organisasi dengan pelaksanaan fungsi-fungsi perencanaan (*planning*), pengorganisaaian (*organizing*), penyusunan personalia atau kepegawaian (*Staffing*), pengarahan dan kepemimpinan (*leading*) dan pengawasan (*controlling*).

Kata-kata selanjutnya yang akan dibahas adalah alat/mesin pertanian. Berbicara tentang alat/mesin pertanian secara tidak langsung membahas tentang mekanisasi pertanian secara umum. Mekanisasi pertanian dapat didefinisikan sebagai aplikasi science dan seni dari alat bantu mekanis yang diperlukan untuk meningkatkan produksi dan pengawetan dari bahan pangan atau tanaman serat sedemikian rupa sehingga pekerjaannya tidak melelahkan dan dapat meningkatkan efisiensi. Dari definisi tersebut dapat dikatakan bahwa alat/mesin pertanian merupakan alat/mesin yang digunakan untuk mencapai tujuan peningkatan produksi dan efisiensi baik waktu, tenaga dan biaya dalam usaha atau kegiatan di bidang pertanian.

Dari uraian di atas, secara umum manajemen dapat didefinisikan sebagai suatu proses untuk mengkoordinasikan sumber daya manusia, informasi, fisik dan finansial untuk mencapai tujuan organisasi. Sedangkan manajemen mesin pertanian

merupakan bagian dari manajemen pertanian yang berurusan dengan proses optimasi penggunaan alat mesin pertanian dalam rangka memaksimalkan keuntungan atau meminimumkan biaya produksi per unit barang yang dihasilkan.

Manajemen mesin pertanian akan optimum bila kinerja ekonomi dari seluruh sistem mesin dapat memberikan nilai tambah terhadap produk dan proses melebihi dari biaya operasi yang dikeluarkan. Dalam manajemen mesin pertanian, kinerja ekonomi terdiri dari tiga komponen pokok yaitu:

- Kinerja mesin
- Kinerja tenaga
- Kinerja operator

Ketiga komponen tersebut akan dibahas pada Bab-bab berikut.

Dalam manajemen mesin pertanian, sasaran utamanya adalah menghasilkan kinerja ekonomi yang optimum. Hal ini dapat dicapai melalui pengaturan dan kombinasi dari setiap mesin yang digunakan dalam suatu operasi. Kinerja tersebut mempunyai satuan dimensi berupa satuan jumlah per satuan waktu

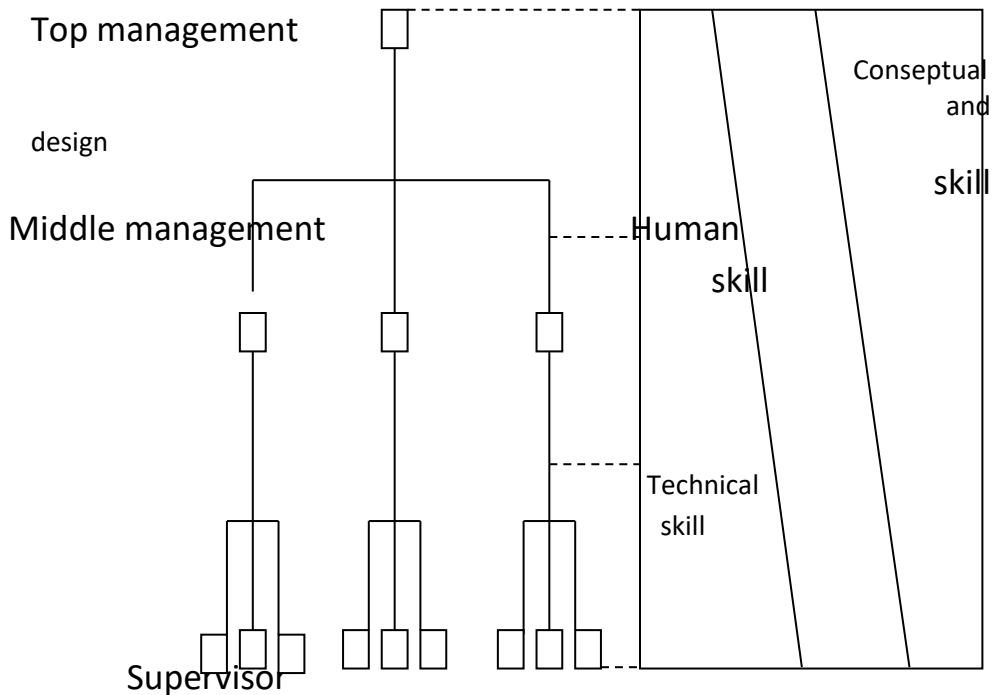
## **1.2. Keterampilan Manajerial Bagi Manajer Mesin Pertanian**

Dalam pelaksanaan tugasnya, seorang manajer berkerja sesuai dengan fungsi-fungsi manajemen, dan banyaknya waktu yang dihabiskan untuk menjalankan masing-masing fungsi tersebut berbeda-beda sesuai dengan tingkatan manajemennya. Seorang manajer termasuk manajer alat/mesin pertanian dalam melaksanakan fungsinya harus memiliki *skill* (keterampilan

manajerial) agar diperoleh hasil yang optimal. “Apa keterampilan yang harus dimiliki manajer tersebut?” Ada empat keterampilan manajerial yang harus dimiliki seorang manajer alat/mesin pertanian yaitu:

1. *Keterampilan Teknis (technical skill)*, merupakan keahlian atau pengetahuan dalam suatu kegiatan yang melibatkan metoda, proses dan prosedur, dan memerlukan teknik dan alat khusus. Misalnya seorang mekanik membutuhkan alat dan manajer (supervisor) harus mengetahui dan mempelajari berapa jumlah alat yang digunakan.
2. *Keterampilan kemanusiaan (human skill)*, merupakan keterampilan dalam melakukan hubungan dengan manusia lain (usaha kerjasama, kelompok kerja, penciptaan kondisi di mana orang merasa aman dan bebas berpendapat). Keterampilan ini sangat dibutuhkan dalam menjalankan suatu usaha karena keberagaman keinginan, pengetahuan, keterampilan dan pemikiran yang dimiliki manusia.
3. *Keterampilan Konseptual (conceptual skill)*, merupakan kemampuan untuk melihat gambaran secara menyeluruh mengenai elemen dari suatu situasi dan mengerti hubungan antara elemen tersebut.
4. *Keterampilan disain (design skill)*, merupakan kemampuan memecahkan masalah dengan suatu cara tertentu sehingga dapat menguntungkan organisasi.

Adapun hubungan antara tingkat manajemen dengan proporsi keterampilan yang harus dimilikinya dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Tingkat Keterampilan dan Manajemen

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa setiap manajer harus memiliki ke empat skill yang telah diuraikan, namun proporsinya sesuai dengan tingkatan kedudukannya sebagai manajer. Semakin tinggi kedudukan seseorang, maka keterampilan konseptual dan disain yang semakin diperlukan, sedangkan keterampilan teknis dibutuhkan dalam proporsi yang lebih sedikit. Demikian pula sebaliknya, semakin rendah kedudukan seseorang, maka lebih sedikit memerlukan keterampilan konseptual dan disain, sedangkan keterampilan teknis dibutuhkan dalam proporsi yang lebih besar.

### 1.3. Peranan Alat dan Mesin Pertanian

Alat dan mesin pertanian dirancang sedemikian rupa, salah satunya guna memudahkan pekerjaan petani dalam usahatani

dan menjadikan kegiatan bertani tersebut sebagai kegiatan yang menyenangkan. Penerapan alat dan mesin pertanian diharapkan dapat memberikan keuntungan maksimum terhadap bisnis pertanian, dimana aplikasi mesin pertanian akan memberikan keuntungan antara lain:

- ❑ Meningkatkan produktivitas lahan dan tenaga kerja
- ❑ Menjaga ketepatan waktu operasi
- ❑ Perbaiki kondisi kerja
- ❑ Meningkatkan pendapatan petani atau kalangan industri
- ❑ Meningkatkan keamanan kerja dan kebanggaan petani atau kalangan industri
- ❑ Mengurangi kehilangan hasil
- ❑ Meningkatkan mutu produk.

Di samping keuntungan di atas, saat ini alat dan mesin pertanian dirancang sedemikian rupa dengan memerhatikan konsep “pertanian berkelanjutan”. Hal ini menunjukkan bahwa alat dan mesin pertanian yang dirancang adalah alat dan mesin yang ramah lingkungan, alat mesin yang mengolah limbah pertanian. Begitu banyak penelitian-penelitian yang membuat alat/mesin pembuatan biogas, pembuatan bioethanol, alat/mesin pra panen maupun pasca panen yang memanfaatkan instrumen panel surya dan lain-lain.

Namun, pengaplikasian alat/mesin pertanian di tengah-tengah masyarakat tidaklah semudah membalikkan telapak tangan, dimana sering terjadi pro dan kontra. Ada yang beranggapan bahwa penggunaan mesin pertanian dapat mengakibatkan peningkatan pengangguran karena jumlah tenaga kerja petani yang digunakan berkurang. Sebaliknya, penggunaan alat dan mesin pertanian

dianggap untuk menutupi kekurangan tenaga kerja di bidang pertanian karena adanya kecenderungan masyarakat untuk beralih ke industri (buruh pabrik) dan keengganan bagi yang muda untuk berusahatani.

Di samping itu, pada umumnya pertanian kita yang masih bersifat subsisten atau belum komersil. Dalam arti, masih adanya anggapan petani bahwa bertani itu hanya untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari dan belum berfikir bahwa dengan bertani kita bisa mendapatkan keuntungan (bertani untuk mencari keuntungan). Akibatnya, salah satunya adalah adopsi alat/mesin pertanian yang lambat.

#### **1.4. Soal Latihan**

1. Jelaskan definisi manajemen mesin pertanian!
2. Semakin tinggi kedudukan seorang manajer mesin pertanian keterampilan apa yang semakin diperlukan? Mengapa demikian?
3. Sebutkan keuntungan dari penggunaan alat/mesin pertanian! Dan bagaimanakah peran alat/mesin pertanian di daerah saudara?
4. Seorang manajer mesin pertanian harus memiliki *human skill*, mengapa demikian?
5. Sebutkan komponen dari kinerja ekonomi mesin dalam manajemen mesin pertanian!

## 5.1. Sumber Pustaka

- Hasibuan, M. 1985. *Manajemen Dasar, Pengertian dan Masalah*. PT Gunung Agung. Jakarta.
- Hunt, D. 1973. *Farm Power Machinery Management*. IOWA State University.
- Terry, R. G. 1986. *Asas-Asas Menejemen*. Penerbit Alumni. Bandung.
- Terry, R. G dan Rue Lw. 2000. *Dasar-Dasar Manajemen*. Bumi Aksara. Jakarta.

# ***BAB 2* ANALISA KINERJA MESIN PADA ALAT DAN MESIN PERTANIAN**

## **2.1. Kapasitas Alat/Mesin Pertanian**

Seperti yang telah dijelaskan pada BAB I, manajemen mesin pertanian akan optimum apabila performance ekonomi dari mesin di maksimumkan. Pada BAB ini kita akan membahas tentang komponen kinerja ekonomi mesin yang pertama adalah kinerja mesin. Laju dan mutu dari suatu operasi yang dilakukan merupakan ukuran dari kinerja mesin pertanian. Dalam pengoperasian alat dan mesin pertanian, laju berkaitan dengan ketepatan waktu operasi untuk langkah operasi berikutnya yang sangat sensitif terhadap perubahan cuaca dan musim, sedangkan mutu produk pertanian dipengaruhi oleh operasi mesin itu sendiri. Laju dan mutu dari operasi ini saling terkait satu sama lain dan saling memengaruhi kinerja hasil dari mesin pertanian baik mesin pra panen, panen dan pasca panen.

Kinerja mesin pertanian biasanya dinyatakan dalam satuan jumlah per satuan waktu. Sebagai contoh untuk mesin pengolahan tanah dinyatakan dalam ha/jam, sedangkan untuk mesin penggiling dinyatakan dalam kg/jam. Kinerja mesin seperti ini sering disebut dengan *kapasitas mesin*.



Kapasitas, ketika dinyatakan hanya seperti luas per waktu biasanya tidak cukup menjadi indikator kinerja mesin yang sebenarnya terutama pada mesin pengolahan. Perbedaan dalam hasil panen dan kondisi panen dapat berarti bahwa satu mesin mungkin mempunyai kapasitas luas per waktu yang rendah tetapi kapasitas massa per waktu tinggi ketika dibandingkan dengan mesin yang sama pada lahan yang berbeda. Perhitungan kapasitas mesin meliputi pengukuran luas atau massa dan waktu. Ada 3 tipe kapasitas mesin yaitu:

1. Kapasitas lapang (ha/jam)
2. Kapasitas bahan (kg/jam)
3. Kapasitas throughput/*throughput capacity* (kg/jam), merupakan semua jumlah bahan yang masuk ke dalam mesin per satuan waktu, bahan tersebut misalnya: biji, tangkai, daun yang masuk ke mesin.

Agar memudahkan dalam pemahaman, pelajari contoh soal 2.1 di bawah ini:

Satu unit alat pemanen (*combine harvester*) beroperasi dengan kecepatan 1,5m/dtk dan lebar pemotongan 5 m. Dalam waktu 1 menit 50 kg biji dikumpulkan dalam tank biji dan 60 kg bahan dibongkar dari bagian belakang mesin.

Maka:

Kapasitas lapang =  $0,36 \times 1,5 \text{ m/dtk} \times 5 \text{ m} = 2,7 \text{ ha/jam}$

Kapasitas bahan =  $50 \text{ kg/mnt} = 3000 \text{ kg/jam}$

Kapasitas throughput =  $50 \text{ kg/mnt} + 60 \text{ kg/mnt} = 110 \text{ kg/mnt}$   
atau = 6,6 ton/jam

Namun, kapasitas mesin yang diperhitungkan yaitu:

- a. *Kapasitas Lapang Teoritis (kapasitas potensial)*, merupakan laju kinerja yang dapat dicapai oleh mesin dengan menggunakan seluruh waktu yang tersedia dan seluruh kemampuan mesin yang ada. Kapasitas ini dapat dinyatakan dengan rumus:

$$KLT = 0,36 V \cdot L$$

Keterangan: KLT = Kapasitas Lapang Teoritis (ha/jam)  
V = Kecepatan atau laju mesin (m/detik)  
L = Lebar kerja alat (m)

- b. *Kapasitas Lapang Efektif (kapasitas aktual)*, merupakan laju yang sebenarnya di lapang dan biasanya lebih kecil dari kapasitas teoritis, dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$KLE = \frac{\text{Luas lahan garapan (ha)}}{\text{Total waktu kerja (jam)}}$$

Perhitungan kapasitas dengan rumus di atas dapat digunakan untuk alat dan mesin pra panen dan panen. Sedangkan untuk alat pasca panen, kapasitas lebih tepat diperhitungkan sebagai kapasitas bahan. Namun untuk alat dan mesin tertentu, kita harus membedakan antara kapasitas bahan dengan kapasitas *throughput/throughput capacity* (disebut juga dengan laju).

Pada alat dan mesin pasca panen kapasitas bahan dapat dihitung dengan rumus:

$$C = \frac{\text{jumlah bahan hasil operasi alat (kg)}}{\text{waktu yang digunakan untuk operasi alat (jam)}}$$

Sedangkan kapasitas *throughput* (laju) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$C = \frac{\text{jumlah bahan yang akan diolah(kg)}}{\text{waktu yang digunakan untuk operasi alat (jam)}}$$

Sebagai contoh dapat kita pelajari pada operasi perontokan. Perontokan merupakan operasi pelepasan gabah dari malainya yang dapat dilakukan secara tradisional maupun menggunakan menggunakan alat/mesin perontok gabah (*thresher*). Klasifikasi *thresher* pun dapat dibedakan berdasarkan cara pengumpanan bahan yang dilakukan, yakni:

- a. Tipe *throw-in*, yaitu malai dimasukkan langsung bersamaan dengan batangnya dengan panjang batang maksimal 50 cm
- b. Tipe *hold-on*, yaitu dengan memasukkan malainya saja, sedangkan batangnya dipegang oleh operator mesin.

Namun, demikian perhitungan kapasitasnya tetap dilakukan berdasarkan kapasitas bahan dan kapasitas *throughput* (pada *thresher* lebih dikenal dengan laju pengumpanan). Hal ini terjadi karena setelah proses perontokan maka gabah dan malainya akan terpisah di mana gabah keluar melalui saluran output nya sedangkan yang lainnya akan terlempar ke luar karena adanya kipas dalam mesin tersebut.

Dalam perhitungan kapasitas bahan pada operasi perontokan dilakukan dengan menghitung berat dari gabah setelah proses perontokan (hasil perontokan) dibagi dengan lamanya waktu yang

dibutuhkan untuk operasi perontokan tersebut. Sedangkan kapasitas *throughput* dihitung dengan melakukan terlebih dahulu penimbangan berat bahan seluruhnya (gabah dan malainya+batang) sebelum perontokan dibagi dengan lamanya waktu yang digunakan untuk merontok gabah tersebut.

## **2.2. Waktu Hilang Pada Pengoperasian Alat/Mesin Pertanian**

Dalam penggunaan alat dan mesin pertanian sangat erat kaitannya dengan ketersediaan dan penggunaan waktu, dimana penggunaan alat dan mesin pertanian diharapkan mampu mengefisienkan waktu untuk suatu proses produksi. Hal ini terkait dengan peran dan manfaat menggunakan alat dan mesin pertanian dalam usaha tani.

Dalam konsep yang sederhana *efisiensi waktu* merupakan persentase yang menyatakan perbandingan antara waktu yang efektif digunakan untuk operasi dengan total waktu yang diperlukan/tersedia/waktu yang semula dimaksudkan untuk operasi tersebut. Sedangkan waktu diluar operasi yang sebenarnya dikenal dengan *waktu yang hilang atau waktu yang terbuang*.

Ada beberapa elemen waktu yang seharusnya dipertimbangkan ketika memperhitungkan kapasitas atau biaya mesin yang berhubungan dengan jenis usaha pertanian, di mana waktu tersebut melibatkan tenaga kerja dan dihubungkan dengan operasi lapang, di antaranya:

1. Waktu yang diperlukan untuk persiapan mesin di gudang/garasi.
2. Waktu untuk jalan ke dan dari lapangan.
3. Waktu untuk penyiapan mesin di lapang sebelum dan sesudah operasi.
4. Waktu untuk operasi (waktu lapang teoritis)
5. Waktu untuk belok
6. Waktu untuk bongkar muat
7. Waktu untuk penyetelan mesin
8. Waktu pemeliharaan
9. Waktu perbaikan
10. Waktu personal dari operator

Tidak semua elemen waktu di atas diperhitungkan dalam operasi mesin. Sebagai contoh: waktu personal dari operator merupakan jumlah variabel yang besar dan biasanya tidak dikaitkan dengan efisiensi operasi mesin, sehingga itu menjadi waktu yang terbuang dari operasi mesin, begitu juga halnya dengan waktu pada point 1, 2 dan 3. Sedangkan elemen waktu 4-9 termasuk dalam bagian efisiensi lapang.

Dalam perhitungan kapasitas lapang efektif alat dan mesin, dipengaruhi oleh total waktu kerja alat/mesin, di sini total waktu kerja alat dan mesin sudah memperhitungkan waktu operasi termasuk waktu belok dan waktu berhenti, sehingga waktu yang diperoleh memang waktu yang sebenarnya di lapang (waktu aktual).

Waktu operasi dan waktu belok dipengaruhi oleh pola operasi alat dan mesin atau pola lintasan alat/mesin di lapang. Ada beberapa jenis pola operasi atau lintasan alat dan mesin di lapang

(lihat pada Lampiran 1). Namun, ada 3 pola mendasar dalam pengoperasian alat dan mesin di lapang (lahan) yakni pola *countinous*, *circuitous* dan *headland* yang mengakibatkan perbedaan sudut pembelokan. Pola *countinous* mengakibatkan terjadinya pembelokan yang sangat tajam yakni kurang dari 90<sup>0</sup>, sedangkan pola *circuitous* mengakibatkan pembelokan sekitar 90<sup>0</sup> dan pola *headland* dengan pembelokan lebih dari 90<sup>0</sup> atau bisa mencapai 135<sup>0</sup>. Dari ketiga pola tersebut maka pola *headland* dapat memberikan keleluasaan bagi alat dan mesin untuk melakukan pembelokan.

Di samping itu, pola operasi alat dan mesin juga dapat memengaruhi jumlah lintasan dari pengoperasian alat dan mesin. Sedangkan jumlah lintasan itu sendiri berkaitan dengan lebar lahan dan lebar kerja efektif alat, seperti yang terlihat pada persamaan berikut:

$$\text{Jumlah lintasan} = \frac{\text{Lebar lahan (m)}}{\text{Lebar kerja efektif alat (m)}}$$

$$\text{Jumlah belokan} = \text{jumlah lintasan} - 1$$

**Sehingga:**

$$\% \text{ waktu hilang} = \frac{\text{waktu belok} + \text{waktu berhenti (jam)}}{\text{total waktu kerja}} \times 100 \%$$

### **2.3. Efisiensi Lapang dan Faktor yang Memengaruhi**

Efisiensi lapang merupakan perbandingan antara kapasitas lapang efektif dengan kapasitas lapang teoritis. Dan untuk mesin-

mesin tertentu efisiensi lapang tidak konstan nilainya tetapi sangat bervariasi, seperti terlihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Efisiensi Lapang dan Kecepatan Operasi Alat/Mesin Pertanian

<b>Jenis operasi</b>	<b>Peralatan</b>	<b>Efisiensi lapang (%)</b>	<b>Kecepatan operasi (km/jam)</b>
Pengolahan tanah	Disk harrow	90 - 77	6 – 10
	Moldboard plow	88 - 74	5 – 9
	Row crop cultivator	90 - 68	3 – 9
Alat tanam	Row planter	78 - 60	7 – 10
	Grain drill	80 - 65	4 – 9
	Broadcaster	70 - 65	6 – 10
Sprayer	Sprayer	65 - 55	7 - 10

Sumber: Donnel Hunt, (1973).

Faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi lapang di antaranya:

1. Kapasitas teoritis mesin
2. Kemampuan gerak mesin
3. Pola operasi di lapang
4. Bentuk dan ukuran lahan di mana mesin beroperasi
5. Hasil pertanaman yang diusahakan
6. Kondisi tanah dan tanaman
7. Keterbatasan sistem

Efisiensi bisa saja ditingkatkan, misalnya dengan menambah kecepatan mesin tapi kecepatan yang terlalu tinggi bisa

menyebabkan turunnya mutu hasil. Ada beberapa faktor yang membatasi kecepatan mesin tersebut, antara lain:

- Kelebihan beban pada komponen mesin
- Ketidakmampuan operator mengendalikan mesin
- Hilangnya fungsi dan kerusakan struktur pada mesin
- Perlunya penanganan hasil pertanian dengan relatif halus.

Kemampuan gerak mesin di lapang akan memengaruhi efisiensinya. Radius belok mesin merupakan faktor penting yang ikut memengaruhi waktu hilang pada sudut lahan. Radius belok ( $R$ ) didefinisikan sebagai radius dari lingkaran di mana mesin pertanian dapat melakukan belokan terpendek. Beberapa mesin pertanian dan traktor saat ini mempunyai radius yang relatif kecil dalam rangka meningkatkan kapasitas lapangnya.

Efisiensi lapang juga dapat ditingkatkan dengan melakukan analisis terhadap pola operasi (Lampiran 1) yang sesuai dengan lahan. Tentu saja pola operasi berkaitan dengan bentuk dan ukuran lahan, di mana diusahakan untuk meminimumkan jumlah dari perjalanan lapang. Pemilihan pola lintasan atau operasi yang akan diterapkan dalam pengolahan atau pengerjaan lahan tergantung kepada jenis pekerjaan, kondisi lahan, ukuran lahan, bentuk lahan, operator dan kemampuan manuver alat dan mesin pertanian yang digunakan. Namun pola lintasan yang efisien menjadi tanggung jawab manajer alat dan mesin pertanian.

Efisiensi lapang akan turun pada lahan yang berukuran kecil dengan bentuk yang tidak beraturan, tetapi ukuran lahan yang besar tidak selalu dapat meningkatkan efisiensi lapang. Hasil pertanian juga akan memengaruhi efisiensi. Hasil pertanian yang tinggi cenderung menurunkan kecepatan atau gerak maju mesin.



Selain itu, gerak tersebut juga dipengaruhi oleh kondisi tanah dan tanaman. Kondisi tanah yang jelek atau tanah dalam keadaan basah akan menghambat gerak maju dari mesin sehingga efisiensi lapangnya akan turun.

Selain itu juga dikenal efisiensi bahan yang menyatakan kemampuan mesin untuk menangani hasil pertanian. Efisiensi bahan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Efisiensi bahan} = \frac{\text{Hasil bersih (sebenarnya)}}{\text{Total produksi}} \times 100\%$$

Contoh soal 2.2:

Suatu *Combine Harvester* mempunyai lebar 5 m dan kapasitas tangki 2 ton. Mesin akan berhenti selama 4 menit untuk bongkar muat dan termasuk untuk penyetelan, pelumasan, pengisian bahan bakar dan kegiatan pribadi operator. Hasil lahan rata-rata 2,1 ton/ha, kehilangan hasil 0,1 ton/ha dengan kecepatan operasi 4,8 km/jam. Waktu yang hilang untuk belok pada setiap ujung lintasan 400 m adalah 15 detik. Pola lintasan berbentuk straight alternation pattern dengan rata-rata lebar potongan actual dari mesin (lebar efektif) adalah 95 % dari lebar teoritis. Hitunglah:

- a. Kapasitas lapang teoritis
- b. Kapasitas efektif
- c. Efisiensi Lapang
- d. Efisiensi bahan
- e. % Waktu yang hilang

Penyelesaian:

- Lebar kerja efektif = 95 % x 5 m = 4,75 m
- Hasil bersih = 2,1 – 0,1 ton/ha = 2 ton/ha

- Jumlah lintasan =  $25 \text{ m} / 4,75 \text{ m} = 5,26 \text{ lintasan} \cong 6 \text{ lintasan}$
- Jumlah belok =  $6 - 1 = 5 \text{ kali}$
- Waktu berhenti = (hasil bersih/kapasitas tangki) x waktu  
 $= (2 \text{ ton} / 2 \text{ ton}) \times 4 \text{ menit} = 4 \text{ menit}$   
 $= 0,06 \text{ jam}$
- Waktu kerja = (jarak / kecepatan) x jumlah lintasan  
 $= (400 \text{ m} / 4,8 \text{ km/jam}) \times 6$   
 $= 0,08 \text{ jam} \times 6$   
 $= 0,48 \text{ jam}$
- Waktu belok = jumlah belok x waktu  
 $= 5 \times 15 \text{ detik} = 0,02 \text{ jam}$
- Waktu operasi = waktu kerja + waktu belok  
 $= 0,48 + 0,02 = 0,5$   
 $= 0,5 \text{ jam} \cong 11.400 \text{ m}^2 (4,75 \times 6 \times 400)$   
 maka untuk luas lahan  $10.000 \text{ m}^2$   
 $= 0,44 \text{ jam}$
- Total waktu kerja = waktu operasi + waktu berhenti  
 $= 0,44 + 0,06 = 0,5 \text{ jam}$
- a. KLT =  $0,36 \times V \times L = 2,4 \text{ ha/jam}$
- b. KLE = luas lahan / total waktu kerja  
 $= 1 \text{ ha} / 0,5 \text{ jam} = 2 \text{ ha/jam}$
- c. Efisiensi lapang =  $(\text{KLE} / \text{KLT}) \times 100 \%$   
 $= 2 / 2,4 \times 100 \% = 83,33 \%$
- d. Efisiensi bahan = hasil bersih / total produksi x 100 %  
 $= 2 \text{ ton} / 2,1 \text{ ton} \times 100 \% = 95,24$
- e. % time loss =  $\frac{\text{waktu belok} + \text{waktu berhenti}}{\text{total waktu kerja}} \times 100\%$   
 $= ((0,02 + 0,06) / 0,5) \times 100 \% = 16 \%$

## **2.4. Soal Latihan**

1. Jelaskan 3 tipe kapasitas mesin!
2. Sebutkan elemen waktu yang seharusnya diperhitungkan dalam menghitung kapasitas dan biaya dari mesin!
3. Sebutkan faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi lapang!
4. Apa yang dimaksud dengan waktu yang hilang dalam pengoperasian alat/mesin pertanian dan jelaskan kaitannya dengan kapasitas mesin dan efisiensi lapang!
5. Apa yang harus dilakukan jika saudara ingin meningkatkan kapasitas lapang teoritis dari alat/mesin pertanian yang saudara gunakan?

## **2.5. Sumber Pustaka**

- Hunt, D. 1973. *Farm Power Machinery Management*. IOWA State University.
- Mulyono, H. 1996. *Mesin-Msein Pertanian*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Suryanto, H. 1990. *Alat dan Mesin Pertanian*. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.

# ***BAB 3* ANALISA KINERJA TENAGA PADA TRAKTOR**

## **3.1. Ukuran Tenaga Traktor**

Ukuran kedua dari kinerja ekonomi mesin adalah kinerja tenaga yang merupakan ukuran efektivitas tenaga yang dipakai untuk menyelesaikan pekerjaan (tujuan produksi usahatani). Pemahaman tentang tenaga yang seharusnya dan optimal digunakan sangat penting dalam manajemen mesin pertanian. Dalam buku ini, ukuran tenaga secara umum membicarakan tentang tenaga traktor karena tenaga traktor pada usahatani merupakan kebutuhan absolut untuk proses produksi pertanian.

Dalam mempelajari ukuran tenaga akan ditemukan beberapa istilah di bawah ini:

1. *Massa*, merupakan jumlah bahan yang terkandung dalam suatu benda (satunya: ton, kg, g, mg).
2. *Gaya*, merupakan suatu dorongan atau tarikan pada benda yang besarnya tergantung kepada pengaruhnya terhadap benda (satuan: GN, MN, KN, Newton).

Gaya akan menyebabkan perubahan atau kecenderungan perubahan pada bentuk, ukuran atau gerak dari benda, dapat dinyatakan dengan rumus: Gaya = masa x percepatan.

$$F \text{ (N)} = m \text{ (kg)} \times a \text{ (m/dtk}^2\text{)}$$

Gaya yang diakibatkan oleh gravitasi disebut dengan *berat* (W), di mana:

$$W = \text{masa (kg)} \times \text{gravitasi (m/dtk}^2)$$

$$W = m \times 9,8$$

3. *Kerja*, akan dihasilkan oleh suatu gaya yang dikenakan pada suatu benda dan benda akan bergerak sesuai dengan arah gaya (satuan: GJ, MJ, KJ, Joule). Kerja dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kerja (J)} = \text{Gaya (N)} \times \text{jarak perpindahan benda (m)}$$

$$\text{Kerja} = F \times s$$

4. *Energi*, adalah sifat dari bahan yang menunjukkan kemampuannya untuk melakukan kerja (satuan: GJ, MJ, KJ, Joule). Sebagai contoh: bensin mempunyai kapasitas untuk melakukan kerja sebagai hasil dari energi kimia yang tersimpan di dalamnya dan uap bertekanan tinggi mempunyai kemampuan untuk menggerakkan turbin akibat dari energi termalnya. Sedangkan energi mekanis terdiri dari energi kinetis yang ditimbulkan oleh kecepatan benda dan energi potensial yang diakibatkan oleh posisinya.
5. *Tenaga*, menyatakan laju untuk melakukan kerja (GW, MW, KW, Watt) atau kerja per unit waktu, dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Tenaga (P)} = \text{gaya (F)} \times \text{kecepatan (V)} \text{ atau}$$

$$P \text{ (Watt)} = \frac{F \times s}{t} = \text{Nm/dtk} = \text{Joule/dtk}$$

Tenaga mekanik ada 2 bentuk yakni:

- a. *Tenaga linear (linear power)*, terjadi ketika gaya dipengaruhi oleh kecepatan linear (dihitung seperti rumus di atas).

b. *Tenaga rotary/putar (rotary power)*, tenaga yang diakibatkan oleh gaya putar dan tenaga ini lebih kompleks karena menggunakan konsep torsi dalam penyelesaiannya. Tenaga ini dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$P = 2 \times \pi \times (\text{jumlah putaran/dtk}) \times \text{Torsi}$$

Di mana torsi merupakan hasil dari panjang lengan poros/sumbu dan gaya gerak tegak lurus dari lengan, di mana dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Torsi} = \text{gaya (F)} \times \text{jarak radius}$$

$$\text{Sehingga } P = 2 \times \pi \times N \times F \times R$$

Traktor dapat memberikan tenaga melalui tarikan *drawbar power* (DBP), tenaga putar dari *power take-off* (PTO), *tenaga hidrolik* (HyP) dan *electric power* (EP), di mana tenaga tersebut dapat dinyatakan oleh persamaan berikut:

(1)

$$\text{DBP} = F V$$

Keterangan: DBP = drawbar power (kW)

F = gaya (kN)

V = kecepatan maju (m/dtk)

(2)

$$\text{PTO} = 2 \times \pi \times F \times R \times N / c$$

Keterangan: PTO = power take-off (kW)

F = gaya tangensial (kN)

R = radius putaran gaya (m)

N = jumlah putaran per menit (rpm)

c = tetapan (60)

(3)

$$\text{HyP} = p Q / c$$

Keterangan: HyP = tenaga hidrolik (kW)

P = tekanan gage (kPa)

Q = laju aliran (lt/dtk)

c = tetapan (1000)

(4)

$$\text{EP} = I E$$

Keterangan: EP = tenaga listrik (W)

I = laju aliran elektron atau kuat arus (A)

E = tekanan listrik (Volt)

Contoh soal 3.1:

Berapa tenaga yang dibutuhkan (kW) untuk mengangkat bajak setinggi 60 cm dari permukaan tanah dalam waktu 3 detik, jika diketahui masa bajak 300 gram.

Penyelesaian:

$$\text{DBP} = F V / c$$

Keterangan: F = m x g = 300 gr x 9,8 m/dtk<sup>2</sup>

$$= 2,94 \text{ N} = 0,00294 \text{ kN}$$

$$V = s / t = 60 \text{ cm} / 3 \text{ dtk} = 0,2 \text{ km/jam}$$

Maka: DBP = (0,00294 x 0,2) / 3,6 = 0,000588 kW

Contoh soal 3.2:

Alat ukur dynamometer menunjukkan bacaan 900 N (gaya yang bekerja pada poros PTO) dengan putaran 1000 rpm dan panjang

lengan dinamometer 0,3 m. Berapakah tenaga traktor yang dihasilkan.

Penyelesaian:

$$PTO = 2 \times \pi \times F \times R \times N / c$$

$$PTO = (2 \times 3,14 \times 0,9 \text{ kN} \times 0,3 \text{ m} \times 1000 \text{ rpm}) / 60$$

$$PTO = 28,26 \text{ kW}$$

### 3.2. Pemahaman Tentang *Rolling Resistance*

Operasi dari alat pertanian di atas tanah di jalankan dengan konsep rolling resistance dan komponen berat. *Rolling resistance* (RR) didefinisikan sebagai bagian dari gaya yang ditimbulkan oleh berat mesin dan digunakan untuk bergerak dengan kecepatan konstan. Gaya ini diperlukan untuk menyediakan energi yang dibutuhkan untuk membengkokkan ban karet, menekan tanah dan mengatasi gesekan pada roda dan bantalan.

*Koefisien Rolling Resistance* (CRR) merupakan perbandingan dari gaya horizontal yang digunakan untuk menarik roda dengan gaya vertikal yang bekerja pada poros roda, dinyatakan dalam rumus berikut:

$$CRR = F / W = RR / W$$

Keterangan: CRR = koefisien *rolling resistance*

F = gaya horizontal yang diperlukan untuk menarik roda yang diberi beban (newton)

W = beban atau gaya vertikal (newton)

Koefisien *rolling resistance* dipengaruhi oleh:

- Diameter roda, di mana diameter roda besar maka koefisien *rolling resistance*-nya akan kecil.



- Tekanan dari ban, di mana semakin tinggi tekanan ban maka semakin besar pula koefisien *rolling resistance*-nya.

### **3.3. Soal Latihan**

1. Jelaskan jenis-jenis tenaga yang terdapat atau diberikan oleh traktor!
2. Jelaskan tentang konsep *rolling resistance*!
3. Jelaskan bentuk-bentuk tenaga mekanik!
4. Sebutkan definisi dari gaya, masa, energi, kerja dan tenaga!

### **3.4. Sumber Pustaka**

Hunt, D. 1973. *Farm Power Machinery Management*. IOWA State University.

Mulyono, H. 1996. *Mesin-Msein Pertanian*. Bumi Aksara. Jakarta.

Suryanto, H. 1990. *Alat dan Mesin Pertanian*. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.

# ***BAB 4* ANALISA KINERJA OPERATOR**

## **4.1. Jenis, Jumlah dan Nilai Operator**

Kinerja operator merupakan komponen ketiga dalam meningkatkan kinerja ekonomi mesin pertanian. Pemahaman yang baik dalam sistem mesin dan tenaga tidak akan banyak berguna tanpa usaha yang memadai untuk optimasi kerja operator. Seorang manajer peralatan mungkin banyak mengetahui tentang kinerja mesin dan tenaga tetapi pengetahuan kinerja operator mesin masih kurang, padahal kinerja operator mempunyai pengaruh yang nyata terhadap hasil akhir. Dalam hal ini, seorang manajer harus mempertimbangkan jenis dan nilai dari tenaga kerja, serta jumlah tenaga kerja yang digunakan dalam perencanaan penggunaan alat dan mesin pertanian. Di samping itu juga dibutuhkan pengetahuan dan peraturan yang memberikan kenyamanan lingkungan dan keselamatan dalam pengoperasian peralatan bagi operator.

Apalagi pengoperasian alat dan mesin pertanian yang efektif dapat dicapai dengan menggunakan operator yang kompeten dan senantiasa siaga menghadapi segala kemungkinan yang terjadi dalam pengoperasian alat dan mesin. Hal ini terjadi karena kecepatan maju alat dan mesin pertanian berada di bawah kontrol operator.

Jenis tenaga kerja yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman pada tahun-tahun berikutnya diganti dari yang memerankan fisik untuk memonitor mesin dan mengontrol mesin. Pada saat ini, pekerjaan operator mesin pertanian secara fisik mungkin tidak berat, tetapi melelahkan karena butuh kewaspadaan yang kontinu. Kewaspadaan tersebut meningkat berdasarkan ukuran dan kompleksitas atau tingkat kerumitan mesin. Mesin berukuran kecil atau mesin sederhana hanya membutuhkan aktivitas sistem kemudi dari operator. Sedangkan mesin ukuran besar atau mesin yang kompleks membutuhkan perhatian yang lebih sedikit untuk sistem kemudi tetapi lebih banyak kegiatan memonitor pengoperasian mesin.

Dalam meningkatkan kinerja operator, pada peralatan dengan kapasitas besar diberikan indikator kegagalan/kesalahan pemakaian yang otomatis. Secara umum terdapat 4 tingkatan perkembangan penggunaan peralatan, yakni:

1. *Tingkat Alat Kerja Tangan (Hand Tool Stage)*

Penggunaan alat-alat kerja yang digerakkan oleh tenaga manusia. Di sini pengetahuan dan teknik lahir dari keinginan manusia untuk melindungi dirinya (keluarganya) terhadap bahaya kelaparan, ancaman musuh-musuhnya dan bencana alam yang dibantu oleh kecerdikannya (*intelegent*).

2. *Tingkat Mekanisasi (Mechanization Stage)*

Pada tingkatan ini pengetahuan, teknik dan teknologi terus berkembang, tenaga penggerak atau panas tidak lagi berasal dari manusia, hewan, api secara langsung tetapi telah

merupakan tenaga buatan yang berasal dari tenaga air, uap, gas, proses kimiawi lainnya dan listrik.

### 3. *Tingkat Otomatis (Automatic Stage)*

Pada tingkat mekanisasi masih belum memuaskan karena masih menggunakan tenaga manusia sebagai operator, sedangkan pada tingkatan ini tenaga manusia digunakan sebagai operator pada tahap permulaan dan kemudian semuanya berjalan dengan sendirinya (otomatis). Di sini manusia berfungsi sebagai operator yang bersifat mengatur, mengamati dan mengontrol suatu proses.

### 4. *Tingkat Komputer (Computer Stage)*

Penggunaan komputer sebagai pengganti manusia untuk mengatur dan mengamati suatu proses atau suatu rangkaian yang teratur.

Dalam peningkatan kinerja operator yang dapat memberikan kesenangan kerja bagi operator mesin pertanian maka jenis tenaga kerja yang dibutuhkan adalah jenis dengan tingkat otomatis

Jumlah tenaga kerja yang diperlukan untuk suatu sistem mesin harus ditentukan dengan mempertimbangkan jam kerja untuk setiap operasi, di mana diberikan nilai tenaga kerja berupa biaya atau ongkos yang dikeluarkan setiap jamnya.

Nilai tenaga kerja dari operator mesin ditentukan dengan beberapa cara dan setiap cara tersebut memberikan kebaikan. Pada kenyataannya metoda evaluasi merupakan cara pertama yang sebagian besar digunakan dalam menentukan nilai tenaga kerja. Dalam metoda ini, biaya yang dikeluarkan untuk tenaga kerja berdasarkan pada jam kerja (waktu yang digunakan untuk bekerja).

Metoda kedua dalam menentukan nilai tenaga kerja adalah memberikan upah dengan perbandingan yang tidak tetap pada tenaga kerja pertanian. Ini adalah cara yang realistis untuk evaluasi upah tenaga kerja tetapi tidak terkait dengan kriteria untuk gaji manajer operator.

Metoda yang ketiga adalah dengan mempertimbangkan tenaga kerja dari operasi mesin yang tanpa biaya, tetapi melakukan penanaman modal (pembelian mesin) dengan kesempatan untuk memperoleh keuntungan.

## **4.2. Keselamatan dan Kenyamanan Lingkungan Kerja Operator**

Pada dasarnya keselamatan dan kesehatan kerja telah diatur dalam undang-undang yakni *UU no 1 tahun 1970* tentang Keselamatan Kerja, di mana tercakup di dalamnya keselamatan kerja dalam segala tempat kerja, baik di darat, di dalam tanah, di permukaan air, di dalam air maupun di udara yang berada di dalam wilayah kesatuan hukum Republik Indonesia.

Faktor keselamatan atau keamanan kerja dari operator harus menjadi perhatian. Adapun jika dilihat dari sektor usaha, kecelakaan kerja yang paling sering terjadi itu ada pada sektor pertanian. Hasil survey di New York oleh NSC pada tahun 1971 menunjukkan bahwa kecelakaan yang terjadi akibat penggunaan alat dan mesin pertanian mempunyai persentase yang lebih besar (21 %) dibandingkan dengan kecelakaan yang disebabkan oleh faktor lain, seperti kecelakaan kendaraan bermotor (11 %), kecelakaan penggunaan peralatan tangan (7 %) dan lain-lain. Di

samping itu, Laporan dari [workplacesafetyadvice.co.uk](http://workplacesafetyadvice.co.uk) menyebutkan bahwa terjadi 2240 kecelakaan kerja per 100.000 pekerja untuk sektor pertanian Sedangkan kecelakaan pada mesin pertanian banyak terjadi pada penggunaan traktor, seperti yang terlihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Persentase Kecelakaan Pada Mesin-Mesin Pertanian

<b>Jenis-jenis mesin pertanian</b>	<b>Persentase kecelakaan (%)</b>
- Tractors	27
- Wagons	16
- Elevators	11
- Combines	7
- Corn pickers	3
- Mowers	3
- Balers	2
- Lain-lain	31

Sumber: survey NSC tahun1971, dalam Donel Hund (1973)

Secara garis besar kecelakaan kerja dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu

- a. Kecelakaan ringan merupakan kecelakaan yang mengakibatkan luka namun tidak berdampak serius. Kecelakaan jenis ini juga tidak berakibat terhadap gangguan organ pada tubuh maupun terjadinya cacat. Jika pekerja mengalami kecelakaan jenis ini, biasanya hanya butuh waktu pemulihan selama 1 hari.
- b. Kecelakaan berat adalah kecelakaan yang berakibat pada terganggunya organ tubuh pekerja atau sampai menimbulkan cacat tetap atau gangguan jiwa. Pada kejadian ini, pekerja butuh waktu recovery yang lebih lama yaitu lebih dari 1 hari.

Namun, organisasi tenaga kerja internasional (ILO/*International Labour Organisation*) memiliki standar tingkat parahnya kecelakaan yang terjadi terhadap jumlah hari kerja yang hilang. Kecelakaan yang dikategorikan kecelakaan berat adalah antara lain:

- Mengalami cacat mata sebelah berakibat hilangnya waktu kerja selama 1.800 hari.
- Cacat lengan tangan kanan atau kiri menyebabkan hilang waktu kerja 750 hari.
- Mengalami cacat ibu jari tangan membuat hilang waktu kerja selama 600 hari.
- Mengalami cacat pada jari telunjuk membuat hilang waktu kerja selama 400hari.
- Mengalami cacat pada jari-jari kaki membuat 400 hari kerja hilang.
- Jika mengalami kecelakaan di dahi, berakibat hilang waktu kerja selama 300 hari.
- Jika alami cacat di jari manis, berpotensi membuat hilang waktu kerja selama 240 hari.
- Jika jari tengah yang cacat, berakibat hilang waktu kerja selama 300 hari.

Adapun mengenai macam kecelakaan kerja berdasar kejadiannya dapat dikategorikan sebagai berikut adalah:

- a. Jatuh dari ketinggian. Pekerja terjauh saat melakukan pekerjaan dari ketinggian.
- b. Tertabrak. Pekerja ditabrak oleh kendaraan yang melintas.
- c. Kejatuhan benda. Pekerja tertimpa benda dari atas.

- d. Menabrak. Pekerja menabrak benda, obyek atau bahan tertentu.
- e. Tersangkut. Bagian tubuh atau pakaian yang dikenakan pekerja tersangkut pada mesin atau obyek lainnya.
- f. Tergelincir atau jatuh. Pekerja tergelincir karena mungkin lantainya licin.
- g. Terkena setrum. Pekerja mengalami kecelakaan karena terkena aliran listrik.
- h. Terbakar. Pekerja mengalami terbakar pada bagian tertentu tubuhnya yang disebabkan percikan api atau zat kimia

Seorang manajer alat dan mesin pertanian harus memerhatikan keselamatan operator alat dan mesin pertanian dari kemungkinan-kemungkinan kecelakaan yang akan terjadi dan meminimalisir kemungkinan tersebut. Walaupun operator mesin pertanian biasanya tidak terlalu cepat lelah karena tenaga fisik, karena umumnya mereka akan menggunakan banyak kendali dalam melaksanakan pekerjaannya. Untuk meningkatkan kapasitas kerjanya maka mesin perlu dilengkapi dengan berbagai indikator yang mampu menunjukkan adanya komponen yang tidak berfungsi.

Selain itu, operator juga harus dilindungi dari kebisingan, angin, debu dan suhu lingkungan yang kadangkala dapat mengurangi kemampuan kerjanya. Pekerja yang mengalami tekanan biasanya tidak bisa bekerja dengan cukup efektif.

Dalam merealisasikan keselamatan dan kenyamanan kerja dibutuhkan *personal protective equipment* (alat-alat pelindung manusia). Alat pelindung ini terdiri atas dua bagian yaitu alat-alat pelindung aktif dan pasif. Alat pelindung aktif adalah perlengkapan yang harus digunakan masing-masing oleh pekerja, sedangkan alat-



alat pelindung pasif adalah perlengkapan yang telah terpasang ditempat umum ruang kerja, seperti papan-papan petunjuk dan peringatan, jeruji pengaman, penerangan yang cukup dan lain-lain.

Alat-alat perlindungan aktif digunakan untuk melindungi, di antaranya:

1. *Perlindungan mata*, berupa kacamata dan topeng las.

Sebab-sebab kecelakaan di mata adalah debu atau serpihan logam yang terbang ke mata atau akibat radiasi kuat yang merusak mata. Ada 3 kategori kacamata pelindung yaitu:

- Untuk menghindari mata dari serpihan logam atau debu maka diharuskan memakai kacamata pelindung yang cocok pada saat melakukan pekerjaan: menggerinda, membubnut, membor, dll.
- Pada saat mengelas, tersedia kacamata atau topeng las untuk melindungi mata dari radiasi.
- Untuk melindungi mata dari semburan cairan asam, dibutuhkan kacamata yang tahan cairan asam.

Lebih jelasnya ada beberapa jenis alat pelindung mata yakni:

- a. Kacamata *safety*, bertujuan untuk melindungi mata dari paparan yang berbahaya.
- b. *Goggles*, merupakan kacamata yang menutupi semua ruangan di sekitaran mata. Sehingga dapat melindungi mata dari debu serta percikan bahan kimia cair. *Goggles* bisa juga digunakan bersamaan dengan kacamata resep karena desainnya yang semakin besar.
- c. *Welding* (perisai pengelasan), terbuat dari *fiberglass* serta dilengkapi dengan lensa saring yang berguna untuk membuat perlindungan mata dari luka bakar karena radiasi

sinar inframerah. Perisai ini bisa juga melindungi wajah dari percikan api serta logam panas dari pengelasan.

- d. Kacamata pengaman laser, khusus memberikan perlindungan mata dari sinar laser yang sangat berbahaya. Pemilihan tipe kacamata ini tergantung pada perlengkapan serta kondisi operasi di tempat kerja.
- e. Perisai wajah (*faceshield*), berguna untuk melindungi seluruh wajah dari percikan atau semprotan cairan atau debu yang beresiko. Alat pelindung ini terbuat dari lembaran plastik transparan yang dapat menutupi seluruh wajah tetapi tidak bisa melindungi wajah dari bahaya bentrokan, karenanya harus digunakan bersamaan dengan kacamata safety untuk perlindungan akan bentrokan.

## 2. *Perlindungan telinga*

Suara ribut terus menerus dengan volume tinggi bisa mempercepat penurunan daya dengar telinga. Perlu diingat bahwa pendengaran manusia memengaruhi proses menjaga keseimbangan badan. Alat pelindung telinga berupa penyumbat telinga (alat yang disumbat ke dalam telinga), dan penutup telinga (seperti *headphone*).

## 3. *Perlindungan kepala*

Kecelakaan di kepala sering diakibatkan oleh benda-benda keras yang jatuh atau beterbangan, kadang-kadang benda tersebut cukup besar dan berat atau bergeak dalam kecepatan tinggi. Untuk melindungi kepala harus dipakai helm pelindung, misalnya pada saat melakukan pekerjaan konstruksi besi, bangunan, dan lain-lain.

Berdasarkan ANSI/ISEA Z89.1-2014 helm pelindung dapat dibagi menjadi beberapa bagian yaitu sebagai berikut:

- Tipe 1, merupakan helm pelindung yang digunakan untuk melindungi kepala dari bahaya yang berasal dari arah atas misalnya kejatuhan benda.
- Tipe 2, merupakan helm pelindung yang digunakan untuk melindungi kepala dari bahaya yang berasal baik dari arah atas atau samping.

Di samping itu, juga ada jenis alat pelindung kepala lain yakni jenis hood dan hair cup. Pelindung kepala jenis hood berfungsi melindungi kepala dari bahaya-bahaya berupa bahan kimia, api, dan panas radiasi yang tinggi. Sedangkan jenis hair cup difungsikan untuk melindungi kepala dari debu ataupun bahaya terjeratnya rambut pada mesin-mesin berputar.

#### 4. *Perlindungan kulit / tangan*

Kulit sering terluka oleh benda-benda keras, tajam, panas atau radiasi dan bahan kimia. Bagian yang paling sering terluka pada tubuh kita adalah bagian tangan yang digunakan untuk bekerja dan untuk perlindungannya sudah umum digunakan sarung tangan. Untuk pekerjaan di lingkungan agresif, ancaman percikan zat asam, harus ada pakaian pelindung yang lengkap.

#### 5. *Perlindungan kaki*

Alat pelindungnya berupa sepatu yang terbuat dari kulit. Pada saat mengangkat benda berat tidak diperbolehkan memakai sandal, sepatu sport ataupun sepatu yang licin.

#### 6. *Perlindungan badan dari tempat tinggi*

Pada waktu melakukan pekerjaan memanjat atau berada di tempat yang tinggi diharuskan menggunakan tali pinggang

pengaman sebagai pelindung diri jika terjatuh dari tempat ketinggian tersebut.

7. *Perlindungan pada alat pernafasan*

Alat pelindung yang digunakan adalah penyaring udara untuk melindungi dari debu dan topeng gas untuk melindungi dari gas beracun.

8. *Perlindungan dari tegangan listrik, dengan menggunakan sol sepatu dengan isolasi yang baik.*

### **4.3. Soal Latihan**

1. Agar kinerja operator menjadi optimal maka seorang manager alat dan mesin pertanian harus mempertimbangkan keselamatan kerja operator dan menyediakan lingkungan yang nyaman untuk kerja operator, mengapa demikian? Jelaskan!
2. Jelaskan jenis-jenis alat pelindung aktif yang digunakan untuk keselamatan kerja manusia!
3. Jelaskan pengaruh jenis, jumlah dan nilai operator terhadap kinerja operator!
4. Sebutkan UU yang mengatur keselamatan kerja!
5. Jelaskan metoda-metoda yang digunakan dalam menentukan nilai operator (tenaga kerja)!

### **4.4. Sumber Pustaka**

Bustami, S. 1996. *Teknik Pengolahan Hasil Pertanian*. Diklat. Fakultas Pertanian. Universitas Andalas Padang.

- Hanafi C, Zein D, Arisandi D, dan Priambodo K. 1996. *Manajemen Pemeliharaan*. Politeknik Manufaktur Bandung. ITB.
- Hudak, R. 2005. *CDC. Hearing Protection Devices (HPD's). Mining Hearing Loss Prevention Workshop in June 21-22, 2005. Information on [www.cdc.gov/niosh/mining](http://www.cdc.gov/niosh/mining)*
- Hunt, D. 1973. *Farm Power Machinery Management*. IOWA State University.

# ***BAB 5* ANALISA BIAYA**

## **5.1. Penentuan Biaya Operasi**

Upaya untuk meningkatkan produksi, produktivitas serta peningkatan mutu hasil pertanian melalui program intensifikasi, menghendaki sistem usahatani dikelola secara efisien, baik dalam pengelolaan sarana produksi, tenaga maupun waktu. Dalam pencapaian tujuan ini, tidak terlepas dari peran alat dan mesin pertanian. Namun, diperlukan pengetahuan tentang biaya penggunaan alat dan mesin pertanian agar diketahui apakah penggunaan alat dan mesin tersebut menguntungkan secara ekonomi. Secara umum biaya merupakan pengeluaran untuk faktor-faktor produksi seperti beli material, upah tenaga kerja, sewa atau beli peralatan, dan termasuk juga didalamnya jasa untuk keahlian manajemen.

Tujuan suatu usaha adalah untuk mendapatkan keuntungan. Keuntungan diperoleh dari selisih antara biaya yang dikeluarkan dengan pendapatan yang diterima. Untuk dapat memperkirakan biaya produksi maka dilakukan suatu analisis biaya dari proses produksi sehingga akan didapat biaya produksi per satuan output produk. Misalnya analisis biaya pada mesin pemanenan kelapa sawit maka akan didapatkan biaya pemanenan kelapa sawit per ton atau per hektar.

Analisis ekonomi pada suatu proyek mengarahkan pada perencanaan dalam menentukan pilihan terbaik dari beberapa

alternatif hasil perencanaan yang dipilih. Penentuan alternatif mempunyai bentuk yang bermacam-macam. Alternatif ini bisa berupa perbandingan biaya dari beberapa pilihan yang direkomendasi, dapat pula analisis ekonomi melibatkan unsur resiko yang mungkin bisa terjadi. Di samping itu, selain membandingkan dengan berbagai macam biaya, analisis ekonomi juga dapat dikembangkan berdasarkan asas manfaat dari proyek yang bersangkutan. Oleh sebab itu kemampuan menganalisis biaya dari suatu mesin sangat penting untuk mengambil keputusan yang paling tepat apabila harus memilih beberapa mesin atau dalam mengambil keputusan apakah akan menyewa atau membeli suatu mesin pertanian.

Biaya mesin dan alat pertanian terdiri atas dua komponen yaitu biaya tetap (*fixed costs*), dan biaya tidak tetap (*variable costs*). Biaya tetap sering juga disebut biaya pemilikan (*owning costs*), sedangkan biaya tidak tetap kadang-kadang disebut biaya operasi (*operating costs*).

#### **A. Biaya Tetap (*Fixed Costs*)**

Biaya tetap adalah jenis-jenis biaya yang selama satu periode kerja tetap jumlahnya. Biaya ini tidak tergantung pada jumlah produk yang dihasilkan (jumlah jam kerja suatu alat/mesin). Meskipun peralatan atau mesin tersebut bekerja dalam waktu yang berbeda, atau bahkan tidak digunakan untuk bekerja, biaya ini tetap ada dan harus diperhitungkan, dan besarnya relatif tetap. Dengan kata lain biaya tetap merupakan biaya yang tetap dihitung sebagai pengeluaran, walaupun alat dan mesin tersebut tidak dipergunakan. Biaya tetap dapat dikatakan bersifat independen

terhadap pemakaian alat dan mesin. Biaya-biaya yang termasuk dalam biaya tetap adalah:

1. Biaya penyusutan
2. Biaya bunga modal dan asuransi
3. Biaya pajak
4. Biaya gudang/garasi

### **1. Biaya Penyusutan (*Depreciation Cost*)**

Penyusutan adalah penurunan nilai dari suatu peralatan atau mesin akibat dari pertambahan umur pemakaian (waktu) dan penurunan tersebut terus berjalan tidak peduli apakah alat atau mesin dipakai atau tidak. Hal-hal yang menyebabkan nilai suatu peralatan atau mesin berkurang adalah:

- a. Adanya bagian-bagian yang rusak atau aus karena lamanya waktu pemakaian sehingga alat tersebut tidak bisa bekerja dengan kemampuan seperti sebelumnya. Yang dimaksud dengan bagian alat/mesin di sini adalah bagian utama dari mesin yang sudah lama dan tidak sempurna lagi kerjanya sehingga kapasitas mesin menjadi berkurang.
- b. Adanya peningkatan biaya operasi dari sejumlah unit output yang sama bila dibandingkan pada mesin yang masih baru. Peningkatan biaya ini misalnya karena penambahan biaya pemeliharaan, biaya pemeliharaan, dan penambahan tenaga. Penambahan biaya operasi ini menunjukkan merosotnya nilai alat/mesin tersebut.
- c. Karena perkembangan teknologi akan selalu muncul alat/mesin yang lebih praktis dan lebih efisien sehingga alat/mesin lama nilainya akan merosot. Alat-alat yang lama



walaupun masih cukup baik untuk dioperasikan tidak ekonomis lagi kalau terus dipergunakan, sehingga orang cenderung berpikir untuk mengganti dengan alat atau mesin yang baru, yang lebih praktis dan lebih efisien.

- d. Adanya pengembangan perusahaan. Dengan adanya perkembangan perusahaan, maka nilai alat atau mesin yang dipergunakan harus diganti disesuaikan dengan perkembangannya, sehingga alat-alat yang lama nilainya akan menurun.

Dari uraian di atas kita dapat mengetahui bahwa penyusutan adalah berkurangnya nilai suatu mesin atau peralatan dengan bertambahnya waktu apakah alat itu dipakai atau tidak. Karena dalam perhitungan ekonomi penyusutan adalah merupakan suatu kerugian maka harus diperhitungkan sebagai biaya atau pengeluaran.

#### *Umur Mesin*

Disebabkan biaya penyusutan merupakan fungsi dari waktu, maka masa pemakaian alat itu harus kita diketahui. Tiga konsep umur mesin yang menjadi perhatian manajer mesin adalah:

- (1). *Umur pelayanan (service life/physical life)*, merupakan umur dari suatu peralatan dari awal pembelian dalam kondisi 100 % baru sampai alat tersebut mati (tidak bisa dipakai lagi) dan menjadi barang yang harus dibuang. Pada akhir umur pelayanan, alat tersebut sudah tidak mempunyai nilai lagi.
- (2). *Umur pencatatan/laporan (accounting life)*, merupakan umur yang diperkirakan dari mesin, berdasarkan hasil survey terhadap mesin yang ada dan digunakan untuk umur rancangan mesin baru (memperkirakan umur mesin baru).

Misalnya: ASAE memberikan gambaran umur mesin traktor 12.000 jam, mesin pengolahan tanah 2.500 jam, alat tanam 1.200 jam dan lain-lain.

- (3). *Umur ekonomis (economic life)* adalah umur dari suatu alat atau mesin dari kondisi 100 % baru sampai alat tersebut sudah tidak ekonomis lagi bila terus digunakan dan lebih baik diganti dengan mesin yang baru. Pada akhir umur ekonomisnya alat tersebut mungkin saja masih bisa digunakan tetapi sudah tidak ekonomis lagi. Tidak ekonomis antara lain: karena menurunnya efisiensi, semakin tingginya biaya pemeliharaan dan pemeliharaan atau karena teknologi yang sudah tidak memadai. Pada akhir umur ekonomis, alat ini masih mempunyai nilai (harga).

Perhitungan biaya penyusutan dihitung berdasarkan umur ekonomisnya. Umur ekonomis dari suatu alat dinyatakan dalam tahun atau jumlah jam kerja, dan lamanya akan sangat dipengaruhi oleh pemeliharannya.

Sedangkan nilai akhir alat/mesin merupakan harga jual alat setelah dalam waktu tertentu mesin tersebut digunakan. Biasanya nilai akhir alat ini dihitung atau diperkirakan senilai 10 % dari harga beli alat (10 % P).

Dalam perhitungan biaya penyusutan dikenal 4 metode, yaitu:

- a) Metoda garis lurus (*Straight line method*)
- b) Metoda penjumlahan angka tahun (*Sum of the year digits method*)

- c) Metoda keseimbangan menurun berganda (*Double declining balance method*)
- d) Metoda Sinking Fund

### **Metoda Garis Lurus**

Metoda ini adalah cara yang paling mudah dan cepat untuk menghitung biaya penyusutan. Pada metoda ini biaya penyusutan dianggap sama setiap tahun, atau penurunan nilai suatu alat tetap sampai pada akhir umur ekonomisnya.

Pada metoda ini ada dua jenis persamaan yang digunakan, yaitu persamaan yang tidak memperhitungkan bunga modal dan persamaan yang memperhitungkan bunga modal.

- i Penyusutan yang tidak memperhitungkan bunga modal:

$$D = \frac{P - S}{N}$$

Keterangan:

- D = Biaya penyusutan tiap tahun (Rp/tahun)
- P = Harga awal/ harga beli /purchase price (Rp)
- S = Harga akhir/ nilai akhir/*selling price*, % P (Rp)
- N = Perkiraan umur ekonomis (tahun)

Contoh Soal 5.1:

Harga baru sebuah *hand traktor* adalah Rp. 10.000.000,- *hand traktor* tersebut mempunyai umur ekonomis 5 tahun. Harga akhir 10 % dari harga baru. Tentukan biaya penyusutan per tahun!

Penyelesaian:

$$D = \frac{P - S}{N} = \frac{10.000.000 - 1.000.000}{5} = 1.800.000,-$$

Jadi, besarnya biaya penyusutan per tahun adalah Rp. 1.800.000,-

ii. Penyusutan yang memperhitungkan bunga modal:

$$D = (P - S) \times Crf$$

$$\text{Di mana: } Crf = (A/P, i \%, N) = \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N - 1}$$

Sehingga persamaannya menjadi:

$$D = (P - S) (A/P, i \%, N).$$

Keterangan:

D = Biaya penyusutan tiap tahun (Rp/tahun)

Crf = *Capital recovery factor*

i = Tingkat bunga modal (i %/tahun)

Contoh Soal 5.2:

Jika soal pada contoh soal 5.2 biaya penyusutan dihitung dengan metoda Crf dan tingkat bunga modal yang berlaku 20 % per tahun berapa biaya penyusutan per tahun?

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} A &= (P - S) (A/P, 20,5) \\ &= (10.000.000 - 1.000.000) (0,3344) \\ &= 3.009.600,- \end{aligned}$$

Biaya penyusutan yang sudah memperhitungkan bunga modal adalah Rp. 3.009.600,- per tahun.

### **Metoda Penjumlahan Angka Tahun**

Pada metoda ini biaya penyusutan pada tahun-tahun permulaan sangat tinggi, karena tingkat pemakaian alat juga tinggi. Kemudian akan menurun sesuai dengan pertambahan umur alat.

Faktor penyusutan untuk setiap tahun merupakan ratio sisa umur terhadap jumlah angka tahun sehingga laju penurunan nilai akan semakin kecil dengan bertambahnya umur alat. Yang dimaksud dengan penjumlahan angka tahun adalah jumlah digit angka umur setiap tahun. Misalnya umur suatu mesin adalah 5 tahun, maka penjumlahan angka tahun mesin tersebut adalah  $1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15$

Persamaan penyusutan untuk metoda ini adalah:

$$D = \frac{N-n}{Y}(P-S)$$

Keterangan:

D = Biaya penyusutan per tahun (Rp / tahun)

N = Umur ekonomis (tahun)

n = Lama Pemakaian pada tahun yang bersangkutan (tahun)

Y = Penjumlahan angka tahun (tahun)

Contoh Soal 5.3:

Dengan menggunakan contoh soal 5.1 berapa biaya penyusutan jika dihitung dengan menggunakan metoda penjumlahan angka tahun?

Penyelesaian:

Biaya penyusutan pada setiap tahun dapat dilihat pada Tabel 3, berikut ini:

Tabel 3. Penyusutan dengan Metoda Penjumlahan Angka Tahun  
x Rp. 1000,-

Tahun	N-n	Y	$\frac{N-n}{Y}(P-S)$	D	Nilai Akhir
0	-	-	-		10.000
1	5-0=5	15	5/15(9.000)	3.000	7.000
2	5-1=4	15	4/15(9.000)	2.400	4.600
3	5-2=3	15	3/15(9.000)	1.800	2.800
4	5-3=2	15	2/15(9.000)	1.200	1.600
5	5-4=1	15	1/15(9.000)	600	1.000

### **Metoda Keseimbangan Menurun Berganda**

Metoda ini mempunyai sifat yang sama dengan metoda jumlah angka tahun, yaitu biaya penyusutan terbesar terjadi pada saat mesin mempunyai produktivitas tinggi dan kemudian laju penyusutan menurun sesuai dengan pertambahan umur. Metoda penyusutan ini mempunyai rumus sebagai berikut:

$$D = V_{n-1} - V_n$$

Di mana:  $V_n = P_n \left(1 - \frac{x}{N}\right)^n$

$$V_{n-1} = P_{n-1} \left(1 - \frac{x}{N}\right)^{n-1}$$

Keterangan: D = Biaya penyusutan (Rp/tahun)

N = Umur ekonomis (tahun)

$P_n$  = Harga awal (Rp) tahun ke – n

n = Tahun ke-n

x = Nilai tetapan antara 1 –2

(untuk alat/mesin pertanian digunakan x= 2)

$V_n$  adalah nilai akhir mesin pada tahun ke- $n$ . Biaya penyusutan per tahun dihitung dengan mengurangi nilai mesin pada tahun ke- $n$  dengan nilai mesin pada tahun sebelumnya. Perbedaan metoda ini dengan metoda lain yaitu pada metoda ini dalam persamaannya tidak menggunakan nilai akhir mesin.

Contoh Soal 5.4:

Hitunglah biaya penyusutan mesin pada contoh 5.1 dengan menggunakan metoda kesetimbangan menurun berganda.

Penyelesaian: Biaya penyusutan per tahun dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Penyusutan Dengan Metoda Kesetimbangan Menurun Berganda

x Rp. 1.000				
Tahun	$V_{n-1}$	$P(1-x/N)^n$	$V_n$	D
0	-	-	10.000	-
1	10.000	$10.000(1-2/5)^1$	6.000	4.000
2	6.000	$6.000(1-2/5)^2$	3.600	2.400
3	3.600	$3.600(1-2/5)^3$	2.160	1440
4	2.160	$2.160(1-2/5)^4$	1.290	870
5	1.290	$1.290(1-2/5)^5$	780	510

### ***Metoda Sinking Fund***

Metoda ini adalah metoda yang memperhitungkan bunga modal dari modal yang digunakan. Nilai penyusutan dengan metoda ini paling mendekati nilai penyusutan yang sebenarnya

pada setiap umur alat. Persamaan untuk metoda penyusutan ini adalah:

$$D_n = (P - S) (A/F, i \%, N) (F/P, i \%, n-1)$$

Keterangan:

$D_n$  = Biaya penyusutan pada tahun ke – n (Rp / tahun)

$P$  = Harga awal (Rp)

$S$  = Harga akhir (Rp)

$i$  = Tingkat bunga modal (% / tahun)

$n$  = Tahun ke – n

$N$  = Umur ekonomi (tahun)

Sedangkan nilai akhir mesin pada tahun ke-n dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$V_n = P - (P - S) (A/F, i\%, N) (F/A, i\%, n)$$

Contoh Soal 5.5:

Hitunglah biaya penyusutan soal 5.1 dengan menggunakan metoda *sinking fund*, tingkat bunga modal yang berlaku adalah 12 % per tahun.

Tabel 5. Penyusutan dengan Metoda Sinking Fund

x Rp. 1.000					
Tahun	(A/F,12%,5)	(F/P,12%,n-1)	(F/A,12%,n)	$D_n$	$V_n$
0	-				10.00
					0
1	0,1574	1	1	1.417	8.583
2	0,1574	1,2	2,12	1.597	6.996
3	0,1574	1,25	3,37	1.777	5.219
4	0,1574	1,40	4,78	1.990	3.229
5	0,1574	1,57	6,35	2.229	1.006



## 2. Biaya Bunga Modal (*interest on investment*) dan Asuransi (*insurance*)

Biaya ini diperhitungkan untuk mengembalikan nilai modal yang ditanam sehingga pada akhir umur peralatan diperoleh nilai uang yang present valuenya sama dengan nilai modal yang ditanam. Dalam hal ini bunga modal dari investasi pada peralatan dan mesin pertanian diperhitungkan sebagai biaya, karena uang yang dipergunakan untuk membeli alat tidak bisa dipergunakan untuk usaha lain. Sedangkan besarnya biaya asuransi biasanya 0,25 % per tahun dari harga awal (P).

Apabila biaya penyusutan dihitung dengan mempergunakan metoda Crf atau *sinking fund* maka biaya bunga modal tidak perlu dihitung kembali, karena pada metode tersebut biaya penyusutan yang diperoleh sudah termasuk biaya bunga modalnya. Tetapi apabila metoda yang digunakan dalam perhitungan biaya penyusutan adalah selain dua metoda tersebut, berarti bunga modal belum diperhitungkan, dan harus dihitung tersendiri. Dalam beberapa hal perhitungan bunga modal dan asuransi dapat disatukan dalam persamaan berikut:

$$I = \frac{iP(N + 1)}{2N}$$

Keterangan:

- P = Harga awal/ harga beli /purchase price (Rp)
- i = Total persentase bunga modal dan asuransi (%/tahun)
- I = Biaya bunga modal dan asuransi (Rp/ tahun)
- N = Umur ekonomis alat (tahun)

### **3. Pajak (*property and sales taxes*)**

Penentuan besarnya pajak untuk peralatan dan mesin pertanian sangat berbeda di setiap negara. Di Indonesia pemungutan pajak untuk peralatan dan mesin pertanian memang belum banyak dilakukan. Nilai yang paling tepat untuk biaya pajak adalah nilai pajak yang dikenakan pada peralatan atau mesin tersebut setiap tahunnya.

Apabila belum ada ketentuan pemungutan pajak untuk mesin pertanian, dan nilai ini akan diperhitungkan, maka biaya pajak ditentukan berdasarkan persentase taksiran terhadap harga mesin atau peralatan tersebut. Besarnya persentase berbeda dari satu negara ke negara lain. Di beberapa negara, besarnya pajak sekitar 1,5 % sampai 2 % dari harga awal per tahun.

### **4. Biaya Bangunan atau Garase (*Shelter*)**

Biaya ini terhadap alat/mesin pertanian sebenarnya tidak nyata nilai uangnya. Jika bangunan sebagai tempat penyimpanan suatu alat itu ada, dapat dianggap sebagai komponen dari unit produksi atau dapat juga dianggap sebagai unit yang terpisah dan berbeda dari unit produksi. Apabila dianggap sebagai unit yang terpisah maka penentuan biaya dilakukan secara khusus dengan menghitung biaya penyusutan, biaya pemeliharaan dan umur ekonomi bangunan tersebut. Apabila dianggap satu kesatuan dari unit produksi, perhitungan dapat dilakukan berdasarkan atas biaya tahunan, menurut luas lantai atau volume ruangan yang ditempati mesin, atau atas biaya per unit produksi.

Adanya gedung/garase mengakibatkan perbaikan yang mudah dan aman, pemeliharaan yang teratur dan baik serta dapat mengurangi kerusakan mesin atau alat. Berdasarkan pengalaman dengan adanya garase atau gedung akan menyebabkan biaya perbaikan lebih kecil bila dibandingkan dengan tidak adanya gedung/garase, sehingga dengan tidak adanya garase atau gedung akan mengakibatkan kerugian yang besar. Pada umumnya beban gedung/garase terhadap alat/mesin diperkirakan sebesar 0,5 – 1 % dari harga awal per tahun. Beban ini akan tergantung pada kondisi lokal.

## **B. Biaya Tidak Tetap (*Variable Costs*)**

*Biaya tidak tetap* merupakan biaya yang dikeluarkan pada saat alat/mesin dioperasikan atau digunakan. Biasanya biaya ini bervariasi menurut pemakaian alat/mesin atau sangat dipengaruhi oleh waktu (jam) pemakaian alat/mesin. Perhitungan biaya tidak tetap dilakukan dalam satuan Rp/jam. Yang termasuk biaya tidak tetap, di antaranya:

1. Biaya bahan bakar
2. Biaya pelumas (perawatan preventif)
3. Biaya perbaikan dan pemeliharaan
4. Biaya operator
5. Biaya hal-hal khusus (biaya ban untuk beberapa alat/mesin pertanian)

### **1. Biaya Bahan Bakar**

Biaya ini adalah pengeluaran untuk sumber tenaga yaitu bensin, solar atau listrik, yang kebutuhan bensin/solar dinyatakan

dalam liter/jam dan konsumsi listrik dalam Kilowatt atau Watt, sehingga biaya bahan bakar dinyatakan dalam RP/jam.

Berdasarkan hasil suatu penelitian konsumsi bahan bakar rata-rata dari suatu mesin pada kondisi normal adalah 0,1 lt/BHP/Jam, sedangkan pada kondisi operasi berat konsumsi bahan bakar rata-rata meningkat 0,18 lt/BHP/jam. Tabel 6 menyajikan konsumsi bahan bakar untuk beberapa alat pertanian.

Tabel 6. Konsumsi Bahan Bakar Beberapa Mesin Pertanian

Jenis Mesin	Konsumsi Bahan Bakar (lt/HP/ jam)	
	Normal	Berat
Traktor Tangan	0,09	0,17
Traktor Roda 4	0,12	0,18
Mesin Diesel Stasioner	0,11	0,16
Traktor Rantai	0,10	0,18

Sumber: Irwanto, K (1984)

## 2. Biaya Pelumas

Pelumas diperlukan untuk memberikan kondisi kerja yang baik bagi mesin dan peralatan. Minyak pelumas untuk traktor meliputi oli mesin, oli transmisi, oli gardan, dan oli hidrolis. Pada mesin pengolahan hasil, pompa air dan generator listrik tidak terdapat biaya hidrolis dan oli gardan.

Besarnya biaya pelumas ditentukan berdasarkan banyaknya penggantian oli pada suatu mesin pada setiap periode tertentu, dan harga satuan oli yang digunakan.

Kebutuhan oli rata-rata traktor roda 4 sebesar 0,1 liter/BHP/100 jam. Tabel 7 menyajikan jumlah kebutuhan oli dari traktor roda 4 pada beberapa jenis ukuran traktor, dari hasil

penelitian yang dilakukan oleh Nebraska Tractor Test selama 150 jam.

Tabel 7. Rata-rata Pemakaian Oli Pada Traktor Roda 4

No	Jenis Mesin	BHP	Pemakaian Oli (liter /jam)
1	Mesin Bahan Bakar Bensin	20 – 40	0,045
		40 – 60	0,054
		60 – 80	0,059
		80 - 100	0,073
2	Mesin Diesel	20 – 40	0,050
		40 – 60	0,054
		60 – 80	0,059
		80 - 100	0,077
		100-120	0,095
		120-140	0,120

Sumber: Irwanto, K (1984)

Nilai pada Tabel 7 di atas merupakan hasil penelitian yang dilakukan pada kondisi normal. Pada kondisi pekerjaan yang berat pemakaian pelumas akan meningkat sebesar 25 %. Pada alat-alat berat seperti *bulldozer* dan *wheel loader* yang sering digunakan untuk land clearing, rata-rata pemakaian pelumas adalah 0,31 lt/BHP/100 jam. Pada Tabel 8 disajikan rata-rata pemakaian pelumas. Pada kondisi pekerjaan yang berat kebutuhan pelumas rata-rata ditambah 25 %. Dengan mengetahui harga oli per liter maka dapat dihitung biaya pemakaian pelumas per jam.

Tabel 8. Rata-rata Pemakaian Pelumas pada Alat Berat

Jenis Pemakaian	Pemakaian (lt/HP/100 jam)	
	Bulldozer	Wheel Loader
Oli Mesin	0,098	0,136
Oli Transmisi	0,050	0,040
Oli Gardan	0,038	0,066
Oli Hidrolik	0,058	0,126
Total	0,244	0,368

Sumber: Irwanto, K (1984)

### 3. Biaya Perbaikan dan Pemeliharaan

Biaya perbaikan dan pemeliharaan pada alat/mesin pertanian meliputi biaya penggantian bagian yang telah aus, upah tenaga kerja terampil untuk perbaikan khusus, pengecatan, pembersihan/pencucian dan perbaikan-perbaikan karena faktor yang tak terduga. Besarnya biaya pemeliharaan dan perbaikan akan berbeda pada setiap kondisi, meskipun untuk mesin yang sama. Misalnya saja perbedaan kondisi tanah, cuaca atau jenis tanaman.

Berdasarkan data dan pengalaman, besarnya biaya perbaikan dan pemeliharaan dapat dinyatakan dalam persentase terhadap harga awal suatu peralatan atau mesin pertanian. Sebagai contoh misalnya besarnya biaya perbaikan dan pemeliharaan rata-rata pada traktor roda 4 adalah 1,2 % dari harga awal per 100 jam ( 1,2 % P /100 jam).

Biaya perbaikan dan pemeliharaan sumber tenaga (motor penggerak) untuk alat-alat pertanian, seperti mesin penggiling padi, perontok, pemecah kulit dan penyosoh (*polisher*) diperkirakan besarnya 1,2 % (P – S) / 100 jam.

Biaya perbaikan untuk mesin-mesin pengolah hasil pertanian beserta mesin penggeraknya diperkirakan sebesar 5 % (P) / tahun. Sedangkan biaya perbaikan dan pemeliharaan untuk peralatan pertanian seperti bajak, garu dan sebagainya diperkirakan sebesar 2 % (P – S)/100 jam.

#### **4. Biaya Operator**

Operator adalah orang menggunakan atau mengoperasikan peralatan yang digunakan. Biaya operator biasanya dinyatakan dalam Rp/hari atau Rp/jam dan besarnya tergantung pada kondisi lokal. Operator yang digaji bulanan dapat dikonversikan dalam upah rupiah per jam dengan menghitung jumlah jam kerjanya selama satu bulan.

Di beberapa daerah upah operator diberikan dalam satuan produk yang dihasilkan. Misalnya Rp/ha untuk pengolahan tanah, Rp/ton untuk pekerjaan penggilingan padi dan pemipilan jagung dan sebagainya. Untuk kasus seperti ini, dengan mengetahui kapasitas mesin, upah operator per jam akan dapat dihitung.

#### **5. Biaya Hal-hal Khusus**

Biaya hal-hal khusus adalah biaya dari penggantian suatu bagian atau suku cadang yang mempunyai nilai yang tinggi (harganya mahal), tetapi memerlukan penggantian yang relatif sering karena pemakaian. Pada mesin pertanian contoh yang paling umum adalah biaya penggantian ban pada traktor roda.

Biaya penggantian ban ini dapat dihitung berdasarkan biaya penggantian (harga) dan perkiraan umur perbaikan.

$$\text{Biaya ban (Rp/jam)} = \frac{\text{Biaya\_Penggantian\_Ban}}{\text{Perkiraan\_Umur\_Ban}}$$

Misalnya biaya penggantian sepasang ban traktor adalah Rp. 3.000.000,- dan perkiraan umur penggunaan ban 2800 jam, maka :

$$\text{Biaya ban (rupiah/jam)} = \frac{3.000.000}{2800} = \text{Rp.}_1.071,429 \text{ / jam}$$

### **C. Biaya Total / Biaya Kerja**

Biaya total/biaya kerja merupakan biaya keseluruhan yang diperlukan untuk mengoperasikan suatu peralatan atau mesin pertanian. Biaya ini merupakan penjumlahan biaya tetap dan biaya tidak tetap, dan dinyatakan dalam satuan Rp/jam.

Dalam perhitungan yang dilakukan pada bagian sebelumnya, biaya tetap dihitung dalam satuan Rp/tahun, sedangkan biaya tidak tetap dihitung dalam Rp/jam. Dengan demikian, untuk dapat menjumlahkan kedua biaya tersebut, maka diperlukan suatu faktor konversi untuk mengubah satuan biaya tetap dari Rp/tahun menjadi Rp/jam. Faktor konversi yang diperlukan yaitu perkiraan pemakaian mesin (jumlah jam kerja) selama satu tahun, dalam satuan jam per tahun.

Biaya total mesin pertanian per jam dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$B = \frac{BT}{X} + BTT$$

Keterangan:

B = Biaya total (Rp/jam)

BT = Biaya tetap (Rp/tahun)

BTT = Biaya tidak tetap (Rp/jam)

X = Perkiraan jumlah jam kerja dalam satu tahun (jam/tahun)



#### D. Biaya Pokok

Biaya pokok adalah biaya yang diperlukan suatu mesin pertanian untuk setiap unit produksi, di mana untuk peralatan pra panen berupa Rp/ha sedangkan untuk peralatan pasca panen berupa Rp/kg. Biaya pokok ini juga dipengaruhi oleh kapasitas alat atau mesin, baik berupa kapasitas lapang (ha/jam), maupun kapasitas bahan (kg/jam). Biaya pokok per satuan produk dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Bp = \frac{B}{C}$$

Di mana:

$$B = \frac{BT}{x} + BTT$$

Maka: 
$$Bp = \frac{\frac{BT}{x} + BTT}{C} \quad \text{atau} \quad Bp = \frac{BT}{Cx} + \frac{BTT}{C}$$

Keterangan:

Bp = Biaya pokok (Rp/Unit produk) : Rp/kg, Rp/liter, atau Rp/Ha

BT = Biaya Tetap (Rp/tahun)

BTT = Biaya Tidak Tetap (Rp/jam)

C = kapasitas alat (unit produk/jam) : kg/jam, liter/jam, atau Ha/jam

X = Perkiraan jam kerja dalam satu tahun (jam/tahun)

#### 5.2. Pemahaman *Break Even Point* (BEP)

Dalam analisis ekonomi engineering kita sering dihadapkan pada alternatif-alternatif yang merupakan fungsi dari variabel yang sama. Variabel ini dikenal sebagai *titik impas (break even point)*. BEP harus dicari besarnya sehingga dapat diputuskan alternatif

mana yang akan dipilih. Suatu pengambilan keputusan yang tepat akan memberikan keuntungan, dan sebaliknya bila mengambil keputusan yang salah akan menimbulkan kerugian.

Analisa *break even point* atau disebut analisa keseimbangan merupakan salah satu metode untuk mempelajari hubungan pendapatan, biaya dan laba. Break event adalah keadaan tanpa keuntungan maupun rugi. Jumlah pendapatan sama besarnya dengan jumlah biaya. Analisa break even mempelajari pengaruh timbal balik antara pendapatan, biaya dan keuntungan.

Analisa titik impas dapat digunakan dalam berbagai hal, yang menyangkut pemilihan dua alternatif. Beberapa hal dalam pengambilan keputusan yang dapat memanfaatkan analisa titik impas, di antaranya:

1. Penentuan Volume produksi
2. Pemilihan dua alat atau mesin yang sejenis.
3. Pemilihan sistem sewa atau beli suatu alat/mesin.

Suatu perusahaan dikatakan mencapai titik impas, apabila dari suatu analisa perhitungan laba atau rugi dalam suatu periode kerja kegiatan tertentu, perusahaan itu tidak memperoleh laba tapi juga tidak menderita rugi (impas). Atau dapat juga dikatakan bahwa perusahaan itu menghasilkan tingkat produksi tertentu di mana jumlah penerimaannya sama dengan seluruh biaya yang dikeluarkan.

Dalam hal ini analisa titik impas digunakan untuk mengetahui pada tingkat produksi berapakah suatu perusahaan mulai mendapat keuntungan. Analisa ini juga dapat dimanfaatkan untuk mengetahui kaitan antara volume produksi, harga jual, biaya

produksi, keuntungan dan kerugian yang akan diperoleh pada suatu tingkat produksi tertentu.

Dengan demikian analisa break even mempunyai kegunaan antara lain:

- a. Menunjukkan hubungan antara penjualan, biaya produksi dan keuntungan.
- b. Menunjukkan pengaruh perubahan pendapatan atas keuntungan.
- c. Dapat dipergunakan untuk membuat proyeksi akibat perubahan biaya atas keuntungan.
- d. Dapat dipergunakan untuk membuat prediksi perubahan jumlah pendapatan, tetapi dikehendaki keuntungan konstan.

Titik impas dicapai pada waktu jumlah penerimaan sama dengan jumlah biaya, atau keuntungan sama dengan nol. Dalam persamaan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{BEP} = B = \text{TR}$$

Keterangan:

BEP = titik impas

B = total biaya = BT + BTT

TR = total penerimaan = harga jual x jumlah produksi

Secara umum BEP dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{BEP (unit)} = \text{BT} / (\text{P} - \text{BTT})$$

$$\text{BEP (rupiah)} = \text{BT} / 1 - (\text{BTT} / \text{P})$$

Keterangan:

BT = biaya tetap (Rp/tahun)

BTT = biaya tidak tetap (Rp/unit produksi)

P = harga jual (Rp/unit produksi)

Penghitungan BEP adalah sangat penting karena keunggulannya dapat memperkirakan penjualan atau kapasitas. Pada pengoperasian alat dan mesin pertanian, BEP juga dapat diperhitungkan dengan menggunakan rumus:

$$BEP = \frac{BT}{R - \left(\frac{BTT}{C}\right)}$$

Ketetangan:

BEP = *Break Event Point* (unit produksi/tahun)

BT = Biaya tetap (Rp/Tahun)

BTT = Biaya Tidak Tetap (Rp/Jam)

C = Kapasitas Alat (unit produksi/Jam)

R = Upah / Sewa alat (Rp/unit produksi)

Pada kasus pembuatan produk agroindustri maka BEP dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$BEP = \frac{BT}{\left\{HJ - \left(\frac{HB}{\eta}\right)\right\} - \left(\frac{BTT}{C}\right)}$$

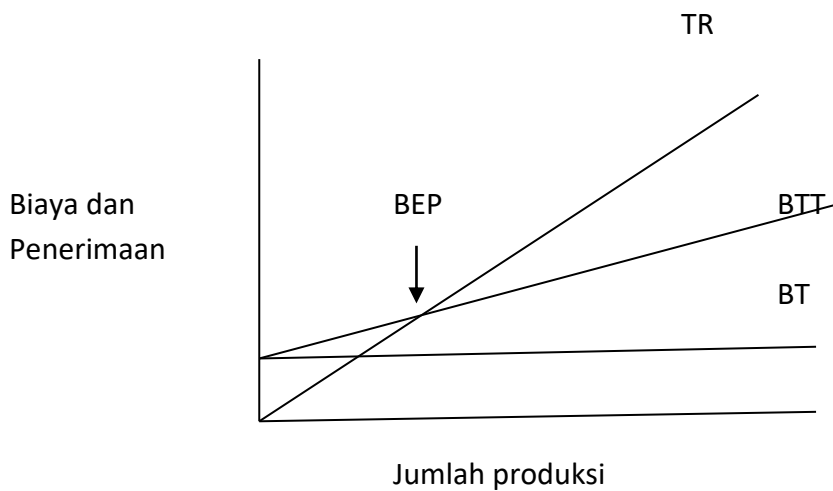
Keterangan:

HJ = harga jual tiap unit produksi (Rp/unit produksi)

HB = harga bahan baku untuk memproduksi satu unit produk (Rp/unit produksi)

$\eta$  = rendemen

Penentuan titik impas dapat digambarkan dalam sebuah grafik yang menghubungkan antara jumlah produksi sebagai sumbu X, dengan biaya dan penerimaan pada sumbu Y. Pada titik impas akan terlihat bahwa garis penerimaan akan memotong garis biaya, yang berarti bahwa besarnya penerimaan sama dengan biaya yang dikeluarkan, seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Titik Impas

Di sebelah kiri titik impas garis penerimaan berada di bawah garis biaya, ini berarti bahwa jumlah biaya yang dikeluarkan lebih tinggi dari penerimaan, atau perusahaan akan mengalami kerugian. Sebaliknya pada daerah di sebelah kanan titik impas, garis penerimaan sudah berada di atas garis biaya, berarti perusahaan akan mengalami keuntungan. Jumlah produksi tentunya diusahakan di atas titik impas, tetapi tidak dapat melampaui kapasitas maksimum produksi atau pangsa pasar yang dimiliki.

Dari persamaan titik impas dapat dilihat bahwa nilai titik impas dipengaruhi oleh tiga peubah, yaitu biaya tetap, biaya tidak tetap dan harga jual. Perubahan salah satu dari ketiga peubah ini akan menggeser letak titik impas yang semula.

#### Contoh Soal 5.6:

Misalnya sebuah perusahaan manufaktur menghasilkan produk dengan harga jual Rp 100 per unit. Estimasi biaya tetap sebesar Rp. 25.000 per tahun, sedangkan biaya tidak tetapnya

sebesar Rp. 50 per unit produk. Tentukanlah titik impas pada kondisi perusahaan tersebut.

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{BEP (unit)} &= \text{BT} / (\text{P} - \text{BTT}) = 25000 / (100 - 50) \\ &= 500 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BEP (rupiah)} &= \text{BT} / 1 - (\text{BTT} / \text{P}) = 25000 / 1 - (0,5) \\ &= \text{Rp } 50.000 \end{aligned}$$

$$\text{B} = \text{F} / (\text{P} - \text{V}) = 25000 / (100 - 50) = 500$$

Ini artinya titik impas untuk kondisi tersebut adalah pada tingkat produksi 500 unit per tahun atau pada penerimaan Rp 50.000

### 5.3. Evaluasi Usaha

Evaluasi usaha juga perlu dilakukan pada pemakaian alat dan mesin pertanian ataupun pada suatu unit usaha pertanian. Unit usaha merupakan keseluruhan kegiatan yang menggunakan sumber-sumber untuk memperoleh manfaat (benefit) ; atau suatu kegiatan dengan pengeluaran biaya dan dengan harapan untuk memperoleh hasil pada waktu yang akan datang, dan yang dapat direncanakan, dibiayai, dan dilaksanakan sebagai satu unit.

Setiap usaha yang akan direncanakan atau dilakukan perlu dianalisa atau dievaluasi untuk memprakirakan apakah usaha tersebut layak dilaksanakan, salah satunya ditinjau dari sisi keuangan. Hal ini menyangkut masalah investasi. Pengambilan keputusan investasi mencakup kegiatan ekspansi, akuisisi, divestasi, rekapitalisasi aset dan sebagainya. Setiap perubahan dalam penerapan teknologi atau metode proses produksi, distribusi penjualan atau program penelitian dan pengembangan yang dapat

memengaruhi pendapatan dan pengeluaran perusahaan dalam jangka panjang dapat digolongkan sebagai keputusan perubahan investasi. Dengan demikian kita perlu melakukan analisis dan evaluasi perubahan rencana investasi tersebut.

Di samping itu, keterbatasan sumber-sumber yang tersedia, maka perlu diadakan pemilihan antara berbagai macam alat dan mesin pertanian ataupun unit usaha pertanian. Kesalahan dalam pemilihan alat dan mesin pertanian serta unit usaha dapat mengakibatkan pengorbanan sumber-sumber yang langka. Oleh karenanya maka sebelum suatu alat dan mesin ataupun unit usaha dilaksanakan, perlu diadakan perhitungan percobaan untuk menentukan hasil dan memilih diantara berbagai alternatif jenis alat dan mesin atau usaha dengan jalan menghitung biaya dan manfaat (benefit) yang dapat diharapkan dari masing-masing alat dan mesin ataupun unit usaha tersebut.

Dalam melakukan evaluasi terhadap rencana investasi, kita perlu melakukan tiga tahap kegiatan, yakni:

- a. Estimasi cash flow
- b. Estimasi rencana pendapatan yang ingin dicapai
- c. Evaluasi rencana investasi berdasarkan ukuran-ukuran yang jelas.

Kriteria atau metode untuk mengukur suatu rencana investasi dapat dikelompokkan menjadi 2 bagian besar, yaitu:

1. *Kriteria Discounted Cash Flow (DCF)* terdiri dari:

- *Net Present Value (NPV)*
- *Internal Rate of Return (IRR)*
- *Profitability Index (PI)*

2. *Non Discounted Cash Flow (NDCF)*, terdiri dari:

- *Payback Period (PP)*
- *Accounting Rate of Return (ARR)*

### **Metode Net Present Value (NPV)**

Metode *Net Present Value (NPV)* merupakan metode penilaian investasi klasik yang sampai saat ini paling populer digunakan. NPV adalah selisih antara present value dari investasi dengan nilai sekarang dari penerimaan-penerimaan kas bersih di masa yang akan datang. Untuk menghitung nilai sekarang perlu ditentukan tingkat bunga yang relevan.

Rumus menghitung NPV adalah:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+K)^t} - I_o$$

Keterangan:

$CF_t$  = aliran kas per tahun pada periode t

$I_o$  = investasi awal pada tahun 0

K = suku bunga (*discount rate*)

t = tahun ke

n = jumlah tahun

Kriteria penilaian:

- Jika  $NPV > 0$ , usulan proyek/usaha diterima
- Jika  $NPV < 0$ , usulan proyek/usaha ditolak
- Jika  $NPV = 0$ , nilai perusahaan tetap walau usulan proyek diterima ataupun ditolak



Contoh 8.1:

Jika suku bunga diasumsikan sama tiap tahun sebesar 12 persen, arus kas masuk bersih sama yaitu sebesar Rp. 5.700.000 dan nilai investasi awal sebesar Rp. 18.000.000, maka dengan perhitungan sederhana nilai NPV didapat sebesar Rp. 1.547.000.

### **Metode Internal Rate of Return (IRR)**

IRR adalah salah satu metode untuk mengukur tingkat investasi atau suatu tingkat bunga di mana seluruh *net cash flow* setelah dikalikan *discount factor* atau telah di *present value*-kan, nilainya sama dengan biaya investasi. Jadi nilai IRR dapat dihitung dengan mencari tingkat bunga yang akan menghasilkan NPV sama dengan 0.

Rumus yang digunakan:

$$I_0 = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t}$$

Keterangan:

$CF_t$  = aliran kas bersih

$I_0$  = nilai investasi awal

IRR= tingkat bunga yang dicari harganya

Nilai IRR dapat dicari dengan cara coba-coba (*trial & error*). Caranya adalah dengan menentukan sembarang nilai tingkat bunga untuk dasar perhitungan *discount rate*, sehingga kita dapat menghitung nilai *present value* dari *cash inflow*. Apabila hasil perhitungan present value dari cash inflow tersebut lebih rendah daripada *present value cash out flow*, maka tingkat bunga sebagai dasar perhitungan *discount factor* harus diturunkan.

$$IRR = i_1 + \frac{PV(i_2 - i_1)}{PV_{pos} + PV_{neg}}$$

Keterangan: PV = *present value* positif dengan *discount rate* yang lebih rendah ( $i_1$ )

PV = *present value* negatif dengan *discount rate* yang lebih tinggi ( $i_2$ )

Kriteria penilaian:

Jika IRR yang didapat ternyata lebih besar *daripada rate of return* yang ditentukan maka investasi dapat diterima.

IRR merupakan kriteria penilaian yang lebih banyak disukai daripada kriteria lain, dan untuk mengukur *Profitability* suatu usaha di kalangan Bank Dunia maka IRR digunakan sebagai kriteria utama.

IRR mempunyai beberapa keunggulan yang menonjol antara lain:

1. Kriteria ini menghindari kesukaran dalam memilih interest rate yang sesuai.
2. karena dinyatakan dalam bentuk "*rate of return*", hasilnya dapat dibandingkan dengan tingkat bunga yang berlaku

Di samping keunggulan tersebut, IRR mempunyai beberapa kelemahan, yaitu:

1. IRR dianggap tidak ada hubungannya dengan "*the opportunity cost of capital*", sehingga IRR dianggap sebagai "rate dalam khayalan".
2. IRR mengandung arti (*implies*) bahwa untuk tiap unit usaha hanya ada satu "*rate of return*".

### **Metode Profitability Index (PI)**

Metode ini menghitung perbandingan antara nilai sekarang dari penerimaan-penerimaan kas bersih di masa yang akan datang

dengan nilai sekarang dari investasi. Persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$PI = \frac{\text{PV dari cash inflow}}{\text{Initial cash outlay}} = \frac{\text{PV}(C1)}{C_0}$$

Kriteria penilaian:

- Diterima kalau  $PI > 1$
- Ditolak kalau  $PI < 1$
- Kemungkinan dapat diterima kalau  $PI = 1$

Kriteria ini erat hubungannya dengan kriteria NPV, di mana jika NPV suatu proyek dikatakan layak maka menurut kriteria PI juga layak, karena keduanya menggunakan variabel yang sama. Suatu rencana investasi akan memiliki nilai net present value positif pada saat nilai PI lebih besar daripada 1. Begitu pula sebaliknya, rencana investasi memiliki nilai net present value negative, jika nilai PI lebih kecil daripada 1. Rencana investasi kemungkinan dapat dilanjutkan apabila nilai PI sama dengan nol. Hal ini berarti bahwa total nilai present value dari *cash inflow* selama umur proyek memiliki jumlah yang sama dengan biaya investasi (*initial investment*). Oleh karena itu, kita perlu memerhatikan faktor-faktor lain yang dapat mendukung keberhasilan proyek ini di masa yang akan datang.

Contoh 8.2:

Suatu usaha dibangun dengan *initial outlay* (biaya investasi) sebesar Rp. 100.000 dan diharapkan dapat menghasilkan *cash inflow* setiap tahunnya berturut-turut sampai tahun kelima sebesar Rp. 40.000, Rp. 30.000, Rp. 50.000, Rp. 20.000 dan Rp.30.000. Tingkat bunga diasumsikan 10 %.

Penyelesaian:

Dari hasil perhitungan diperoleh PV dari *cash inflow* sebesar Rp 131.011

$$PI = \frac{Rp.131.011}{Rp.100.000} = 1,31 \quad (\text{layakdiusahakan/menguntungkan})$$

### **Metode Payback Period (PP)**

PP merupakan suatu periode yang menunjukkan berapa lama modal yang ditanamkan dalam proyek dapat kembali. Rumusnya adalah:

$$PP = \frac{\text{Initial investment}}{\text{Annual cash inflow}} = \frac{C_0}{C}$$

Kriteria penilaian:

Jika PP lebih pendek waktunya daripada maksimum PP nya, maka usulan investasi dapat diterima. Atau dengan kata lain semakin pendek waktu yang diperlukan untuk pengembalian biaya investasi, maka rencana investasi semakin menguntungkan.

Contoh 8.3:

Suatu usaha dengan nilai investasi Rp 18.000.000 dan aliran kas masuk bersih Rp. 5.700.000, maka PP nya dapat dihitung sebagai berikut:

$$PP = \frac{18.000.000}{5.700.000} \times 1 \text{ tahun} = 3,16 \text{ tahun}$$

Metode ini cukup sederhana tetapi mempunyai kelemahan-kelemahan, terutama metode ini tidak memerhatikan konsep nilai waktu dari uang, aliran kas masuk setelah *payback*. Umumnya metode ini digunakan sebagai pendukung metode lain yang lebih baik.

### **Metode Accounting Rate of Return (ARR)**

Metode ini juga disebut metode perhitungan *ROI (Return on Investment)*. Rumusnya adalah:

$$ARR = \frac{\text{Rata - rata income}}{\text{Rata - rata investasi}}$$

Rata-rata *income* dihitung sebagai laba bersih setelah pajak (EAT). Semakin besar nilai ARR atau nilai ROI suatu proyek, maka proyek tersebut semakin menarik.

Dengan menggunakan metode-metode di atas kita bisa melakukan analisis/evaluasi terhadap usaha-usaha bidang pertanian baik usaha skala kecil maupun skala besar, seperti perkebunan kelapa sawit sehingga kita dapat memutuskan apa yang akan dilakukan salah satunya untuk pengembangan usaha tersebut.

Pembahasan BAB ini telah kami kaji secara rinci dalam buku “Ekonomi Teknik” yang dapat dibaca dan dipelajari.

### **5.4. Soal Latihan**

1. Jelaskan komponen-komponen biaya tetap dan biaya tidak tetap!
2. Mengapa kita harus menghitung biaya kerja alat/mesin pertanian dan apa gunanya kita mengetahui BEP?
3. Sebutkan definisi istilah-istilah berikut!
  - BEP
  - Biaya tetap

- Umur ekonomis alat - Biaya tidak tetap
- 4. Sebutkan pengambilan keputusan apa saja yang dapat memanfaatkan analisa BEP dan apa gunanya melakukan evaluasi usaha?
- 5. Sebutkan metoda-metoda perhitungan biaya penyusutan dan apa sebabnya alat/mesin mengalami penyusutan!

## 5.5. Sumber Pustaka

- Hunt, D. 1973. *Farm Power Machinery Management*. IOWA State University.
- Irwanto, K. 1984. *Ekonomi Enjiniring*. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB Bogor.
- Kadariah, Lien, K. dan Clive, G. 1978. *Pengantar Evaluasi Proyek*. Program Perencanaan Nasional. Lembaga Penyelidikan Ekonomi dan Masyarakat. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.
- Melly, S., Ernita, Y. 2009. *Ekonomi Teknik (Buku Ajar)*. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh.
- Rangkuti, F. 2000. *Business Plant (Teknik Membuat Perencanaan Bisnis dan Analisis Kasus)*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wasis. 1997. *Pengantar Ekonomi Perusahaan*. Penerbit Alumni. Bandung
- Winardi. 1976. *Pengantar Ekonomi Perusahaan*. Tarsito. Bandung.

# ***BAB 6* OPERASI DAN PEMILIHAN PERALATAN**

## **6.1. Tujuan, Jenis dan Faktor Pemilihan Peralatan Pengolahan Tanah**

Pengolahan tanah merupakan suatu proses penyiapan tanah untuk penanaman dan mempertahankannya dalam keadaan remah dan bebas dari gulma selama pertumbuhan tanaman. Pengolahan tanah juga dapat didefinisikan sebagai kegiatan mengubah keadaan tanah secara mekanis (menggunakan beberapa alat pertanian) sehingga memperoleh susunan tanah sebaik-baiknya ditinjau dari persediaan air, udara dan derajat panas yang dapat digunakan untuk perkembangan dan kehidupan tumbuh-tumbuhan. Pada hakekatnya dapat mempersubur keadaan tanah.

Adapun tujuan dari pengolahan tanah, yaitu:

1. Memperbaiki struktur tanah sebagai tempat penanaman.
2. Mengendalikan gulma.
3. Mencampurkan sisa tanaman dengan tanah.
4. Mengatur permukaan tanah sesuai dengan tujuan pemakaian lahannya.
5. Mencampur pupuk, pestisida butiran dan bahan lain dengan tanah.

Pada kegiatan pengolahan tanah, sering dibedakan atas pengolahan tanah pertama dan pengolahan tanah kedua. Walaupun batas antara keduanya tidaklah terlalu jelas.

#### **A. Pengolahan tanah pertama atau primer (*Primary Tillage*)**

Tujuan dari pengolahan tanah pertama adalah mengurangi kekuatan tanah, menutup sisa tanaman, dan memperbaiki agregat tanah atau dengan tujuan membalikkan serta memecah dan membelah tanah, menguraikan atau menggemburkan tanah. Jenis peralatan yang digunakan adalah cangkul dan berbagai jenis bajak (bajak piring, singkal).

##### **1. Bajak piring**

Pekerjaan yang dilakukan dengan menggunakan bajak piring adalah pemotongan, pengangkatan dan membalikkan tanah ke samping. Biasanya bajak piring dapat bekerja pada kondisi tanah sebagai berikut:

- Tanah lengket, berdebu yang tidak meluncur pada singkal dan tanah-tanah yang mempunyai lapisan keras di bawah telapak baja.
- Tanah kering dan basa yang tidak dapat dipenetrasi dengan bajak singkal.
- Tanah berbatu dan banyak berakar-akar di mana piringan melintas diatas batuan tersebut.
- Lahan bergambut.
- Pembajakan yang dalam pada dasarnya pembajakan melintas atau memotong dan membalikkan tanah.

Bajak piring terdiri dari beberapa piringan, harus dipasang miring pada suatu kerangka yang disangga oleh roda. Kemampuan



bajak piring untuk menembus tanah akan meningkat dengan bertambahnya disk angle atau berkurangnya tilt angle sebagai akibat berkurangnya gaya keatas V (vertikal). Di samping itu juga diketahui bahwa berkurangnya jari-jari kelengkungan bajak akan meningkatkan gaya V dan draft. Bajak piring ditarik dengan traktor dengan penggandengan integral mounted biasa bersifat on land.

## **2. Bajak singkal, bajak rotary dan bajak bawah permukaan.**

Sama dengan bajak piring tetapi bajak singkal tidak dapat dioperasikan pada lahan bergambut dan berpasir karena tidak bisa dilakukan pembalikan yang sempurna.

Komponen utama dari dasar bajak adalah pisau pemotong tanah, singkal, sisi penanam dan kedudukan. Kemampuan bajak untuk menembus tanah ditunjukkan oleh gaya tegak v kebawah, di mana gaya vertikal tersebut sangat beragam tergantung pada jenis tanah, kondisi tanah, dalam pemotongan, bentuk dan ketajaman pisau pemotong.

Lain halnya dengan bajak rotary, bajak ini dapat menembus permukaan tanah dan mengaduknya menjadi halus, begitu juga dengan bajak bawah permukaan yang dapat menembus ke dalam dengan kedalaman tertentu untuk membuat drainase tanah.

Di Indonesia pengolahan tanah pertama biasanya dilakukan dengan bajak singkal, karena penting untuk lahan kering maupun sawah. Pada umumnya di pedesaan bajak dibuat secara tradisional di mana ditarik ternak. Hasil pengujian lapang menunjukkan bahwa bajak singkal yang ditarik sepasang ternak akan memberikan kapasitas 0,024 ha/jam untuk tanah sawah dan 0,038 ha/jam untuk lahan kering dengan kedalaman rata-rata 18,05 cm. Sedangkan

bajak singkal yang ditarik traktor 5 HP mempunyai kapasitas 0,04 ha/jam untuk tanah sawah dan 0,06 ha/jam untuk lahan kering.

## **B. Pengolahan Tanah Kedua /*secunder***

Pengolahan tanah kedua ini dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki kondisi tanah dari pengolahan sebelumnya atau menghancurkan lebih lanjut/menghaluskan bongkahan tanah yang masih terlalu kasar dan besar sehabis dibajak, meratakan tanah, penyiangan dan lain-lain. Adapun peralatan yang digunakan pada pengolahan tanah kedua ini adalah garu (garu piring, garu gigi paku dan garu gigi pegas)

*Garu piring* yang digunakan dalam pengolahan tanah kedua terdiri dari tiga bagian yaitu singkal ading, tanden dan righ hand/left hand offsed. Dalam penggunaannya garu piring ditarik sehingga dapat menghancurkan bongkahan-bongkahan tanah menjadi lebih halus karena garu piring mempunyai gaya berat dengan melakukan penyetelan sudut horizontal.

Sedangkan *garu paku dan pegas* digunakan untuk menghaluskan dan meratakan tanah setelah pembajakan dengan cara mengaduk tanah sampai kedalaman 2 inci bila diberi pemberat. Biasanya garu ini juga digunakan untuk mendangir jagung.

Dalam aplikasi penggunaan peralatan pengolahan tanah harus mempertimbangkan faktor-faktor antara lain: jenis tanah dan luas lahan. Di samping itu faktor kapasitas alat, ketersediaan alat juga ikut memengaruhi dalam pemilihan peralatan pengolahan tanah ini.

## **6.2. Tujuan, Jenis dan Faktor Pemilihan Peralatan Penanaman**

Salah satu tanggung jawab yang cukup penting dari seorang manajer mesin pertanian adalah untuk mengamati operasi dari mesin/alat penyebaran biji-bijian.

Kita akan mempelajari mesin/peralatan penanaman yang merupakan seni menempatkan biji pada kedalaman tanah untuk memperoleh kecambah yang tegak dan baik. Di sini penggunaan alat tanam bertujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu, tenaga kerja dan biaya penanaman. Namun sebelumnya harus diketahui karakteristik benih yang baik karena kegiatan penanaman terkait dengan benih. Adapun karakteristik benih yang baik antara lain adalah:

- ❑ Benih dapat digunakan untuk menghasilkan tanaman sesuai dengan iklim dan keadaan setempat.
- ❑ Benih mempunyai kualitas yang baik.
- ❑ Benih dalam keadaan asli
- ❑ Benih bebas dari penyakit
- ❑ Benih mampu berkecambah dengan baik

Untuk perkecambahan ada empat kondisi yang diperlukan yaitu kadar air, oksigen, suhu dan cahaya. Kondisi tersebut perlu diatur sedemikian rupa sehingga operasi penanaman dapat dilakukan pada kedalaman tertentu sehingga mendapatkan yang terbaik. Misalnya saja, beberapa biji memerlukan oksigen untuk perkecambahan, tetapi padi memerlukan jumlah oksigen yang lebih sedikit dari yang lainnya. Perkecambahan memerlukan suhu ideal

dan untuk beberapa benih memerlukan cahaya dengan tingkat/kadar terang tertentu.

Ada beberapa jenis mesin penanaman yang dikenal yaitu:

1. Tugal tradisional dan tugal semi mekanis
2. Row crop planter / alat tanam dalam barisan
3. Grain drill
4. Broadcast seeder

*Tugal tradisional* maupun *tugal semi mekanis* banyak digunakan oleh petani di Asia dengan kapasitas yang rendah dan masih menggunakan sumber tenaga manusia. Alat tugal yang digunakan berupa potongan kayu, sedangkan yang semi mekanis sudah dilengkapi dengan mekanisme penjatuhan benih dan saluran biji seperti yang diciptakan oleh AIT. Alat tugal membuat lubang pada lahan dan melalui corong penyalur benih, benih disalurkan ke dalam lubang tersebut dan kemudian lubang ditutup oleh petani yang berjalan dibelakang alat tersebut.

Jenis alat tanam yang ke 2–4 ini merupakan alat/mesin tanam dengan urutan kerja penanaman dimulai dengan pembukaan alur/lubang, mengatur kedalaman penanaman, menjatuhkan benih sesuai dengan jarak dan jumlah yang diinginkan dan menutup alur. Adapun komponen utama alat/mesin tanam adalah kerangka utama, corong benih (hopper), penjatuh benih (mengatur saat penjatuhan benih dan jumlah benih yang dijatuhkan), pembuka alur, saluran benih, penutup alaur, roda penggerak dan sistem transmisi.

*Row crop planter* biasanya digunakan untuk menanam bijian seperti jagung, kapas yang memerlukan jarak barisan tertentu

sehingga memudahkan penyiangan dan pemanenan secara mekanis. Adapun cara kerja alat ini adalah:

- Alat pembuka alur membuka alur yang akan ditempati benih.
- Benih yang terdapat di *seed hopper* keluar melalui lubang yang terdapat pada piringan dasar dari *seed hopper* tersebut dan benih yang keluar tadi masuk ke dalam alur yang dibuat oleh *runner furrow opener* di atas.
- Benih ditutup dengan tanah oleh *furrow coverer*.
- Bila alat tanam ini dilengkapi dengan *insecticide hopper* dan *herbicide hopper* maka alat tersebut akan bekerja setelah benih jatuh ke dalam alur.

Ukuran alat tanam ini diatur dan disesuaikan dengan daya traktor, biasanya terdiri dari 2 sampai 8 baris penanaman. Dan berdasarkan metoda penanamannya maka benih dapat ditanam pada permukaan datar, di atas gundukan dan di dalam cekungan /furr.

*Grain Drill* merupakan alat tanam yang dirancang untuk menempatkan benih atau biji-bijian kecil dalam barisan yang berjarak sempit (kerapatan tinggi) dengan kedalaman yang seragam dan dapat digunakan untuk menyebarkan pupuk antara tanaman. Biji yang ditanam biasanya kacang-kacangan atau leguminosa lainnya. Pada alat ini benih diletakkan pada silinder yang didalamnya terdapat satu alat pengumpan yang berputar dalam satu poros. Pengatur akan mengatur benih satu per satu yang ditanam melewati rongga penanaman (ada dua buah rongga yaitu rongga pertama digunakan untuk mengatur benih yang berukuran kecil dan rongga kedua untuk benih ukuran besar) .

*Broadcast seeder* digunakan untuk menyebarkan biji-bijian kecil yang tidak ada pengaturan jarak. Pada alat ini benih yang jatuh tidak satu persatu melainkan penjatuhan secara serentak (menyebar) karena alat ini tidak dilengkapi dengan pembuka alur. Benih akan jatuh satu persatu ke suatu piringan yang berputar dan kemudian berserakan di sekitar jalur penanaman. Pola pengaturan penyebaran benih dibedakan atas:

- Pola penyebaran penuh (*Full coverage*)
- Pola penyebaran sisi kanan (*Spread to right*)
- Pola penyebaran sisi kiri (*Spread to left*)
- Pola penyebaran sisi kiri dan kanan (*Spread to side*)

Di samping itu ada alat tanam khusus misalnya digunakan untuk penanaman kentang.

Dalam pemilihan penggunaan alat tanam ini harus memerhatikan faktor antara lain: jenis/ukuran benih yang akan ditanam, jarak tanam (barisan pada penanaman), ketersediaan alat tanam, luas lahan, dan lain-lain.

### **6.3. Tujuan, Jenis dan Faktor Pemilihan Peralatan Penyemprotan**

Penyemprotan merupakan salah satu cara yang efektif digunakan petani untuk pengendalian hama, penyakit dan gulma pada tanaman. Penyemprotan pertama kali dikembangkan dan diberikan untuk pemberian fungisida dalam pengendalian penyakit tanaman anggur di kebun anggur Borduex, Perancis. Kemudian karena perkembangan teknologi maka tipe-tipe alat penyemprot

terus mengalami perkembangan sehingga lebih memudahkan dalam penggunaannya bagi petani. Adapun tujuan dari penggunaan alat semprot dalam budidaya tanaman antara lain adalah:

- Meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil produksi.
- Meminimalisasikan waktu dalam suatu pekerjaan (pemeliharaan).
- Efisiensi bahan (pestisida dan pupuk) lebih tinggi dengan penyemprotan yang merata.
- Dan lain-lain

Ditinjau dari segi kegunaannya, alat semprot (*sprayer*) dapat digolongkan berdasarkan kebutuhan, yaitu:

- a. Sprayer untuk rumah tangga, dengan kapasitas tangki maksimum 1 liter.
- b. Sprayer untuk tanaman, kapasitas tangki 5 liter.
- c. Sprayer untuk pertanian komersil, kapasitasnya lebih dari 10 liter.

Secara umum jenis-jenis sprayer yang digunakan dapat dibedakan atas 2 yaitu (1) alat semprot manual (*hand sprayer*) yang dalam pengoperasiannya menggunakan tenaga manusia dan (2) alat semprot bermotor (*mekanis*) yang dalam pengoperasiannya sudah menggunakan tenaga mesin.

Dari gambaran di atas, ada beberapa jenis alat semprot, seperti berikut ini:

**1. Alat penyemprot tangan (*hand sprayer*) atau penyemprot gendong (*knapsack sprayer*).**

Dalam pengoperasiannya alat ini digendong dan penyemprotan/ pemompaan dilakukan dengan tangan. Komponen utama dari alat semprot ini adalah unit tangki, unit pompa dan unit

penyemprot. Cara kerja alat sederhana, di mana cairan yang berada di dalam tangki dialirkan ke unit penyemprot oleh unit pompa. Alat semprot ini yang dikenal di Indonesia ada 2 jenis yaitu:

- a. *Penyemprot otomatis*, dikenal dengan tipe pompa angin yang memerlukan sejumlah pemompaan untuk memasukkan angin/udara ke dalam tangki sehingga terdapat cukup tekanan udara ( $4 \text{ kg/cm}^2$ ) untuk menyembrotkan habis seluruh cairan yang ada di dalam tangki tanpa melakukan pemompaan ulang. Alat ini menggunakan tangki berbentuk silinder dengan kapasitas tangki 10–20 liter.
- b. *Penyemprot semi otomatis*, dikenal dengan tipe pompa cairan (pompa hisap) yang memerlukan pemompaan tambahan secara terus menerus selama pekerjaan penyemprotan berlangsung agar diperoleh kondisi semprotan yang konstan. Alat ini menggunakan tangki yang berbentuk pipih dengan kapasitas 10 – 14 liter.

## **2. Pengabut bermotor tipe gendong (*Power Mist Blower dan Duster*)**

Komponen utama dari alat ini adalah unit tangki, unit penghembus, perlengkapan selang, pipa dan kepala penghembus serta motor 2 tak. *Mist blower* dapat menyembrotkan cairan dalam bentuk percikan-percikan halus yang berukuran  $50\text{--}250\mu$  atau berukuran butiran-butiran kabut. Sedangkan duster digunakan pada bahan pestisida formulasi tepung yang nantinya, hasil yang dikeluarkan berbentuk debu.



### **3. Mesin penyemprot bertekanan tinggi (*high pressure power sprayer*)**

Komponen utama alat ini adalah unit ruang hisap/pemasukan, unit ruang tekan/pengeluaran, unit pompa, bak poros engkol dan perlengkapan selang, laras dan komponen nozel. Dalam penggunaannya, alat ini biasanya digandeng dengan traktor atau dapat juga dilengkapi dengan 2 roda yang dapat ditarik atau didorong oleh tenaga manusia lewat 2 batang pegangan.

### **4. *Spinning Disc Sprayer***

Alat semprot ini cocok digunakan untuk daerah yang mempunyai sedikit air, di mana alat ini terdiri dari: unit tangki, baterai, lempengan plastik yang dilengkapi dengan motor DC yang dapat digunakan untuk memutarnya sampai 6000rpm. Cairan yang jatuh pada lempengan yang berputar akan dilemparkan ke luar oleh gaya sentrifugal dan menghasilkan *droplet* yang ukurannya hampir seragam.

Di samping jenis-jenis alat semprot yang telah diuraikan di atas masih banyak lagi terdapat jenis lain, misalnya *alat semprot dengan pesawat (Aerial sprayer / Aerosprayer)*. Alat ini biasanya digunakan untuk mencegah penyebaran wabah penyakit dengan cepat. Sebuah tangki pengaduk yang dapat menampung 500 pon kalsium arsenat dibuat di dalam badan pesawat dan nozel venturi dipasang di bawah badan pesawat, di mana ujung belakang nozel direbahkan sedikit ke bawah. Hembusan udara yang dihasilkan baling-baling pesawat mengalir deras melalui nozel venturi dengan kecepatan tinggi, menangkap serbuk dan mengeluarkannya dalam kolom silinder yang menyebar dan menempel pada

tanaman. Sebuah pesawat dapat menyemprotkan debu kira-kira 350 acre per jam. Namun penggunaan alat semprot ini juga dapat mendatangkan kerugian, di mana zat kimia yang diberikan dengan pesawat terbang guna mengendalikan hama, penyakit dan gulma dapat menyimpang dari sasaran dan merusak tanaman atau makhluk hidup lainnya (yang berada di sekitar lokasi penyemprotan).

Dengan demikian, dalam pemilihan alat semprot yang akan digunakan haruslah memerhatikan faktor-faktor berikut antara lain:

- Ketersediaan cairan
- Ketersediaan tenaga kerja
- Luas areal yang disemprot
- Sifat areal
- Kemudahan dalam aplikasi / penggunaan
- Modal investasi
- Ketersediaan service / jasa pelayanan
- Ketahanan alat
- Biaya operasi alat
- Kecepatan yang dibutuhkan untuk aplikasi
- Frekuensi aplikasi

#### **6.4. Soal Latihan**

1. Sebutkan jenis alat semprot yang berbahaya bagi lingkungan! Mengapa demikian?
2. Sebutkan tujuan dilakukan pengolahan tanah!
3. Sebutkan komponen utama dari alat tanam!

4. Jenis alat pengolahan tanah, alat tanam dan alat semprot manakah yang saudara pilih/gunakan untuk mengolah lahan perkebunan kelapa sawit! Mengapa demikian?
5. Sebutkan faktor-faktor yang memengaruhi dalam seleksi alat semprot!

### **6.5. Sumber Pustaka**

Aksi Agraris Kanisius. 1973. *Tanah dan Pertanian*. Kanisius. Yogyakarta.

Kawiji, dan Supriyono. 1997. *Sprayer Pertanian*. Trubus Agriwisya. Solo.

Mulyono, H. 1996. *Mesin-Mesein Pertanian*. Bumi Aksara. Jakarta.

Pearson, H. Smith dan Henry W. 1990. *Mesin dan Peralatan Usahatani*. UGM Press. Yogyakarta.

Purwadi,T. 1990. *Mesin Peralatan Usahatani*. UGM Press. Yogyakarta.

Sufyandi, A dkk. 1990. *Keteknikan Pertanian*. Universitas Padjajaran. Bandung.

Suryanto, H. 1990. *Alat dan Mesin Pertanian*. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.

# ***BAB 7* INVENTORY DAN PERENCANAAN PRODUKSI**

## **7.1. Inventory**

Setiap perusahaan, apakah itu perusahaan perdagangan ataupun pabrik serta perusahaan jasa selalu mengadakan inventory/persediaan. Tanpa adanya persediaan, para pengusaha dihadapkan pada resiko bahwa perusahaannya pada suatu waktu tidak dapat memenuhi keinginan langganan yang memerlukan atau meminta barang/jasa yang dihasilkan.

Istilah *inventory/persediaan* adalah suatu istilah umum yang menunjukkan segala sesuatu atau sumber daya-sumber daya organisasi yang disimpan dalam antisipasinya terhadap pemenuhan permintaan internal maupun eksternal. Dalam arti, *inventory* merupakan penyediaan barang yang diperlukan perusahaan untuk memenuhi kebutuhan (perusahaan/konsumen) selama kurun waktu tertentu. Tentu saja, setiap perusahaan perlu menyediakan barang dalam jumlah optimum sehingga dapat menjamin kelangsungan operasi dengan biaya yang minimum. Jenis persediaan barang tersebut meliputi: persediaan bahan mentah, komponen-komponen rakitan, bahan pembantu/penolong yang diperlukan dalam proses produksi, barang dalam proses dan barang jadi.

## **Fungsi Persediaan**

Beberapa fungsi penting yang dikandung oleh perusahaan dalam memenuhi kebutuhan perusahaan, sebagai berikut:

1. Menghilangkan resiko keterlambatan pengiriman bahan baku atau barang yang dibutuhkan perusahaan.
2. Menghilangkan resiko jika material yang dipesan tidak baik sehingga harus dikebalikan.
3. Menghilangkan resiko terhadap kenaikan harga barang atau inflasi.
4. Untuk menyimpan bahan baku yang dihasilkan secara musiman sehingga perusahaan tidak akan kesulitan jika bahan itu tidak tersedia di pasaran.
5. Mendapatkan keuntungan dari pembelian berdasarkan potongan kuantitas (*quantity discounts*).
6. Memberikan pelayanan kepada pelanggan dengan tersedianya barang yang diperlukan.

Berdasarkan fungsinya, persediaan dapat dikelompokkan ke dalam empat jenis, sebagai berikut:

1. *Fluctuation stock*, merupakan persediaan untuk menjaga terjadinya fluktuasi permintaan yang tidak diperkirakan sebelumnya, dan untuk mengatasi jika terjadi kesalahan/penyimpangan dalam perkiraan penjualan, waktu produksi atau pengiriman barang.
2. *Anticipation stock*, merupakan jenis persediaan untuk menghadapi permintaan yang dapat diramalkan, misalnya pada musim permintaan tinggi, tetapi kapasitas produksi saat itu tidak mampu memenuhi permintaan. Persediaan ini juga dimaksudkan untuk menjaga kemungkinan sukarnya

diperoleh bahan baku sehingga tidak mengakibatkan terhentinya produksi.

3. *Lot-size inventory*, merupakan persediaan yang diadakan dalam jumlah yang lebih besar daripada kebutuhan saat itu. Cara ini dilakukan untuk mendapatkan keuntungan dari harga barang (potongan kuantitas) karena pembelian dalam jumlah (*lot-size*) yang besar, atau untuk mendapatkan penghematan dari biaya pengangkutan per unit yang lebih rendah.
4. *Pipeline inventory*, merupakan persediaan yang sedang dalam proses pengiriman dari tempat asal ke tempat di mana barang itu digunakan. Misalnya, barang yang dikirimkan dari pabrik ke tempat penjualan yang memakan waktu beberapa hari atau minggu.

### **Biaya dalam Persediaan**

Unsur biaya yang terdapat dalam persediaan dapat digolongkan menjadi empat yaitu:

1. *Biaya Pemesanan (ordering costs/procurement cost)*

Biaya pemesanan adalah biaya yang dikeluarkan sehubungan dengan kegiatan pemesanan bahan/ barang, sejak dari penempatan pemesanan sampai tersedianya barang digudang. Biaya pemesanan tidak tergantung dari jumlah yang dipesan, tetapi tergantung dari berapa kali pesanan dilakukan.

2. *Biaya Penyimpanan (carrying cost/holding costs)*

Biaya penyimpanan adalah biaya yang dikeluarkan berkenaan dengan diadakannya persediaan barang, meliputi: biaya sewa gudang, biaya administrasi

pergudangan, gaji pelaksana pergudangan, biaya listrik, biaya modal yang tertanam dalam persediaan, biaya asuransi, ataupun biaya kerusakan, kehilangan atau penyusutan barang selama penyimpanan. Biaya modal merupakan komponen biaya terbesar. Baik itu berupa biaya bunga kalau modalnya berasal dari pinjaman maupun biaya oportunitas apabila modalnya milik sendiri. Biaya penyimpanan dapat dinyatakan dalam dua bentuk, yaitu sebagai persentase dari nilai rata-rata persediaan per tahun dan dalam bentuk rupiah per tahun per unit barang.

3. *Biaya Penyiapan (Setup cost)*

Merupakan biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi komponen tertentu, di mana bahan-bahan tidak dibeli tetapi diproduksi sendiri dalam pabrik. Biaya ini meliputi antara lain: biaya mesin-mesin menganggur, persiapan tenaga kerja langsung, *scheduling* dan ekspedisi.

4. *Biaya Kekurangan Persediaan (shortage /stock-out costs)*

Biaya kekurangan persediaan adalah biaya yang timbul sebagai akibat tidak tersedianya barang pada waktu diperlukan. Biaya kekurangan persediaan ini pada dasarnya bukan biaya nyata (riil), melainkan berupa biaya kehilangan kesempatan. Termasuk dalam biaya ini antara lain semua biaya kesempatan yang timbul karena terhentinya proses produksi sebagai akibat tidak adanya bahan yang diproses, biaya administrasi tambahan, biaya tertundanya penerimaan keuntungan bahkan kehilangan pelanggan.

## **Model Inventory**

Dalam pengelolaan persediaan terdapat dua keputusan penting yang harus dilakukan oleh manajemen, yaitu berapa banyak jumlah bahan/barang yang harus dipesan untuk setiap kali pengadaan persediaan, dan kapan pemesanan barang harus dilakukan. Setiap keputusan yang diambil mempunyai pengaruh terhadap besar biaya persediaan. Semakin banyak barang yang disimpan akan mengakibatkan semakin besar biaya penyimpanan barang. Sebaliknya, semakin sedikit barang yang disimpan dapat menurunkan biaya penyimpanan, tetapi menyebabkan frekuensi pembelian barang semakin besar yang berarti total biaya pemesanan semakin besar.

Penyediaan barang yang berlebihan (*over stocking*) akan memerlukan biaya (investasi) yang relatif besar namun kelangkaan barang akan jarang terjadi. Sebaliknya penyediaan barang yang terlalu sedikit (*under stocking*) akan menimbulkan kelangkaan barang. Dalam manajemen, perlu ditentukan berapakah jumlah barang yang harus dipesan/disediakan secara optimum dan kapan harus dipesan serta berapakah biaya penyediaan minimumnya. Cara pemecahannya sangat beragam tergantung dari jenis model *inventory* yang dihadapi. Dalam memudahkan dalam pengambilan keputusan, telah dikembangkan 2 jenis model dalam manajemen persediaan yaitu:

- (1) *Model probabilistik*, permintaan barang terjadi secara probabilistik sehingga diperlukan *stock penyangga (buffer stock)* untuk mengatasi ketidakpastian permintaan tersebut. Dalam kenyataan sering terjadi parameter-parameter permintaan, lead time, biaya penyimpanan, biaya



pemesanan, biaya kehabisan persediaan, harga merupakan nilai-nilai yang tidak pasti di mana satu atau lebih parameter tersebut dapat berupa variabel acak.

(2) *Model deterministik*, model ini berkaitan dengan barang *inventory* tunggal dan semua parameter (permintaan, biaya dan harga) dianggap telah diketahui dengan pasti. Hal ini akan terjadi apabila permintaan barang konstan dengan penggantian barang yang terjadi sekaligus dan tidak boleh terjadi kelangkaan barang.

Berikut ini, model *inventory* yang termasuk model deterministik, antara lain:

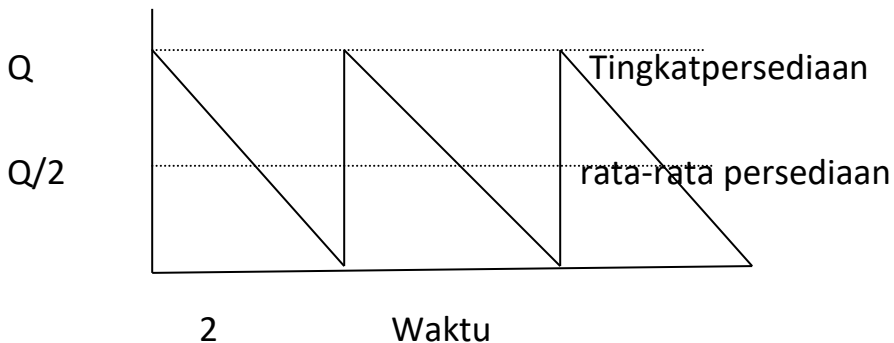
### **1. Model Persediaan Economic Order Quantity (jumlah pesanan ekonomis)**

Penggunaan model ini harus didasari asumsi sebagai berikut:

- Barang yang dipesan dan disimpan hanya satu macam.
- Kebutuhan/permintaan barang diketahui dan konstant.
- Biaya pemesanan dan biaya penyimpanan diketahui dan konstan.
- Barang yang dipesan diterima dalam satu *batch*.
- Harga barang tetap dan tidak tergantung daari jumlah yang dibeli (tidak ada potongan kuantitas).
- Waktu tenggang (*lead time*) diketahui dan konstant.

Grafik persediaan dalam model ini berbentuk gigi gergaji, seperti dalam gambar 3. Karena permintaan dianggap konstan, persediaan berkurang dalam jumlah yang sama dari waktu ke waktu (berkurang secara linier). Pada waktu tingkat persediaan mencapai nol, pesanan untuk *batch* yang baru tepat diterima, sehingga tingkat persediaan naik kembali sampai  $Q$ . Nilai  $Q$  optimal/ekonomis dapat

diperoleh dengan menggunakan pendekatan tabel dan grafik atau dengan menggunakan formula.



Gambar 3. Grafik Persediaan Dalam Model EQQ

Cara memperoleh EOQ dengan pendekatan matematika, dikenal dengan istilah cara formula. Dalam metode ini digunakan beberapa notasi sebagai berikut:

- D = jumlah kebutuhan barang (unit/tahun)
- S = biaya pemesanan (rupiah/pesanan)
- H = biaya penyimpanan (% terhadap nilai barang)
- C = harga barang (rupiah/unit)
- H =  $h \times C$  = biaya penyimpanan (rupiah/unit/tahun)
- Q = jumlah pemesanan (unit/pesanan)
- F = frekuensi pemesanan (kali/tahun)
- T = jarak waktu antar pesanan (tahun, hari)
- TC = biaya total persediaan (rupiah/tahun)

- Biaya pemesanan per tahun
  - = frekuensi pesanan x biaya pesanan
  - =  $\frac{D \times S}{Q}$

- Biaya penyimpanan per tahun
  - = persediaan rata-rata x biaya penyimpanan

$$= \frac{Q \times H}{2}$$

□ Biaya total per tahun

= biaya pemesanan + biaya penyimpanan

$$= \frac{D \times S}{Q} + \frac{Q \times H}{2}$$

□ Jumlah pesanan yang ekonomis (EOQ)

$$Q^* = \sqrt{\frac{2SD}{H}}$$

## **2. Model Persediaan dengan Pemesanan Tertunda**

Dalam model sebelumnya, salah satu asumsi yang dipakai adalah tidak adanya permintaan yang tertunda pemenuhannya (*back order*), yang disebabkan tidak tersedianya persediaan (*stock-out*). Dalam banyak situasi, kekurangan persediaan yang direncanakan dapat disarankan. Hal ini banyak dilakukan pada perusahaan yang persediaannya bernilai tinggi (mahal) yang dapat memengaruhi tingginya biaya penyimpanan. Dealer traktor dan mesin industri, misalnya, jarang memiliki persediaan besar karena alasan ini.

Model persediaan berikut ini akan memperhitungkan *back order*, di mana pesanan dari pelanggan akan tetap diterima walaupun pada saat itu tidak ada persediaan, permintaan akan dipenuhi kemudian setelah ada persediaan baru. Asumsi dasar yang digunakan sama seperti dalam model EOQ biasa, kecuali tambahan asumsi bahwa penjualan tidak hilang karena *stock out* tersebut.

Dalam model ini, biaya total persediaan mencakup biaya yang timbul karena kekurangan persediaan.

$$TC = \text{biaya pemesanan} + b \cdot \text{penyimpanan} + b \cdot \text{kekurangan persediaan}$$

Biaya pemesanan di sini sama dengan biaya pemesanan pada EOQ, tetapi biaya penyimpanan berbeda karena tidak seluruh barang yang dipesan disimpan.

Biaya penyimpanan untuk setiap siklus pemesanan adalah:

$$= \frac{1}{2} \times b \times \frac{b}{D} \times H$$

$$= \frac{b^2 H}{2D}$$

Di mana: frekuensi pesanan per tahun =  $D/Q$ ,

$$\text{Maka: biaya penyimpanan / th} = \frac{b^2 H}{2Q}$$

Apabila  $B$  merupakan kerugian (dalam rupiah/unit/tahun) yang timbul akibat tidak tersediannya persediaan, maka:

$$\text{Biaya kekurangan persediaan/th} = \frac{(Q - b)^2 \times B}{2Q}$$

Akhirnya, biaya total per tahun dapat dihitung sebagai berikut

$$TC = \frac{D \cdot S}{Q} + \frac{b^2 \cdot H}{2Q} + \frac{(Q - b)^2 \cdot B}{2Q}$$

### **3. Model Persediaan dengan Potongan Kuantitas**

Banyak penjual yang melakukan strategi penjualan dengan memberikan harga yang bervariasi sesuai dengan jumlah yang dibeli; semakin besar volume pembelian, maka harga barang per unit akan semakin rendah. Strategi ini disebut penjualan dengan potongan kuantitas (*quantity discounts*). Dalam hal ini, untuk menentukan jumlah barang yang dipesan dapat digunakan acuan model persediaan dengan potongan kuantitas.

Model ini menambahkan komponen biaya pembelian dalam biaya persediaan, sehingga rumus biaya totalnya sebagai berikut:

$$TC = \frac{D}{Q} \cdot S + \frac{Q}{2} H + DC$$

### **4. Model Persediaan dengan Penerimaan Bertahap**

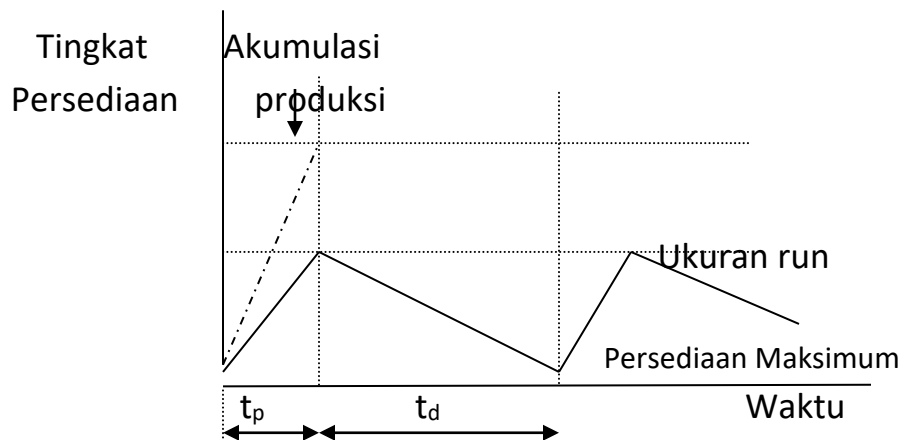
Model-model persediaan yang telah dibahas di muka, diasumsikan bahwa unit persediaan yang dipesan diterima sekaligus pada suatu waktu tertentu. Padahal, sering terjadi persediaan tidak diterima secara seketika, tetapi berangsur-angsur dalam suatu periode (*non-instantaneous replenishment*). Selama terjadi akumulasi persediaan, unit dalam persediaan juga digunakan untuk produksi, menyebabkan berkurangnya persediaan.

Keadaan seperti ini biasanya terjadi jika perusahaan berfungsi sebagai pemasok dan sekaligus pemakai, yaitu memproduksi komponen yang dipergunakan untuk memproduksi suatu barang. Dalam hal ini, jika pemasok dan pembeli berbeda perusahaan, terjadi jika pemasok mengirim pesanan secara berangsur-angsur tanpa menunggu semua pesanan selesai dibuat,

sementara pembeli langsung menggunakan persediaan tanpa menunggu semua pesanan tiba.

Untuk kasus seperti ini, model EOQ dasar menjadi tidak sesuai. Diperlukan suatu model tersendiri yang disebut sebagai model persediaan dengan penerimaan bertahap (*gradual replacement model*), atau karena cocok untuk lingkungan produksi disebut juga *Production order quantity model*.

Model tersebut digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4. Model Persediaan Dengan Penerimaan Bertahap

Misalnya, persediaan diproduksi dengan kecepatan sebesar  $p$  unit hari, sedangkan penggunaan persediaan sebesar  $d$  unit per hari. Diasumsikan bahwa kecepatan penerimaan barang melebihi kecepatan pemakaian barang maka persediaan akan bertambah sampai produksi mencapai  $Q$ . Dalam situasi ini, tingkat persediaan tidak akan setinggi  $Q$  seperti dalam model dasar, tetapi lebih rendah. Demikian pula, *slope* dari pertambahan persediaan tidaklah vertikal tetapi miring, ini karena semua pesanan tidak diterima secara sekaligus, melainkan secara bertahap. Jika produksi

dan penggunaan seimbang maka tidak akan ada persediaan karena semua output langsung digunakan.

Periode  $t_p$  dapat disebut sebagai periode produksi di mana terjadi produksi sekaligus penggunaan, sedangkan  $t_d$  merupakan periode penggunaan saja. Pada saat produksi terjadi, persediaan akan terus terakumulasi. Pada saat produksi berakhir, persediaan mulai berkurang. Dengan demikian, tingkat persediaan maksimum terjadi pada saat berakhirnya produksi. Rumus untuk perhitungan biayanya adalah:

□ Biaya total = biaya *set up* + biaya penyimpanan

□ Biaya penyimpanan per tahun

= rata-rata persediaan x biaya  
penyimpanan per unit per tahun

Di mana: Rata-rata persediaan =  $\frac{\text{persediaan maksimum}}{2}$

□ Persediaan maksimum = total produksi selama *production run* –  
total penggunaan selama *production run* =  $p \cdot t_p - d \cdot t_p$ ,

### **Waktu Tenggang, Persediaan Pengaman dan Titik Pemesanan Ulang**

Dalam memesan suatu barang sampai barang itu datang atau siap dipakai diperlukan jangka waktu yang bisa bervariasi dari beberapa jam sampai beberapa bulan. Perbedaan waktu antara saat memesan sampai saat barang datang dikenal dengan istilah waktu tenggang (*lead time*). Waktu tenggang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan dari barang itu sendiri dan jarak pembeli dengan pemasok.

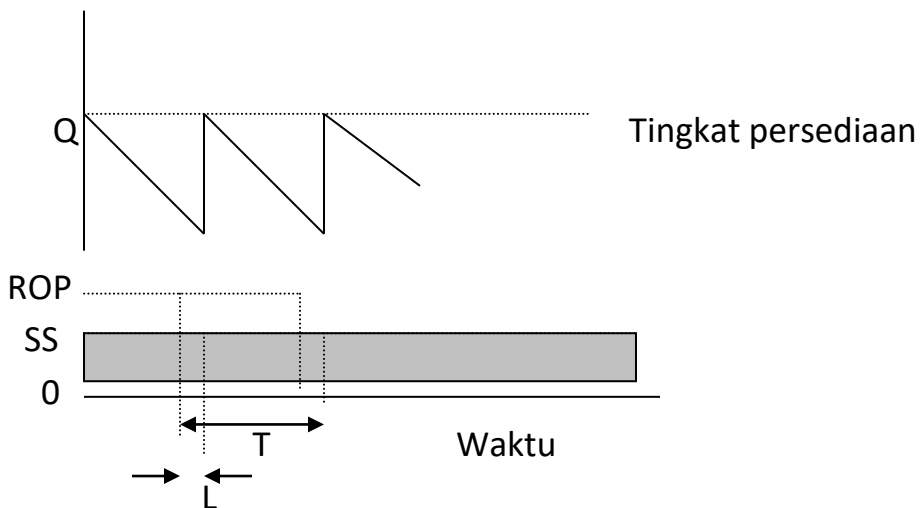
Karena adanya waktu tenggang itu, perlu adanya persediaan yang dicadangkan untuk kebutuhan selama menunggu barang datang. Persediaan itu disebut persediaan pengaman (*safety stock*) atau persediaan penyangga (*buffer stock*) atau persediaan besi (*iron stock*). Persediaan pengaman berfungsi untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan / barang, misalnya karena penggunaan bahan yang lebih besar dari perkiraan semula atau keterlambatan dalam penerimaan bahan yang dipesan.

Titik pemesanan ulang (*reorder point*) merupakan saat harus diadakan pemesanan kembali sedemikian rupa sehingga kedatangan atau penerimaan barang yang dipesan adalah tepat waktu (di mana persediaan di atas persediaan pengaman sama dengan nol). Titik ini menandakan bahwa pembelian harus segera dilakukan untuk menggantikan persediaan yang telah digunakan.

Waktu tenggang, persediaan pengaman dan titik pemesanan ulang dapat digambarkan secara bersamaan dalam satu bagan, sebagaimana pada gambar 5 berikut:



Jumlah persediaan (unit)



Gambar 5. Model Persediaan Dengan Persediaan Pengaman

Titik pemesanan ulang ditetapkan dengan cara menambahkan penggunaan selama waktu tenggang dengan persediaan pengaman, atau dalam bentuk rumus sebagai berikut:

$$\text{ROP} = d \times L + \text{SS}$$

Keterangan:

ROP = titik pemesanan ulang (reorder point)

d = tingkat kebutuhan per unit waktu

SS = persediaan pengaman (*safety stock*)

L = waktu tenggang (*lead time*)

## 7.2. Perencanaan Produksi

Seperti yang kita ketahui, perencanaan merupakan salah satu fungsi manajemen. Dalam perencanaan ditentukan usaha-usaha yang akan atau perlu diambil oleh pimpinan perusahaan untuk mencapai tujuan perusahaan, dengan mempertimbangkan masalah-masalah (*intern* dan *ekstern*) yang mungkin timbul di masa yang akan datang. Perencanaan ini dapat dibedakan antara perencanaan usaha yang bersifat umum (*general businnes planning*) dan perencanaan produksi (*production planning*). Perencanaan usaha yang bersifat umum merupakan perencanaan kegiatan yang dijalankan oleh setiap perusahaan untuk berhasil mencapai tujuannya (tujuan jangka panjang). Sedangkan perencanaan produksi adalah perencanaan dan pengorganisasian sumber daya manusia, bahan-bahan, mesin/peralatan serta modal yang diperlukan untuk memproduksi barang-barang pada suatu periode tertentu di masa yang akan datang sesuai dengan yang diperkirakan atau merupakan fungsi yang menentukan batas-batas dari kegiatan perusahaan di masa yang akan datang.

Perencanaan produksi merupakan fungsi manajemen yang melibatkan penentuan jumlah produksi, biaya dan penjadwalan operasi untuk produksi barang atau jasa. Proses transformasi dari masukan berupa sumber daya menjadi keluaran berupa barang dan jasa merupakan konsep dari produksi dan membutuhkan pertimbangan dan ketelitian dalam menganalisa kebijaksanaan.

Adapun tujuan dari perencanaan produksi adalah:

- (1) Untuk mencapai produksi dengan mutu tinggi,
- (2) Untuk mencapai produktivitas manusia dan sumber daya fisik yang tinggi,
- (3) Untuk mencapai biaya operasi yang rendah sehingga tercapai tingkat keuntungan (profit) tertentu,
- (4) Untuk menguasai pasar (market share) tertentu,
- (5) Untuk mencapai kepuasan pelanggan.

Produksi dan keuntungan memiliki keterkaitan yang cukup erat satu sama lainnya karena keduanya saling melengkapi. Dalam kaitan ini yang menjadi tujuan adalah seberapa besar produksi harus ditetapkan sehingga pendapatan dari hasil penjualan barang dapat menutupi biaya sekaligus dapat memberikan keuntungan seoptimal mungkin.

Dalam proses produksi, sering dihadapkan pada berbagai alternatif yang harus dipilih untuk diterapkan, misalnya saja apakah akan menggunakan teknologi tinggi atau teknologi sederhana. Di samping itu juga dalam proses produksi juga dihadapkan pada berbagai kendala atau masalah yang harus diselesaikan/dipecahkan secepat mungkin. Kendala ini muncul salah satunya disebabkan karena keterbatasan sumber daya yang akan digunakan yang meliputi bahan baku/bahan mentah, mesin, tenaga kerja, waktu dan pasar.

Dalam membantu pemecahan masalah di atas dapat digunakan *riset operasi* yang merupakan teknik pemecahan masalah yang mempunyai kendala tertentu dengan menggunakan model matematika dan algoritma sehingga dapat diperoleh keputusan yang optimum. Keberhasilan dari usaha pemecahan masalah tersebut juga tergantung pada kemampuan orang yang

melakukan analisis. Program linear, teori *inventory* dan PERT/CPM merupakan bagian dari *riset operasi*. Sifat utama dari riset operasi adalah sebagai berikut:

1. Teknik ini menggunakan model matematis yang menjelaskan adanya hubungan antara variabel yang terlibat.
2. Menekankan pentingnya tujuan yang harus diperoleh dalam pemecahan masalah.
3. Model dikaitkan dengan variabel utama.
4. Variabel, kendala, dan tujuan dari model dituliskan secara matematis sehingga masalah yang dihadapi dapat dipecahkan dengan lebih mudah
5. Variabel dapat dinyatakan secara kuantitatif sehingga hasilnya dapat dihitung.

Pendekatan riset operasi untuk pemecahan masalah mempunyai 5 tahap yakni:

- a. *Diagnosa / identifikasi masalah*. Sebelum pemecahan masalah dimulai, unsur-unsur pokok masalah harus diidentifikasi.
- b. *Perumusan masalah*. Masalah dirumuskan dalam bentuk tertentu dengan menentukan kriteria apa yang harus dipenuhi dan aspek-aspek apa yang dapat dikendalikan manajer dan diluar kendali manajer.
- c. *Pembuatan model*. Menyusun suatu model matematik yang secara simbolik menggabungkan unsur-unsur masalah. Rumusan matematik ini menggambarkan hubungan antara unsur-unsur masalah dan nilai-nilai

berbagai variabel terkendali dapat diubah tanpa mengganggu jalannya organisasi.

- d. *Analisa model*. Setelah model tersusun, harus dicari penyelesaian masalah, di mana kombinasi nilai-nilai yang paling baik bagi pencapaian tujuan merupakan penyelesaian masalah.
- e. *Implementasi penemuan/hasil*. Menerapkan hasil sesuai dengan kondisi yang ada, di mana sebelumnya kita memilih diantara alternatif hasil yang ada.

### **Model Linear Programming**

Secara umum ada dua model dalam riset operasi, yaitu model normatif, menggambarkan apa yang seharusnya dilakukan (menyajikan penyelesaian optimum) dan model deskriptif, menggambarkan segala sesuatu sebagaimana adanya (memberikan informasi yang dibutuhkan untuk membuat keputusan dan tidak menawarkan penyelesaian masalah). Beberapa model dan teknik riset operasi adalah sebagai berikut :

1. Programasi linear (linear programming)
2. Teori antrian
3. Analisa network
4. Model rantai Markov
5. Programasi dinamik (dynamic programming)
6. Simulasi

Dalam buku ini hanya membahas model dan teknik programasi linear.

*Linear programming* adalah suatu metoda analitik/teknik yang digunakan untuk memecahkan masalah optimasi dari

serangkaian alternatif. Pada umumnya digunakan untuk menentukan pengalokasian berbagai sumber daya yang terbatas guna mencapai hasil akhir yang diinginkan, biasanya maksimalisasi laba atau minimalisasi biaya. Sebutan linear berarti hubungan antara faktor-faktor bersifat konstan atau fungsi matematik yang disajikan dalam model harus fungsi linear. Artinya bila satu faktor berubah maka suatu faktor lain berubah dengan jumlah yang konstan secara proporsional.

Model *linear programming* dapat diterapkan pada berbagai operasi bisnis dan industri, seperti penetapan keluaran mesin maksimum, tingkat persediaan ideal, campuran produk terbaik, masalah transportasi, masalah penugasan dan lain-lain. Selanjutnya kita gunakan *program linear* untuk penyelesaian masalah dan pengambilakan keputusan yang optimal. Langkah-langkah dari penyusunan model matematis untuk mencari dan memilih, menentukan alternatif yang terbaik dari beberapa alternatif (untuk penyelesaian masalah yang dihadapi ) adalah:

- Kelompokkan data menurut pemakaian sumber daya yang tersedia, kapasitas sumber daya, tingkat kegiatan pertambahan tiap unit dan lain-lain.
- Tentukan fungsi tujuannya maksimumkan Z.
- Tentukan kendala (*constrain*) dari pemakaian sumber daya yang terbatas.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Pengelompokan Data Dalam Penyelesaian Masalah LP

Kegiatan	Sumber daya yang tersedia			Kapasitas Sumber daya
	1	2	n	
1	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{1n}$	$b_1$
2	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{2n}$	$b_2$
m	$a_{m1}$	$a_{m2}$	$a_{mn}$	$b_n$
Pertambahan tiap unit	$C_1$	$C_2$	$C_n$	
Tingkat kegiatan	$X_1$	$X_2$	$X_n$	

Masalah linear programming dapat dinyatakan sebagai proses optimasi suatu fungsi tujuan (*objective function*) dalam bentuk:

- Fungsi tujuan Max (Min)  $Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$
- Kendala (constraint) atau batasan-batasan sumber daya
  - =  $a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1$
  - =  $a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2$
  - =  $a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_n$

Agar linear programming dapat diterapkan, asumsi-asumsi dasar berikut ini harus ditepati:

- ◆ Fungsi tujuan dan persamaan setiap batasan harus linear. Ini berarti bahwa perubahan nilai Z dan penggunaan sumber daya terjadi proporsional dengan perubahan tingkat kegiatan, misalnya: produksi 1 unit membutuhkan 3 orang maka dibutuhkan 6 orang untuk produksi 2 unit.
- ◆ Parameter harus diketahui atau dapat diperkirakan dengan pasti.
- ◆ Variabel-variabel keputusan harus dapat dibagi.

Program linear juga merupakan cara menanggulangi masalah yang mempunyai variable-variabel yang bergantung sama lain dan berhubungan secara linear. Masalah-masalah yang dapat dipecahkan program linear. Salah satu masalah yang dapat diselesaikan dengan program linear adalah masalah alokasi sumber daya, di antaranya:

1. Masalah distribusi barang dari beberapa tempat asal barang ke beberapa tempat tujuan (*destination*).
2. Distribusi barang dari beberapa gudang ke beberapa pabrik yang dimiliki suatu perusahaan.
3. Alokasi bahan baku yang jumlahnya terbatas untuk digunakan membuat berbagai.
4. Alokasi dari berbagai fasilitas produksi yang terbatas kapasitasnya untuk membuat produk sesuai dengan kebutuhan.
5. Membuat suatu program produksi, apabila permintaannya musiman.
6. Masalah produksi campuran.

Dengan fasilitas produksi yang tersedia, bagaimana manajer mengatur sehingga berbagai barang dapat dibuat dengan biaya paling murah. Masalah-masalah LP dapat dipecahkan dengan metoda grafik dan simplex. Metoda grafik hanya dapat diterapkan untuk memecahkan masalah LP yang menyangkut dua variabel keputusan (atau tiga variabel dengan grafik tiga dimensi). Langkah-langkah dalam metoda grafik adalah

- Merumuskan masalah dalam bentuk matematikal.
- Menggambarkan persamaan-persamaan batasan (dalam suatu grafik).



- Menentukan daerah feasibilitas atau daerah kemungkinan produksi.
- Menggambarkan fungsi tujuan dengan pengambilan asumsi berbagai perubahan besarnya laba total, kemudian menentukan koordinat aksis.
- Mencari titik optimum.

Sedangkan metoda simplex merupakan suatu prosedur aljabar yang melalui serangkaian operasi-operasi berulang, dapat memecahkan suatu masalah yang terdiri dari 3 variabel atau lebih. Langkah-langkah metoda simplex (bukan berarti simple, ini adalah istilah dalam geometri n-ruang):

- Perumusan masalah secara aljabar.
- Menyusun tabel awal dengan variabel-variabel "*Slack*" dalam penyelesaian. Variabel slack menyajikan secara perhitungan jumlah yang diperlukan untuk mengubah tanda ketidaksamaan (<) menjadi persamaan (=).
- Menentukan variabel yang akan dimasukkan dalam penyelesaian.
- Menentukan variabel yang diganti, dapat dilakukan dengan membagi setiap bilangan dalam kolom kuantitas dengan bilangan dalam kolom optimum pada baris yang sama dan pilih variabel yang bersangkutan dengan hasil bagi terkecil sebagai variabel yang diganti.
- Menghitung nilai-nilai baris baru.
- Mengganti baris-baris lainnya.

Contoh soal:

Sebuah industri kecil memproduksi 2 jenis barang X dan Y dengan menggunakan 2 mesin  $M_1$  dan  $M_2$ . Satu unit barang X dibuat

dengan mengoperasikan  $M_1$  selama 2 menit dan  $M_2$  selama 4 menit, sedangkan satu unit barang Y dibuat dengan mengoperasikan  $M_1$  selama 8 menit dan  $M_2$  selama 4 menit. Dalam satu hari  $M_1$  dan  $M_2$  beroperasi tidak lebih dari 8 jam. Keuntungan bersih yang diperoleh dari 1 unit barang X adalah Rp. 2.500,- dan Rp. 5.000,- untuk 1 unit barang Y. Tentukan keuntungan maksimum yang dapat diperoleh.

Penyelesaian:

1. Tahap awal ditentukan terlebih dahulu fungsi tujuan dan fungsi kendalanya. Namun, sebaiknya ditabelkan terlebih dahulu data yang diketahui agar memudahkan dalam membuat fungsi kendala/ *constrain*.

Barang	Mesin $M_1$	Mesin $M_2$
X	2	4
Y	8	4
Kapasitas mesin (menit)	8 Jam = 480 menit	8 Jam = 480 menit

Fungsi Tujuan =  $Z_{\max} = 2.500 X + 5.000 Y$  (merupakan keuntungan maksimum yang akan diperoleh).

Fungsi Kendala/*constrain*: ada 2 karena dibatasi oleh 2 jenis sumber daya mesin untuk produksi barang.

- $2X + 8Y \leq 480$
- $4X + 4Y \leq 480$

2. Tentukan nilai X dan Y dengan cara matematika atau bisa juga secara grafis (karena kendalanya hanya 2)

**Penyelesaian metode simplex:**

$$2X + 8Y \leq 480$$

$$4X + 4Y \leq 480$$

Dilakukan eliminasi sehingga:  $4X + 16Y = 960$

$$\underline{4X + 4Y = 480}$$

$$12Y = 480$$

$$Y = 40$$

Lakukan substitusi pada persamaan 1 atau 2

$$2X + 8(40) = 480$$

$$2X = 480 - 320$$

$$X = 80$$

Jadi, industri dapat memproduksi X sebanyak 80 unit dan Y sebanyak 40 unit pada titik optimumnya.

3. Tentukan keuntungan maksimum yang diperoleh

$$Z_{\max} = 2.500 X + 5.000 Y$$

$$= 2.500 (80) + 5.000 (40)$$

$$= 200.000 + 200.000 = 400.000$$

Jadi, keuntungan bersih yang diperoleh industri tsb dalam 1 hari adalah Rp. 400.000,-

**Penyelesaian secara grafis:**

Persamaan  $2X + 8Y \leq 480$

Titik potong pada sumbu X adalah (240, 0) dengan mengasumsikan  $Y = 0$  maka dengan mensubstitusikan pada persamaan tersebut diperoleh  $X = 240$

Titik potong pada sumbu Y adalah (0, 60)

Buatlah gambar grafiknya

Hal yang sama juga dilakukan pada persamaan:

$$4X + 4Y \leq 480$$

Sehingga pada akhirnya akan ditemukan titik potong kedua garis dari persamaan 1 dan persamaan 2 yang menunjukkan nilai X dan Y yang optimum dan dijadikan dalam perhitungan keuntungan maksimum.

Penyelesaian secara manual biasanya dapat dilakukan apabila variabel maupun kendalanya dalam jumlah sedikit. Namun apabila variabel maupun kendala yang dihadapi dalam jumlah banyak sangat menyulitkan dalam penyelesaian dengan cara manual, karena membutuhkan persamaan matematis yang lebih kompleks dan penyelesaian persamaan tersebut yang membutuhkan tingkat ketelitian tinggi serta kemampuan matematis yang relatif tinggi dari si analis. Hal tersebut tentu saja akan menyulitkan bagi pihak perusahaan karena membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang relatif besar, sehingga pemecahan masalah menjadi tidak efisien dan efektif.

Salah satu cara mengatasi hal tersebut di atas, agar pekerjaan seorang analis menjadi lebih efisien dan efektif maka dapat digunakan program QSB yang mempermudah penyelesaian perencanaan produksi, *inventory* dengan jumlah variabel dan kendala yang banyak dalam waktu yang relatif singkat dan cara penggunaan yang relatif mudah. Program komputer QSB merupakan salah satu program yang dapat digunakan untuk membantu memecahkan masalah yang berkaitan dengan LP.

### 7.3. Soal Latihan

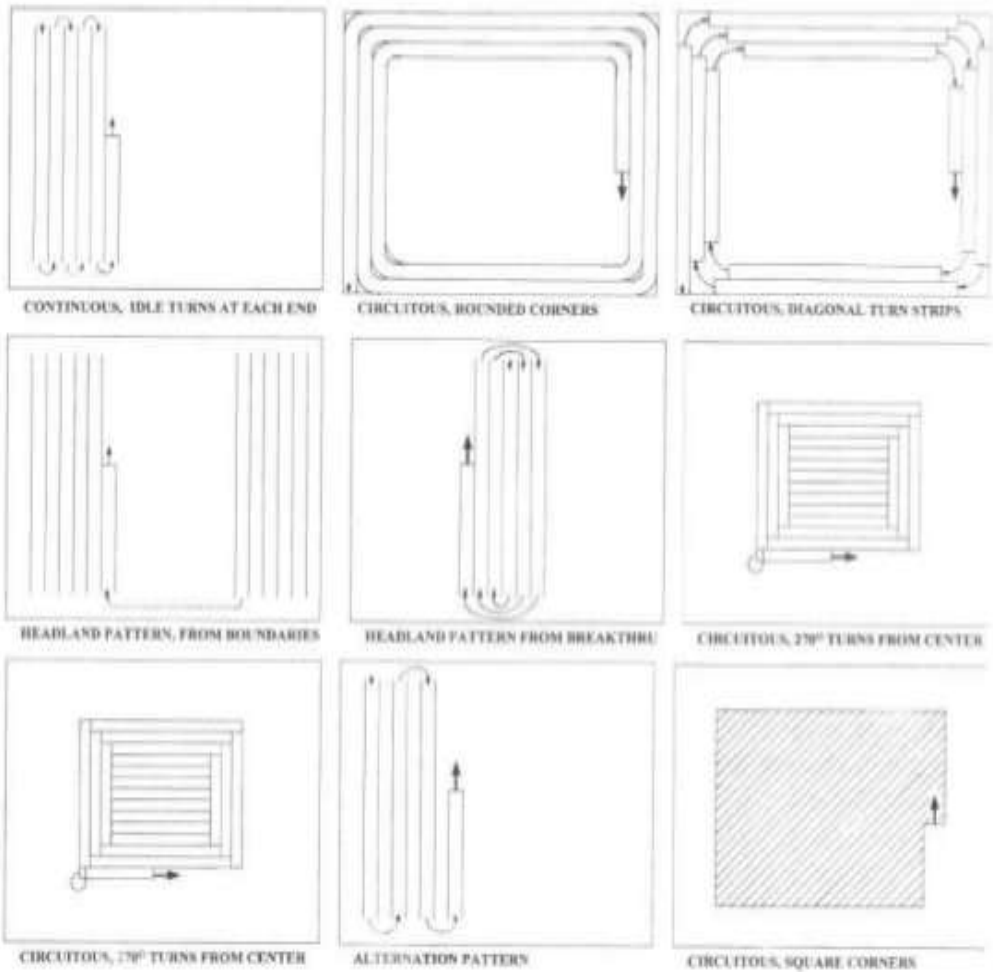
1. Sebutkan definisi dan tujuan dari *inventory* dan perencanaan produksi!
2. Jelaskan perbedaan *inventory* model probabilistik dengan model deterministik!
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan *linear programming*!
4. Apa yang dimaksud dengan *lead time*?
5. Jelaskan biaya-biaya dalam *inventory*!

### 7.4. Sumber Pustaka

- Arisandi, D. 2001. *Release Order Berorientasi Beban Sebagai Pengantar Production Planning and Control (PPC)*. Politeknik Manufaktur Bandung.
- Assauri, S. 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Lembaga Penerbit Fak Ekonomi UI. Jakarta.
- Handoko, H. 1984. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. BPFE. Yogyakarta.
- Prawirosentono, S. 2001. *Manajemen Operasi*. Analisis dan Studi Kasus. Bumi Aksara. Jakarta.
- Rangkuti, F. 2002. *Manajemen Persediaan*. Aplikasi di Bidang Bisnis. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Supari. 2001. *Manajemen Produksi dan Operasi Agribisnis Hortikultura*. Alex Media Komputindo. Jakarta.
- Suryanto, H. 1996. *Sistem Manajemen Untuk Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Makalah yang Disampaikan pada Pelatihan Pengelolaan Usaha Bagi Direksi PPU PT Sarana Sumatera Barat Ventura. Padang

# LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Gambar Pola Operasi Atau Pola Lintasan Mesin Di Lapang.



**Lampiran 2. Tabel Faktor Bunga Majemuk 10 %**

Bunga 10%	Pembayaran Tunggal		Seri Pembayaran Seragam				Pembayaran Seragam Gradient			Bunga 10 %
Jangka Waktu Ke n	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Pengembalian Modal	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Penyimpanan Dana	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Seri Merata	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Jumlah Majemuk	Jangka Waktu Ke n
	(F/P,i,n)	(P/F,i,n)	(A/P,i,m)	(P/A,i,n)	(A/F,i,n)	(F/A,i,n)	(A/G,i,n)	(P/G,i,m)	(F/G,i,n)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1.10000	0.909091	1.100000	0.909091	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1
2	1.21000	0.826446	0.576190	1.735537	0.476190	2.100000	0.476190	0.826446	1.000000	2
3	1.33100	0.751315	0.402115	2.486852	0.302115	3.310000	0.936556	2.329076	3.100000	3
4	1.46410	0.683013	0.315471	3.169865	0.215471	4.641000	1.381168	4.378116	6.410000	4
5	1.61051	0.620921	0.263797	3.790787	0.163797	6.105100	1.810126	6.861802	11.05100	5
6	1.77156	0.564474	0.229607	4.355261	0.129607	7.715610	2.223557	9.684171	17.15610	6
7	1.94872	0.513158	0.205405	4.868419	0.105405	9.487171	2.621615	12.763120	24.87171	7
8	2.14359	0.466507	0.187444	5.334926	0.087444	11.435888	3.004479	16.029672	34.35888	8
9	2.35795	0.424098	0.173641	5.759024	0.073641	13.579477	3.72351	19.421453	45.79477	9
10	2.59374	0.385543	0.162745	6.144567	0.062745	15.937452	3.725461	22.891342	59.37425	10
11	2.85312	0.350494	0.153963	6.495061	0.053963	18.531167	4.064054	26.396281	75.31167	11
12	3.13812	0.318631	0.146763	6.813692	0.046763	21.384284	4.388402	29.901220	93.84284	12
13	3.45227	0.289664	0.140779	7.103356	0.040779	24.522712	4.698792	33.377193	115.22712	13



Bunga 10%	Pembayaran Tunggal		Seri Pembayaran Seragam				Pembayaran Seragam Gradient			Bunga 10 %
Jangka Waktu Ke n	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Pengembalian Modal	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Penyimpanan Dana	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Seri Merata	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Jumlah Majemuk	Jangka Waktu Ke n
	(F/P,i,n)	(P/F,i,n)	(A/P,i,m)	(P/A,i,n)	(A/F,i,n)	(F/A,i,n)	(A/G,i,n)	(P/G,i,m)	(F/G,i,n)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	3.79750	0.263331	0.135746	7.366687	0.035746	27.974983	4.995529	36.800499	139.74893	14
15	4.17725	0.239392	0.131474	7.606080	0.031474	31.772482	5.278933	40.151988	167.72482	15
16	4.59497	0.217629	0.127817	7.823709	0.027817	35.949730	5.549341	43.4164	199.49730	16
17	5.05447	0.197845	0.124664	8.021553	0.024664	40.544703	5.807097	46.5819	235.44703	17
18	5.55992	0.197859	0.121930	8.201412	0.021930	45.599173	6.052560	49.6395	275.99173	18
19	6.11591	0.163508	0.119547	8.364920	0.019547	57.274999	6.286095	52.5827	321.59090	19
20	6.72750	0.148644	0.117460	8.513564	0.017460	56.764530	6.508075	55.4069	372.74999	20
21	6.10881	0.163698	0.107617	9.292244	0.017617	62.873338	7.223224	65.0509	397.38367	21
22	6.65860	0.150182	0.105915	9.442425	0.015905	69.531939	7.435742	68.2048	454.14820	22
23	7.25787	0.137781	0.104382	9.580207	0.014382	76.789813	7.638428	71.2359	517.02154	23
24	7.91108	0.126405	0.103023	9.706612	0.013023	84.700896	7.831597	74.1433	586.55348	24
25	8.62308	0.115968	0.101806	9.822580	0.011806	93.3240	8.015563	76.9263	663.34329	25
26	9.39916	0.106393	0.100715	9.928972	0.010715	93.3240	8.190639	79.5863	748.04419	26

Bunga 10%	Pembayaran Tunggal		Seri Pembayaran Seragam				Pembayaran Seragam Gradient			Bunga 10 %
Jangka Waktu Ke n	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Pengembalian Modal	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Penyimpanan Dana	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Seri Merata	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Jumlah Majemuk	Jangka Waktu Ke n
	(F/P,i,n)	(P/F,i,n)	(A/P,i,m)	(P/A,i,n)	(A/F,i,n)	(F/A,i,n)	(A/G,i,n)	(P/G,i,m)	(F/G,i,n)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
27	10.24508	0.097608	0.099735	10.026580	0.009735	102.7231	8.357141	82.1241	841.36816	27
28	11.16714	0.089548	0.098852	10.116128	0.008852	112.9682	8.515378	84.5419	944.091	28
29	12.17218	0.082155	0.098056	10.198283	0.008056	124.1354	8.665661	86.8422	1.057.060	29
30	13.26768	0.075371	0.097336	10.273654	0.007336	136.3075	8.943578	89.0280	1.181.195	30
31	14.46177	0.069148	0.096686	10.342802	0.006686	149.57522	9.071812	91.1024	1.317.502	31
32	15.76333	0.063438	0.096096	10.406240	0.006096	164.03699	9.193286	93.0690	1.467.078	32
33	17.18203	0.058200	0.095562	10.464441	0.005562	179.80032	9.308285	94.9314	1.631.115	33
34	18.72841	0.053395	0.095077	10.517835	0.005077	196.98234	9.795729	96.6935	1.810.915	34
35	20.41397	0.048986	0.094636	10.566821	0.004636	215.71075	9.308285	98.3590	2.007.897	35
40	31.40942	0.031838	0.092960	10.757360	0.002960	338.8824	9.795729	105.3762	3.3.9.805	40
45	48.32729	0.020692	0.091902	10.880097	0.001902	525.8587	10.160285	110.5561	5.342.875	45
50	74.35752	0.013449	0.091227	10.961683	0.0012277	815.084	10.429518	114.3251	8.500.93	50
60	176.0313	0.001560	0.090514	11.047991	0.000514	1.944.792	10.768315	118.968	20.942.13	60
75	641.19	0.001560	0.090141	11.093782	0.000141	7.113.23	10.993959	121.965	78.202.6	75

**Lampiran 3. Tabel Faktor Bunga Majemuk 12 %**

Bunga 12%	Pembayaran Tunggal		Seri Pembayaran Seragam				Pembayaran Seragam Gradient			Bunga 12 %
Jangka Waktu Ke n	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Pengembalian Modal	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Penyimpanan Dana	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Seri Merata	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Jumlah Majemuk	Jangka Waktu Ke n
	(F/P,i,n)	(P/F,i,n)	(A/P,i,m)	(P/A,i,n)	(A/F,i,n)	(F/A,i,n)	(A/G,i,n)	(P/G,i,m)	(F/G,i,n)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1.12000	0.892857	1.120000	0.892857	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1
2	1.25440	0.797194	0.591698	1.690051	0.471698	2.120000	0.471698	0.797194	1.000000	2
3	1.40493	0.711780	0.416349	2.401831	0.296349	3.374400	0.924609	2.220754	3.120000	3
4	1.57352	0.635518	0.329234	3.047349	0.209234	4.779328	1.358852	4.127309	6.494400	4
5	1.76234	0.567427	0.277410	3.604776	0.157410	6.352847	1.774595	6.397016	11.27373	5
6	1.97382	0.506631	0.243226	4.111407	0.123226	8.115189	2.172047	8.930172	17.62658	6
7	2.21068	0.452349	0.219118	4.563757	0.099118	10.089012	2.551465	11.644267	25.74176	7
8	2.47596	0.403883	0.201303	4.967640	0.081303	12.299693	2.913144	14.471450	35.83078	8
9	2.77308	0.360610	0.187679	5.328250	0.067679	14.775656	3.257417	17.356330	48.13047	9
10	3.10585	0.321973	0.176984	5.650223	0.056984	17.548735	3.584653	20.254089	62.90613	10

Bunga 12%	Pembayaran Tunggal		Seri Pembayaran Seragam				Pembayaran Seragam Gradient			Bunga 12 %
Jangka Waktu Ke n	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Pengembalian Modal	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Penyimpanan Dana	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Seri Merata	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Jumlah Majemuk	Jangka Waktu Ke n
	(F/P,i,n)	(P/F,i,n)	(A/P,i,m)	(P/A,i,n)	(A/F,i,n)	(F/A,i,n)	(A/G,i,n)	(P/G,i,m)	(F/G,i,n)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11	3.47855	0.287476	0.168415	5.937699	0.048415	20.654583	3.895255	23.128850	80.45486	11
12	3.89598	0.256675	0.161437	6.194374	0.041437	24.133133	4.189653	25.952276	101.10944	12
13	4.36349	0.229174	0.155677	6.423548	0.035677	28.029109	4.468304	28.702366	125.24258	13
14	4.88711	0.204620	0.150871	6.628168	0.030871	32.392602	4.731688	31.362424	153.27169	14
15	5.47357	0.182696	0.146824	6.810864	0.026824	37.279715	4.980303	33.920171	185.66429	15
16	6.13039	0.163122	0.143390	6.973986	0.023390	42.753280	5.214664	36.3670	222.94400	16
17	6.86604	0.145644	0.140457	7.119630	0.020390	48.883674	5.435297	38.6973	265.69728	17
18	7.68997	0.130040	0.137937	7.249670	0.020457	55.749715	5.642737	40.9080	314.58096	18
19	8.61276	0.116107	0.135763	7.365777	0.015763	63.439681	5.837524	42.9979	370.33067	19

20	9.64629	0.103667	0.133879	7.469444	0.013879	72.052442	6.020203	44.9676	433.77935	20
21	8.94917	0.111742	0.123838	8.075070	0.013838	72.265144	6.449122	52.0771	466.04676	21
22	9.93357	0.100669	0.122313	8.175739	0.012313	81.214309	6.628289	54.1912	538.31190	22
23	11.02627	0.090693	0.120971	8.266432	0.010971	91.147884	6.796935	56.1864	619.52621	23
24	12.23916	0.081705	0.119787	8.348137	0.009787	102.174151	6.955518	58.0656	710.67410	24
25	13.58546	0.073608	0.118740	8.421745	0.008740	114.413307	7.104490	59.8322	812.84825	25
26	15.07986	0.066314	0.117813	8.488058	0.007813	127.9988	7.244300	61.4900	927.26156	26
27	16.73865	0.059742	0.116989	8.547800	0.006989	143.0786	7.375387	63.0433	1,005.26033	27
28	18.57990	0.053822	0.116257	8.650110	0.006257	159.8173	7.498181	64.4965	1,198.339	28
29	20.62369	0.048488	0.115605	8.650793	0.005605	178.3972	7.613103	65.8542	1,358.156	29
30	22.89230	0.043683	0.115025	8.693793	0.005025	199.0209	7.720564	67.1210	1,536.553	30
31	25.41045	0.039354	0.114506	8.733146	0.004506	221.91317	7.820961	68.3016	1,735.574	31
32	28.20560	0.035454	0.114043	8.768600	0.004043	247.32362	7.914681	69.4007	1,957.487	32
33	31.30821	0.031940	0.113629	8.800541	0.003629	275.52922	8.002095	70.4228	2,204.811	33
34	34.75212	0.028775	0.113259	8.855240	0.003259	305.83744	8.083565	71.3724	2,480.340	34
35	38.57485	0.025924	0.112927	8.951051	0.002927	341.58955	8.159435	72.2538	2,787.178	35

40	65.00087	0.015384	0.111719	8.951051	0.001719	581.8261	8.465918	75.7789	4,925.692	40
45	109.5302 4	0.009130	0.111014	9.007910	0.001014	986.6386	8.676278	78.1551	8,560.351	45
50	184.5648 3	0.005418	0.005418	9.041653	0.000599	1.668.771	8.818526	79.7341	14,716.10	50
60	524.0572	0.001908	0.110210	9.073562	0.000210	4.755.066	8.976199	81.446	42,682.42	60
75	2.507.40	0.000399	0.110044	9.087283	0.000044	22.785.44	9.060986	82.340	206,458.6	75

**Lampiran 4. Tabel Faktor Bunga Majemuk 15 %**

Bunga 15 %	Pembayaran Tunggal		Seri Pembayaran Seragam				Pembayaran Seragam Gradient			Bunga 15 %
Jangka Waktu Ke n	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Pengembalian Modal	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Penyimpanan Dana	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Seri Merata	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Jumlah Majemuk	Jangka Waktu Ke n
	(F/P,i,n)	(P/F,i,n)	(A/P,i,m)	(P/A,i,n)	(A/F,i,n)	(F/A,i,n)	(A/G,i,n)	(P/G,i,m)	(F/G,i,n)	Ke n
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1.15000	0.869565	1.150000	0.869565	1.000000	1.000000	(0.000000)	(0.000000)	(0.000000)	1
2	1.32250	0.756144	0.615116	1.625709	0.465116	2.150000	0.465116	0.756144	1.000000	2
3	1.52088	0.657516	0.437977	2.283225	0.287977	3.472500	0.907127	2.071176	3.150000	3
4	1.74901	0.571753	0.350265	2.854978	0.200265	4.993375	1.326257	3.786436	6.622500	4
5	2.01136	0.497177	0.298316	3.352155	0.148316	6.742381	1.722815	5.775143	11.61587	5
6	2.31306	0.432328	0.264237	3.784483	0.114237	8.753738	2.097190	7.936781	18.35826	6
7	2.66002	0.375937	0.240360	4.168420	0.090360	11.066799	2.449850	10.192403	27.11199	7
8	3.05902	0.326902	0.222850	4.487322	0.072850	13.726819	2.781329	12.480715	38.17879	8
9	3.51788	0.284262	0.209574	4.771584	0.059574	16.785842	3.092226	14.754815	51.90561	9

Bunga 15 %	Pembayaran Tunggal		Seri Pembayaran Seragam				Pembayaran Seragam Gradient			Bunga 15 %
Jangka Waktu Ke n	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Pengembalian Modal	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Penyimpanan Dana	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Seri Merata	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Jumlah Majemuk	Jangka Waktu
	(F/P,i,n)	(P/F,i,n)	(A/P,i,m)	(P/A,i,n)	(A/F,i,n)	(F/A,i,n)	(A/G,i,n)	(P/G,i,m)	(F/G,i,n)	Ke n
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	4.04556	0.247185	0.199252	5.018769	0.049252	20.303718	3.383196	16.979477	68.69145	10
11	4.65239	0.214943	0.191069	5.233712	0.041069	24.349276	3.654941	19.128909	88.99517	11
12	5.35025	0.186907	0.184481	5.420619	0.034481	29.001667	3.908205	21.184888	113.34445	12
13	6.15279	0.162528	0.179110	5.583147	0.029110	34.351917	4.143760	23.135223	142.34612	13
14	7.075571	0.141329	0.174688	5.724476	0.024688	40.504705	4.362408	24.972496	176.69803	14
15	8.13706	0.122894	0.171017	5.847370	0.021217	47.580411	4.564961	26.693019	217.20274	15
16	9.35762	0.106865	0.167948	5.954235	0.017948	55.717472	4.752246	28.2960	264.78315	16
17	10.76126	0.092926	0.165367	6.047161	0.015367	65.075093	4.925089	29.7828	320.50062	17
18	12.37545	0.080805	0.163186	6.127966	0.013186	75.836357	5.084312	31.1565	385.57572	18
19	14.23177	0.070265	0.161336	6.198231	0.011336	88.211811	5.230729	32.4213	461.41207	19
20	16.36654	0.061100	0.159761	6.259331	0.009761	102.443583	5.365137	33.5822	549.623888	20



Bunga 15 %	Pembayaran Tunggal		Seri Pembayaran Seragam				Pembayaran Seragam Gradient			Bunga 15 %
Jangka Waktu Ke n	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Pengembalian Modal	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Penyimpanan Dana	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Seri Merata	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Jumlah Majemuk	Jangka Waktu
	(F/P,i,n)	(P/F,i,n)	(A/P,i,m)	(P/A,i,n)	(A/F,i,n)	(F/A,i,n)	(A/G,i,n)	(P/G,i,m)	(F/G,i,n)	Ke n
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
21	15.66758	0.063826	0.149545	6.686957	0.009545	104.768418	5.711128	38.1901	598.34584	21
22	17.86104	0.055988	0.148303	6.742944	0.008303	120.435996	5.838074	39.3658	703.11426	22
23	20.36158	0.049112	0.147231	6.792056	0.007231	138.297035	5.954938	40.4463	823.55025	23
24	23.21221	0.043081	0.146303	6.835137	0.006303	158.658620	6.062370	41.4371	961.84729	24
25	26.46192	0.037790	0.145498	6.879227	0.005498	181.870827	6.160999	42.3441	1,120.50591	25
26	30.16658	0.033149	0.144800	6.906077	0.004800	208.3327	6.251426	43.1728	1,302.37674	26
27	34.38991	0.029078	0.144193	6.935155	0.004193	238.4993	6.334230	43.9289	1,510.70948	27
28	39.20449	0.025507	0.143664	6.960662	0.003664	272.8892	6.409959	44.6176	1,749.209	28
29	44.69312	0.022375	0.143204	6.983037	0.003204	312.0937	6.479137	45.2441	2,022.098	29
30	50.95016	0.019627	0.142803	7.002664	0.002803	356.7868	6.542258	45.8132	2,334.192	30

Bunga 15 %	Pembayaran Tunggal		Seri Pembayaran Seragam				Pembayaran Seragam Gradient			Bunga 15 %
Jangka Waktu Ke n	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Pengembalian Modal	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Penyimpanan Dana	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Seri Merata	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Jumlah Majemuk	Jangka Waktu
	(F/P,i,n)	(P/F,i,n)	(A/P,i,m)	(P/A,i,n)	(A/F,i,n)	(F/A,i,n)	(A/G,i,n)	(P/G,i,m)	(F/G,i,n)	Ke n
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
31	58.08318	0.017217	0.142453	7.019881	0.004253	407.73701	6.599790	46.3297	2,690.979	31
32	66.21483	0.015102	0.142147	7.034983	0.002147	465.82019	6.652171	46.7979	3,098.716	32
33	75.48490	0.013248	0.141880	7.048231	0.001880	532.03501	6.699814	47.2218	3,564.536	33
34	86.0527	0.011621	0.141646	7.059852	0.001646	607.51991	6.743105	47.6053	4,096.571	34
35	98.10018	0.010194	0.141442	7.070045	0.001442	693.57270	6.782405	47.9519	4,704.091	35
40	188.88351	0.005294	0.140745	7.105041	0.000745	1,342.0251	6.929959	49.2376	9,300.179	40
45	363.67907	0.002750	0.140386	7.123217	0.000386	2,590.5648	7.018781	49.9963	18.182.606	45
50	700.23299	0.001428	0.140200	7.132656	0.000200	4,994.521	7.071350	50.4375	35.318.01	50
60	2,595.9187	0.000385	0.140054	7.140106	0.000054	18,535.133	7.119735	50.836	131,965.24	60
75	18.52951	0.000054	0.140008	7.142472	0.000008	132,346.74	7.138809	50.989	944.796.2	75

**Lampiran 5. Tabel Faktor Bunga Majemuk 20 %**

Bunga 20%	Pembayaran Tunggal		Seri Pembayaran Seragam				Pembayaran Seragam Gradient			Bunga 20 %
Jangka Waktu Ke n	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Pengembalian Modal	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Penyimpanan Dana	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Seri Merata	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Jumlah Majemuk	Jangka Waktu Ke n
	(F/P,i,n)	(P/F,i,n)	(A/P,i,m)	(P/A,i,n)	(A/F,i,n)	(F/A,i,n)	(A/G,i,n)	(P/G,i,m)	(F/G,i,n)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1.20000	0.833333	1.200000	0.83333	1.000000	1.000000	0.000000	0.00000	0.00000	1
2	1.44000	0.694444	0.654545	1.527778	0,454545	2.200000	0.454545	0.694444	1.00000	2
3	1.72800	0.578704	0.474725	2.106481	0.274725	3.640000	0.879121	1.851852	3.20000	3
4	2.07360	0.482253	0.386289	2.588735	0.186.289	5.368000	1.274218	3.298611	6.84000	4
5	2.48832	0.401878	0.334380	2.990612	0.134380	7.441600	1.640507	4.906121	12.20800	5
6	2.98598	0.334898	0.300706	3.325510	0.100706	9.929920	1.978828	6.580611	19.64960	6
7	3.58318	0.279082	0.277424	3.604592	0.077424	12.915904	2.290163	8.255101	29.57952	7
8	4.29982	0.232568	0.260609	3.837160	0.060609	16.499085	2.575623	9.883077	42.49542	8
9	5.15978	0.193807	0.248079	4.030967	0.048079	20.798902	2.836424	11.433531	58.999451	9
10	6.19174	0.161506	0.238523	4.192472	0.038523	25.958682	3.073862	12.887081	79.79341	10
11	7.43008	0.134588	0.231104	4.327060	0.031104	32.150419	3.289291	14.232961	105.75209	11

Bunga 20%	Pembayaran Tunggal		Seri Pembayaran Seragam				Pembayaran Seragam Gradient			Bunga 20%
Jangka Waktu Ke n	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Pengembalian Modal	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Penyimpanan Dana	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Seri Merata	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Jumlah Majemuk	Jangka Waktu Ke n
	(F/P,i,n)	(P/F,i,n)	(A/P,i,m)	(P/A,i,n)	(A/F,i,n)	(F/A,i,n)	(A/G,i,n)	(P/G,i,m)	(F/G,i,n)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	8.91610	0.112157	0.225265	4.439217	0.025265	39.580502	3.484102	15.466684	137.90251	12
13	10.69932	0.093464	0.220620	4.532681	0.020620	48.496603	3.659700	16.588251	177.48301	13
14	12.83918	0.077887	0.216893	4.610567	0.016893	59.195923	3.817486	17.600776	225.97962	14
15	15.40702	0.064905	0.213882	4.675473	0.013882	72.035108	3.598841	18.509453	285.17554	15
16	18.48843	0.054088	0.211436	4.729561	0.011436	87.442129	4.085109	19.3208	357.21065	16
17	22.18611	0.045073	0.209440	4.774634	0.009440	105.930555	4.197588	20.0419	444.65278	17
18	26.62333	0.037561	0.207805	4.812195	0.007805	128.116666	4.297515	20.6805	550.58333	18
19	31.94800	0.031301	0.206462	4.843496	0.006462	154.740000	4.386067	21.2439	678.70000	19
20	38.33760	0.026084	0.205357	4.869580	0.005357	186.688000	4.464347	21.7395	833.44000	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
21	38.59101	0.025913	0.195054	5.126775	0.005054	197.847442	4.704514	241190	930.77601	21
22	45.92331	0.021775	0.194229	5.148550	0.004229	236.438456	4.773343	24.5763	1,12862345	22
23	54.64873	0.018299	0.193542	5.166849	0.003542	282.361762	4.834443	24.9788	1,36506191	23
24	65.03199	0.015377	0.192967	5.182226	0.002967	337.010497	4.888345	25.3325	1,64742367	24
25	77.38807	0.012922	0.192487	5.195148	0.002487	402.042491	4.935882	25.6426	1,98443417	25

Bunga 20%	Pembayaran Tunggal		Seri Pembayaran Seragam				Pembayaran Seragam Gradient			Bunga 20 %
Jangka Waktu Ke n	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Pengembalian Modal	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Penyimpanan Dana	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Seri Merata	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Jumlah Majemuk	Jangka Waktu Ke n
	(F/P,i,n)	(P/F,i,n)	(A/P,i,m)	(P/A,i,n)	(A/F,i,n)	(F/A,i,n)	(A/G,i,n)	(P/G,i,m)	(F/G,i,n)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
26	92.09181	0.010859	0.192086	5.206007	0.002086	479.4306	4.977732	25.9141	2,38647666	26
27	109.58925	0.009125	0.191750	5.215132	0.001750	571.5224	5.014514	26.1514	2,86590722	27
28	130.41121	0.007668	0.191468	5.222800	0.001468	681.1116	5.046793	26.3584	3,437430	28
29	155.18934	0.006444	0.191232	5.229243	0.001232	811.5228	5.075077	26.5388	4,118541	29
30	184.67531	0.005415	0.191034	5.234658	0.001034	966.7122	5.099826	26.6958	4,930064	30
31	219.76362	0.004550	0.190869	5.239209	0.000869	1,151.38748	5.121452	26.8324	5,896776	31
32	261.51871	0.003824	0.190729	5.243033	0.000729	1,371.15110	5.140326	26.9509	7,048164	32
33	311.20726	0.003213	0.190612	5.246246	0.000612	1,632.66981	5.156777	27.0537	8,419315	33
34	370.33664	0.002700	0.190514	5.248946	0.000514	1,943.87708	5.171101	27.1428	10,051985	34
35	440.70061	0.002269	0.190432	5.251215	0.000432	2,314.21372	5.183558	27.2200	11,995862	35
40	1,051.66751	0.000951	0.190181	5.258153	0.000181	5,529.8290	5.225087	27.4743	28,893837	40
45	2,509.65060	0.000398	0.190076	5.261061	0.000076	13,203.4242	5.245220	27.5954	69,254864	45

Bunga 20%	Pembayaran Tunggal		Seri Pembayaran Seragam				Pembayaran Seragam Gradient			Bunga 20%
Jangka Waktu Ke n	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Pengembalian Modal	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Penyimpanan Dana	Faktor Jumlah Majemuk	Faktor Seri Merata	Faktor Nilai Sekarang	Faktor Jumlah Majemuk	Jangka Waktu
	(F/P,i,n)	(P/F,i,n)	(A/P,i,m)	(P/A,i,n)	(A/F,i,n)	(F/A,i,n)	(A/G,i,n)	(P/G,i,m)	(F/G,i,n)	Ke n
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
50	5,988.91390	0.000167	0.190032	5.262279	0.000032	31,515.336	5.254808	27.6523	165,60703	50
60	34,104.9709	0.000029	0.190006	5.263004	0.000006	179,494.584	5.261399	270691	944,39255	60
75	463,470.51	0.000002	0.190000	5.263147	0.000000	2,439.313,20	5.262996	27.700	12,8380958	75

**Lampiran 6. Daftar Umur Ekonomis Alat dan Mesin Pertanian**

No	Nama mesin	Umur absolute (th)	Umur sampai habis (jam)	Pemakai setahun (jam/th)	Ket
1.	Rice Mill (Japan)	5	5000-6000	1000-1200	
2.	Rice Mill (Eropa dan dalam negeri)	10	12000-15000	1200-1500	
3.	Mesin Diesel High-Speed	6	7000-8000	1160-1500	
4.	Mesin Diesel Low-Speed	8	12000	1500	
5.	Mesin bensin pendingin udara	4	4000	1000	
6.	Sprayer	4	4000	1000	
7.	Pompa air	8	12000	1500	
8.	Traktor kecil 6 – 12 Hp	6-7	6000-7000	1000	
9.	Traktor besar (Wheel)	15	12000	800	
10.	Traktor rantai (crawler)	12-15	12000	800	
11.	Combine (Self pro-belled)	10	2500	250	
12.	Corn Picker	10	2000	200	
13.	Bajak piringan dan singkal	15	2500	167	
14.	Disk Harrow	15	2500	167	
15.	Dryer ex Japan	5	4000	800	
16.	Dryer ex Eropa	10	15000	1500	

*\*) Sumber: Soedjatmiko 1972*

# BIODATA TIM PENULIS

1. Nama : Dr. Sandra Melly, S.TP, MSi  
Tempat/ Tgl Lahir : Padang, 23 Juni 1973  
Riwayat Pendidikan:
  - ❖ S1 Mekanisasi Pertanian Universitas Andalas
  - ❖ S2 Pembangunan Wilayah Pedesaan Universitas Andalas
  - ❖ S3 Ilmu Pertanian Universitas AndalasRiwayat Pekerjaan :
  - ❖ Dosen Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh dari tahun 1999 sampai sekarang
  
2. Nama : Dr. Yuni Ernita, S.TP, MP  
Tempat/ Tgl Lahir : Lumindai, 18 Juni 1974  
Riwayat Pendidikan :
  - ❖ S1 Mekanisasi Pertanian Universitas Andalas
  - ❖ S2 Teknologi Industri Pertanian Universitas Andalas
  - ❖ S3 Ilmu Pertanian Universitas AndalasRiwayat Pekerjaan :
  - ❖ Dosen Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh dari tahun 1997 sampai sekarang
  
3. Nama : Sri Aulia Novita, S.TP, MP  
Tempat/Tgl lahir : Rambatan, 11 November 1979  
Riwayat Pendidikan :
  - ❖ S1 Teknologi Pertanian Universitas Andalas
  - ❖ S2 Teknologi Industri Pertanian Universitas Andalas



Riwayat Pekerjaan :

- ❖ Dosen Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh dari tahun 2005 sampai sekarang

4. Nama : Zulnadi, S.P, MP

Tempat/Tgl Lahir : Lubuk Alung, 1 Mei 1969

Riwayat Pendidikan :

- ❖ S1 Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

- ❖ S2 Teknologi Industri Pertanian Universitas Andalas

Riwayat Pekerjaan :

- ❖ Dosen Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh