

**PELATIHAN PENINGKATAN PRODUKTIVITAS BUDIDAYA  
UDANG YANG BERKELANJUTAN: MODUL MERANCANG TATA  
LETAK, DESAIN DAN KONSTRUKSI WADAH BUDIDAYA**

Disusun oleh :

Mochammad Farkan; Mugi Mulyono; Suharyadi; Afandi Saputra; Lusia Dwi Hartiningsih;  
Agus Syah Pahlevi; Lea Indah Lulu Tantina; I Ketut Daging; Ateng Supriatna; Victor  
Nikijuluw.

Pusat Pelatihan dan Penyuluhan Kelautan dan Perikanan  
Badan Riset dan SDM Kelautan dan Perikanan  
Kementerian Kelautan dan Perikanan

**2019**

PELATIHAN PENINGKATAN PRODUKTIVITAS BUDIDAYA UDANG YANG BERKELANJUTAN: MODUL MERANCANG TATA LETAK, DESAIN DAN KONSTRUKSI WADAH BUDIDAYA

Penulis:

Mochammad Farkhan; Mugi Mulyono; Suharyadi; Afandi Saputra; Lusia Dwi Hartiningsih; Agus Syah Pahlevi; Lea Indah Lulu Tantina; I Ketut Daging; Ateng Supriatna; Victor Nikijuluw

ISBN: 978-602-73745-8-4

Editor:

Firdaus  
Bastian Simon Evamutan

Penyunting:

Achmad Fuad Fathurrahman  
Satya Reza Faturakhmat  
Niomi Pridina

Desain Sampul dan Tata Letak:

Indra Rohada  
Fitriana Yuniarti

Penerbit:

Pusat Pelatihan dan Penyuluhan Kelautan Dan Perikanan  
Badan Riset dan SDM Kelautan Dan Perikanan  
Kementerian Kelautan dan Perikanan  
Tlp. 021.3513500. ext.6801

Redaksi:

Pusat Pelatihan dan Penyuluhan Kelautan Dan Perikanan  
Gedung Mina Bahari 3 lt. 5 Kementerian Kelautan Dan Perikanan,  
Jln. Merdeka Timur, Gambir, Jakarta Pusat

Cetakan, Desember 2019

Hak Cipta dilindungi Undang – Undang

Dilarang mengkopi atau memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk ataupun cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.



**KERJASAMA**  
**PUSAT PELATIHAN DAN PENYULUHAN KELAUTAN DAN PERIKANAN**  
**BADAN RISET DAN SUMBERDAYA MANUSIA KELAUTAN DAN PERIKANAN**  
**KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN**  
**DENGAN**  
**CONSERVATION INTERNATIONAL INDONESIA**  
**THE DAVID & LUCILE PACKARD FOUNDATION**  
**WALTON FAMILY FOUNDATION**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya serta kerja keras penyusun telah berhasil menyusun Modul Merancang Tata Letak, Desain Dan Konstruksi Wadah Budidaya.

Modul ini merupakan salah satu bagian yang penting dalam penyelenggaraan Pelatihan Peningkatan Produktivitas Budidaya Udang yang Berkelanjutan (SIP 101). Kami berharap modul ini akan memberikan kontribusi yang positif terhadap pencapaian tujuan dari penyelenggaraan pelatihan.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan modul ini masih banyak kekurangan. Kritik, usul, atau saran yang konstruktif sangat kami harapkan sebagai bahan pertimbangan untuk menyempurnakan modul tersebut di masa mendatang.

Jakarta, Desember 2019

**Plt. Kepala Pusat Pelatihan dan  
Penyuluhan KP,**

**Maman Hermawan**

## SAMBUTAN

LAUT TELAH MENJADI PENYUPLAI PANGAN YANG PENTING BAGI MANUSIA. Diperkirakan sembilan miliar manusia yang membutuhkan makanan pada pertengahan abad ini. Saat ini, sumber makanan laut telah menjadi menu utama sejumlah penduduk Bumi yang bergantung pada makanan laut sebagai sumber utama protein hewani, dan separuh darinya kini diproduksi melalui usaha budidaya. Dalam beberapa dekade mendatang, permintaan produk makanan laut diperkirakan akan terus meningkat hingga mendorong pertumbuhan sektor akuakultur untuk memenuhinya. Sayangnya, pembangunan yang lalai mengancam ekosistem pesisir dan laut sehingga rentan terhadap degradasi. Pertumbuhan yang berkelanjutan di sektor akuakultur akan membutuhkan praktik-praktik pengelolaan yang baik dengan memperhatikan kemungkinan dampak lingkungan yang berbahaya, kehilangan habitat, kualitas air yang buruk, dan wabah penyakit.

Sebagai produsen akuakultur terbesar kedua di dunia, tetapi juga negara dengan keanekaragaman hayati laut yang tinggi, Indonesia tengah berupaya mengantisipasi ekspansi yang cepat dari sektor akuakultur dengan memformulasi bahan ajar bertopik “Peningkatan Produktivitas Budidaya Udang yang Berkelanjutan” atau SIP 101. Bahan ajar ini merupakan paket modul yang disusun oleh tim dari Pusat Pelatihan dan Penyuluhan Kelautan dan Perikanan KKP (Puslatluh KP KKP) serta didukung beberapa stakeholder budidaya udang dengan mengacu pada Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI). Penyusunan bahan ajar ini didukung pula oleh *Shrimp Improvement Program* (SIP) yang merupakan kolaborasi dari empat organisasi internasional, yaitu *Conservation International* (CI), *Sustainable Fisheries Partnership* (SFP), IDH–Inisiatif Dagang Hijau, dan *Longline Environment*.

Kami dengan senang hati mendukung bahan ajar ini untuk dapat digunakan baik bagi pembuat kebijakan dan praktisi. Ungkapan terimakasih disampaikan kepada Puslatluh KP KKP atas kerjasamanya hingga modul ini dapat tersusun. Terimakasih juga kami ucapkan kepada *David & Lucile Packard Foundation* dan *Walton Family Foundation* untuk dukungan yang diberikan secara finansial. Ucapan terimakasih disampaikan pula kepada Pemerintah Kabupaten Banyuwangi, Dinas Perikanan dan Pangan Kab Banyuwangi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Universitas Airlangga PSDKU Banyuwangi, Fakultas Pertanian dan Perikanan – Universitas 17 Agustus 1945 Banyuwangi, Balai Penyuluhan dan Pelatihan Perikanan (BPPP) Banyuwangi, Shrimp Club Indonesia (SCI) Banyuwangi, dan praktisi yang telah berpartisipasi dan membantu dalam proses penyusunan.

Ketut Sarjana Putra  
Vice President,  
Conservation International Indonesia  
Desember 2019

## DAFTAR ISI

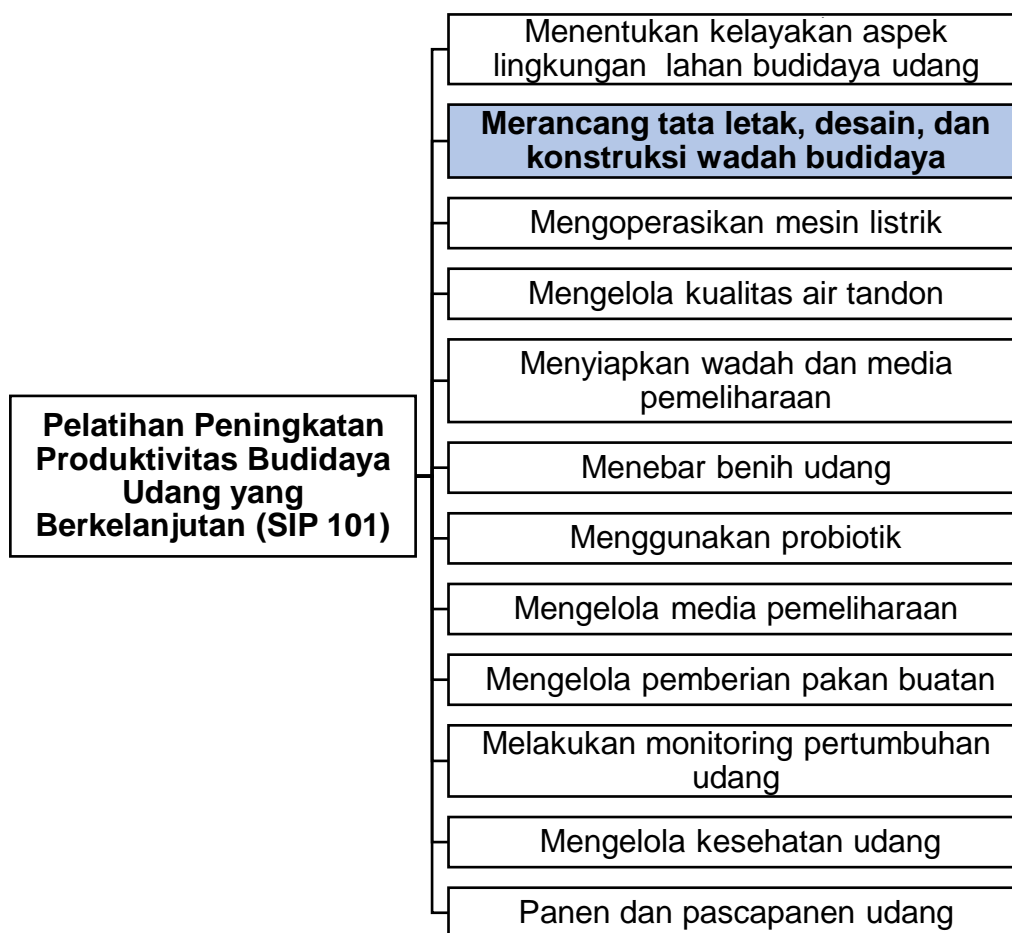
KATA PENGANTAR .....	ii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A Deskripsi .....	1
B Peta Kedudukan Modul .....	1
C Prasyarat .....	2
D Tujuan .....	2
E Petunjuk Penggunaan Modul .....	2
F Materi Elemen Kompetensi .....	3
G Waktu.....	3
H Pengertian dan Istilah .....	4
BAB II MENETAPKAN TINGKAT TEKNOLOGI BUDIDAYA .....	5
A Lembar Informasi .....	5
B Praktek Unjuk Kerja .....	15
C Evaluasi .....	16
D Kemajuan Berlatih.....	17
BAB III MEMBUAT RANCANGAN TATA LETAK WADAH BUDIDAYA.....	18
A Lembar Informasi .....	18
B Praktek Unjuk Kerja .....	33
C Evaluasi .....	34
D Kemajuan Berlatih.....	35
BAB IV MEMBUAT DESAIN DAN KONSTRUKSI WADAH BUDIDAYA.....	36
A Lembar Informasi .....	36
B Praktek Unjuk Kerja .....	48
C Evaluasi .....	49
D Kemajuan Berlatih.....	50
PENUTUP .....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52

## BAB I PENDAHULUAN

### A Deskripsi

Modul Pelatihan Merancang Tata Letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya ini membahas tentang menetapkan tingkat teknologi budidaya, membuat rancangan tata letak wadah budidaya, dan membuat desain dan konstruksi wadah budidaya.

### B Peta Kedudukan Modul



### **C Prasyarat**

Modul ini diperuntukan bagi peserta pelatihan yang ingin meningkatkan kompetensinya dalam Merancang Tata Letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya.

### **D Tujuan**

Setelah selesai mempelajari modul ini, peserta diharapkan memiliki kompetensi dalam Merancang Tata Letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya.

### **E Petunjuk Penggunaan Modul**

#### 1. Petunjuk bagi peserta

- a. Mempelajari modul mulai dari awal hingga akhir secara berurutan dan kerjakan tugas yang telah disediakan.
- b. Mempelajari Petunjuk teknis budidaya udang.
- c. Menyiapkan peralatan dan bahan yang diperlukan pada masing-masing kegiatan berlatih.
- d. Menanyakan kepada pelatih jika menghadapi hal-hal yang tidak dimengerti dari modul ini.
- e. Memperhatikan dan memahami langkah kerja pada modul ini sebagai panduan dalam berlatih.

#### 2. Petunjuk bagi pelatih

- a. Memahami secara baik isi modul yang akan diajarkan
- b. Memfasilitasi Peserta selama proses belajar berlangsung.
- c. Tidak mendominasi proses berlatih
- d. Memberikan tugas baik secara kelompok maupun individu.
- e. Memberikan arahan, bimbingan dan contoh kepada peserta menyelesaikan tugas-tugas pada setiap tahap berlatih.
- f. Mengevaluasi pencapaian kemajuan belajar peserta



**F Materi Elemen Kompetensi**

**JUDUL** : Peningkatan Produktivitas Budidaya Udang yang Berkelanjutan (SIP 101)  
**PELATIHAN** : Merancang Tata letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya  
**KOMPETENSI** : Merancang Tata letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya  
**DESKRIPSI** : Mata diklat ini berkaitan dengan Menetapkan tingkat teknologi budidaya, Membuat rancangan tata letak wadah budidaya dan Membuat desain dan konstruksi wadah budidaya.

No.	Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	
1.	Menetapkan tingkat teknologi budidaya	1.1	Faktor-faktor penentu tingkat teknologi budidaya udang diidentifikasi
		1.2	Tingkat teknologi budidaya udang dijelaskan
		1.3.	Tingkat teknologi budidaya yang akan diterapkan, ditetapkan
2	Membuat rancangan tata letak wadah budidaya	2.1.	Faktor-faktor yang mempengaruhi tata letak dan desain diidentifikasi
		2.2.	Denah/tata letak wadah budidaya dan jaringan irigasi digambar
3.	Membuat desain dan konstruksi wadah budidaya	3.1.	Jenis, ukuran/kapasitas dan fungsi wadah-wadah dijelaskan
		3.2.	Perspektif konstruksi setiap bagian wadah (inlet, outlet atau pintu air, kedalaman wadah, kemiringan dasar wadah, profil dan konstruksi pematang, dan bagian-bagian lain) digambar

**G Waktu**

Alokasi waktu untuk mata pelatihan Merancang Tata Letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya, sebanyak 3 Jam Pelatihan (1 JP Teori; 2 JP Praktek).

## H Pengertian dan Istilah

1. **Budidaya Perikanan** adalah aktivitas memelihara, membesarkan, dan/atau membiakkan ikan serta memanen hasilnya dalam lingkungan yang terkontrol, termasuk aktivitas yang menggunakan kapal buat memuat, mengangkut, menyimpan, mendinginkan, menangani, memasak, dan/atau mengawetkannya.
2. **Kualitas Air** adalah suatu ukuran kondisi air dilihat dari karakteristik fisik, kimiawi, dan biologis.
3. **Tata letak atau Layout** adalah gambar atau skema hubungan antara petakan, saluran, sumber air, sarana prasarana dalam suatu kompleks/unit pertambakan budidaya udang.
4. **Konstruksi** adalah bagian-bagian yang menyusun unit petakan tambak dan saling berhubungan yang digunakan dalam pemeliharaan udang.
5. **Desain** adalah perencanaan atau rancangan dalam menyusun komponen-komponen unit tambak.
6. **Closed-System Farming** atau **Budidaya Sistem Tertutup** adalah sistem budidaya udang yang memanfaatkan air media secara optimal tanpa melakukan pergantian air selama pemeliharaan, baik parsial maupun total.
7. **Pelatihan Kelautan dan Perikanan** adalah keseluruhan kegiatan untuk memberi, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi, produktivitas, disiplin, sikap, dan etos kerja pada tingkat dan kualifikasi tertentu di bidang kelautan dan perikanan.
8. **Kompetensi Kerja** adalah kemampuan kerja setiap individu yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang sesuai dengan standar yang ditetapkan.
9. **Standar Kompetensi Kerja** adalah rumusan kemampuan kerja yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja yang relevan dengan pelaksanaan tugas dan syarat jabatan yang ditetapkan sesuai dengan ketentuan perundangan yang berlaku.
10. **Kompetensi Dasar** adalah diskripsi singkat tentang kompetensi yang dikuasai setelah selesai mengikuti mata pelatihan.
11. **Elemen Kompetensi** merupakan bagian kecil dari unit kompetensi yang mengidentifikasi tugas-tugas yang harus dikerjakan untuk mencapai unit kompetensi tersebut.
12. **Kriteria Unjuk Kerja** merupakan bentuk pernyataan yang menggambarkan kegiatan yang harus dikerjakan untuk memperagakan kompetensi disetiap elemen kompetensi.
13. **Pelatihan Berbasis Kompetensi Kerja** adalah pelatihan yang menitik beratkan pada penguasaan kemampuan kerja yang mencakup pengetahuan, keterampilan, dan sikap sesuai dengan standar yang ditetapkan dan syarat jabatan/pekerjaan.

## BAB II

### MENETAPKAN TINGKAT TEKNOLOGI BUDIDAYA

#### A Lembar Informasi

Judul Modul	:	<b>Merancang Tata Letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya</b>
Elemen Kompetensi 1	:	Menetapkan tingkat teknologi budidaya

#### 1. Informasi Pokok

Saat ini teknologi pembesaran udang Windu (*Penaeus monodon*) dan udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) telah berkembang cukup pesat mulai dari teknologi sederhana, semi intensif, intensif, dan super intensif. Perkembangan dan penerapan teknologi yang inovatif dan adaptif diharapkan dapat membantu pelaku usaha terutama pembudi daya udang Windu (*Penaeus Monodon*) dan udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) untuk meningkatkan produksi, nilai tambah, dan menghasilkan udang Windu (*Penaeus monodon*) dan udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang aman dikonsumsi. Penerapan teknologi dalam kegiatan pembesaran udang seyogyanya selaras dan mengacu pada konsepsi pembangunan ekonomi kelautan dan perikanan berbasis kawasan berdasarkan prinsip-prinsip daya dukung, usaha terintegrasi, pengelolaan, pengendalian, efisiensi, kualitas, percepatan (akselerasi), ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

#### **Teknologi Pembesaran Udang**

Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 75 tahun 2017, Pembesaran udang dilakukan dengan menerapkan teknologi yang terdiri dari teknologi sederhana, semi intensif, intensif, dan super intensif. Proses pembesaran udang harus memenuhi persyaratan jaminan mutu dan keamanan pangan dan menerapkan cara pembesaran ikan yang baik dari tahap pra produksi, proses produksi, dan panen. Selanjutnya dalam pembahasan teknologi ini mengutip Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 75 tahun 2017. Teknologi yang diterapkan menjadi bahan pertimbangan dalam merencanakan desain, tataletak dan konstruksi tambak.

#### *a. Teknologi Sederhana (Tambak Tanah)*

Teknologi sederhana dilakukan pada pembesaran udang Windu (*Penaeus monodon*) dengan sistem monokultur dan polikultur dengan ikan bandeng dan rumput laut, serta pembesaran udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan

sistem monokultur dan polikultur dengan ikan bandeng, dengan system konstruksi sebagai berikut:

- a) konstruksi tambak dengan tanah kedap, mampu menahan volume air (tidak bocor), dan bentuk tambak tidak memiliki sudut mati  $<45^\circ$  (kurang dari empat puluh lima derajat);
- b) luasan petakan pemeliharaan 0,5 (nol koma lima) hektare sampai dengan 2 (dua) hektare per petak;
- c) kedalaman air paling tinggi 80 (delapan puluh) cm untuk dapat menciptakan kualitas air yang baik untuk kehidupan udang, dan kemiringan dasar tambak 0,2% (nol koma dua persen) ke arah saluran pembuangan (*outlet*);
- d) petak tandon berkapasitas paling sedikit 30% (tiga puluh persen) dari volume air pemeliharaan baik secara individu maupun kolektif;
- e) apabila kandungan zat besi pada lahan tambak lebih dari 0,02 (nol koma nol dua) ppm perlu dilakukan perlakuan tanah dasar tambak;
- f) desain dan tata letak diatur dan diupayakan untuk mendapatkan air dengan kualitas baik dan mencegah penularan penyakit yang terdiri dari petak saluran pengendapan/tandon, petak pembesaran, dan petak/saluran pengolah limbah kolektif,
- g) sistem pembuangan air dibuat ke arah saluran buang lahan tambak pada kegiatan pembesaran udang dilakukan dengan tahapan pengeringan, pengapuran, dan pemupukan tanah dasar tambak untuk memperbaiki kualitas tanah dasar tambak untuk mendukung pertumbuhan pakan alami dan kualitas air;
- h) sarana dan prasarana yang digunakan meliputi sarana biosekuriti sederhana, sarana panen, rumah jaga tambak, dan instalasi pengolah limbah kolektif;
- i) pintu air masuk (*inlet*) dan pintu air buang (*outlet*) harus terpisah atau dalam hal hanya terdapat satu pintu air harus memiliki fungsi spesifik air masuk atau air buang tidak memiliki sarana pengelolaan limbah padat/cair secara khusus, pengelolaan limbah dilaksanakan secara kolektif.



**Gambar 1.** Desain Tambak Sederhana

*Ciri Khas Pemeliharaan*

Teknologi sederhana dicirikan pada monokultur udang Windu (*Penaeus monodon*):

- a) tanpa input pakan buatan; dan
- b) padat tebar udang Windu (*Penaeus monodon*) kurang dari 50.000 (lima puluh ribu) ekor/hektare.

Sedangkan polikultur udang Windu (*Penaeus monodon*), Bandeng, dan rumput laut:

- a) tanpa input pakan buatan;
- b) padat tebar benih udang Windu (*Penaeus monodon*) 10.000 (sepuluh ribu) ekor/hektare;
- c) benih Bandeng 1.500 (seribu lima ratus) ekor/hektare; dan
- d) bibit rumput laut *Gracillaria* sp. 1 (satu) ton/hektare.

Polikultur udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan Bandeng:

- a) menggunakan input pupuk dan pakan alami;
- b) padat tebar benih udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) 20.000 (dua puluh ribu) sampai dengan 30.000 (tiga puluh ribu) ekor/hektare; dan
- c) produktivitas udang 100 (seratus) - 300 (tiga ratus) kg/hektare, bandeng 300 (tiga ratus) kg/hektare, rumput laut basah 2.000 (dua ribu) kg/hektare.

*b. Teknologi Semi Intensif*

Pada teknologi semi intensif dilakukan pada pembesaran udang Windu dan udang Vaname mempunyai karakteristik sebagai berikut:

*1) Tambak Tanah*

- a) konstruksi tambak harus mampu menahan volume air (tidak bocor) dan bentuk tambak tidak memiliki sudut mati  $<45^\circ$  (kurang dari empat puluh lima derajat);
- b) luasan maksimum 1 (satu) hektare per petak;
- c) kedalaman air minimal 80 (delapan puluh) sampai dengan 100 (seratus) cm untuk dapat menciptakan kualitas air yang baik untuk kehidupan udang, dan kemiringan dasar tambak 0,2% (nol koma dua persen) ke arah saluran pembuangan (outlet);
- d) petak tandon berkapasitas paling sedikit 30% (tiga puluh persen) dari volume air pemeliharaan baik secara individu maupun kolektif;
- e) apabila kandungan zat besi pada lahan tambak lebih dari 0,02 (nol koma nol dua) ppm perlu dilakukan perlakuan tanah dasar tambak;
- f) desain dan tata letak dibangun untuk mendapatkan air dengan kualitas baik dan mencegah penularan penyakit yang terdiri dari petak saluran pengendapan/ tandon, petak pembesaran dan petak/saluran pengolah limbah (Gambar 2).



**Gambar 2.** Desain tambak tanah pada teknologi semi intensif

- g) sistem pembuangan air dibuat ke arah saluran buang;
- h) tambak dengan dasar tanah dilakukan pengeringan, pembalikan tanah, pengapuran, pemasukan air, dan sterilisasi air;
- i) sarana dan prasarana yang digunakan meliputi gudang untuk pakan dan obat ikan, peralatan kualitas air, bengkel kerja, genset/PLN, sarana laboratorium, sarana biosekuriti, perumahan dan gedung administrasi, rumah jaga tambak, instalasi pengolahan limbah, dan sarana panen;
- j) pintu air masuk (inlet) dan pintu air buang (outlet) harus terpisah atau dalam hal hanya terdapat satu pintu air harus memiliki fungsi spesifik air masuk atau air buang;
- k) pemasukan air, sterilisasi air, dan pemberian probiotik dilakukan pada awal pemeliharaan, selanjutnya penambahan air melalui tandon;
- l) memiliki sarana pengelolaan limbah padat/cair sesuai kebutuhan dan ditempatkan di lokasi yang tidak menyebabkan risiko kontaminasi/pencemaran pada lingkungan, wadah budidaya, maupun fasilitas lain.

## 2) *Tambak Lining*

- a) konstruksi tambak harus mampu menahan volume air (tidak bocor) dan bentuk tambak tidak memiliki sudut mati  $<45^\circ$  (kurang dari empat puluh lima derajat);
- b) luasan maksimum 1 (satu) hektare per petak;
- c) kedalaman air minimal 80 (delapan puluh) sampai dengan 100 (seratus) cm untuk dapat menciptakan kualitas air yang baik untuk kehidupan udang, dan kemiringan dasar tambak 0,2% (nol koma dua persen) ke arah saluran pembuangan (outlet);

- d) petak tandon berkapasitas paling sedikit 30% (tiga puluh persen) dari volume air pemeliharaan baik secara individu maupun kolektif;
- e) desain dan tata letak dibangun untuk mendapatkan air dengan kualitas baik dan mencegah penularan penyakit yang terdiri dari petak saluran pengendapan/ tandon, petak pembesaran dan petak/saluran pengolah limbah, dilengkapi dengan saluran pasok dan saluran buang secara terpisah;
- f) sistem pembuangan air dibuat ke arah saluran buang;
- g) fasilitas yang digunakan meliputi gudang untuk pakan dan obat ikan, peralatan kualitas air, bengkel kerja, genset/PLN, sarana laboratorium, sarana biosekuriti, perumahan dan gedung administrasi, rumah jaga tambak, instalasi pengolah limbah, dan sarana panen;
- h) pintu air masuk (inlet) dan pintu air buang (outlet) harus terpisah atau dalam hal hanya terdapat satu pintu air harus memiliki fungsi spesifik air masuk atau air buang;
- i) pengaturan sistem filtrasi dilaksanakan mulai dari tahapan air masuk dengan bahan filter kasar dan filter halus, sampai dengan air pembuangan; dan
- j) memiliki sarana pengelolaan limbah padat/cair sesuai kebutuhan dan ditempatkan di lokasi yang tidak menyebabkan risiko kontaminasi/pencemaran pada lingkungan, wadah budidaya, maupun fasilitas lain.

#### *Pemeliharaan*

Padat penebaran udang Windu 100.000 (seratus ribu) sampai dengan 300.000 (tiga ratus ribu) ekor/hektare menggunakan kincir minimal 8 (delapan) kincir/hektare dan pompa air sesuai kebutuhan; udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) 300.000 (seratus ribu) sampai dengan 500.000 (lima ratus ribu) ekor/hektare menggunakan kincir minimal 16 (enam belas) kincir/hektare dan pompa air sesuai kebutuhan.

#### *Produktivitas*

Produktivitas udang Windu (*Penaeus monodon*) berkisar 600 (enam ratus) sampai dengan 3000 (tiga ribu) kg/hektare/musim tanam; dan d. produktivitas udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) berkisar 6.000 (enam ribu) sampai dengan 10.000 (sepuluh ribu) kg/hektare/musim tanam.

#### *c. Teknologi Intensif*

Tambak Tanah dan Tambak Lining Teknologi intensif pada pembesaran udang Windu (*Penaeus monodon*) dan udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada tambak tanah dan tambak lining mempunyai ciri khas sebagai berikut:

1) *Tambak Tanah*

- a) konstruksi tambak teknologi intensif mampu menahan volume air (tidak bocor) dan bentuk tambak tidak memiliki sudut mati  $<45^\circ$  (kurang dari empat puluh lima derajat);
- b) luasan maksimum 0,5 (nol koma lima) hektare per petak;
- c) kedalaman air minimal 100 (seratus) cm untuk dapat menciptakan kualitas air yang baik untuk kehidupan udang, dan kemiringan dasar tambak 0,2% (nol koma dua persen) ke arah saluran pembuangan (outlet);
- d) desain dan tata letak dibangun untuk mendapatkan air dengan kualitas baik dan mencegah penularan penyakit yang terdiri dari petak saluran pengendapan/tandon, petak pembesaran, dan petak/saluran pengolah limbah (gambar 3);



**Gambar 3.** Desain tambak tanah pada teknologi intensif

- e) sistem pembuangan air dibuat ke arah tengah (central drain);
- f) tambak dengan dasar tanah dilakukan pengeringan, pembalikan tanah, pengapuran, pemasukan air, sterilisasi, penambahan air, dan pemberian probiotik;
- g) fasilitas yang digunakan meliputi gudang untuk pakan dan obat ikan, peralatan kualitas air, bengkel kerja, genset/PLN, sarana laboratorium, sarana biosekuriti, perumahan dan gedung administrasi, rumah jaga tambak, instalasi pengolah limbah, dan sarana panen;
- h) pintu air masuk (inlet) dan pintu air buang (outlet) harus terpisah atau dalam hal hanya terdapat satu pintu air harus memiliki fungsi spesifik air masuk atau air buang;
- i) memiliki sarana pengelolaan limbah padat/cair sesuai kebutuhan dan ditempatkan di lokasi yang tidak menyebabkan resiko kontaminasi/pencemaran pada lingkungan, wadah budidaya, maupun fasilitas lain.



## 2) Tambak Lining

Konstruksi tambak lining dengan teknologi intensif mempunyai beberapa ciri khas yaitu:

- a) konstruksi tambak teknologi intensif mampu menahan volume air (tidak bocor) dan bentuk tambak tidak memiliki sudut mati  $<45^\circ$  (kurang dari empat puluh lima derajat);
- b) luasan maksimum 0,5 (nol koma lima) hektare per petak;
- c) kedalaman air minimal 100 (seratus) cm untuk dapat menciptakan kualitas air yang baik untuk kehidupan udang, dan kemiringan dasar tambak 0,2% (nol koma dua persen) ke arah saluran pembuangan (outlet); d) petak tandon berkapasitas paling sedikit 30% (tiga puluh derajat) dari volume air pemeliharaan baik secara individu maupun kolektif;
- d) desain dan tata letak dibangun untuk mendapatkan air dengan kualitas baik dan mencegah penularan penyakit yang terdiri dari petak saluran pengendapan/tandon, petak pembesaran, dan petak/saluran pengolah limbah, dilengkapi dengan saluran pasok dan saluran buang secara terpisah;
- e) sistem pembuangan air dibuat ke arah tengah (central drain);
- f) Fasilitas yang digunakan meliputi gudang untuk pakan dan obat ikan, peralatan kualitas air, bengkel kerja, genset/PLN, sarana laboratorium, sarana biosekuriti, perumahan dan gedung administrasi, rumah jaga tambak, instalasi pengolah limbah, dan sarana panen;
- g) pintu air masuk (inlet) dan pintu air buang (outlet) harus terpisah atau dalam hal hanya terdapat satu pintu air harus memiliki fungsi spesifik air masuk atau air buang;

### Pemeliharaan

- a) padat penebaran untuk: a) udang Windu 300.000 (tiga ratus ribu) sampai dengan 400.000 (empat ratus ribu) ekor/hektare, menggunakan kincir minimal 16 (enam belas) kincir/hektare dan pompa air sesuai kebutuhan; atau b) udang Vanamei 800.000 (delapan ratus ribu) sampai dengan 1.000.000 (satu juta) ekor/hektare, menggunakan kincir minimal 28 (dua puluh delapan) kincir/hektare dan pompa air sesuai kebutuhan.
- b) produktivitas udang Windu (*Penaeus monodon*) berkisar 5 (lima) ton/hektare;
- c) produktivitas udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) berkisar 10 (sepuluh) sampai dengan 15 (lima belas) ton/hektare.

### d. Teknologi Super Intensif (Tambak Lining)

Teknologi super intensif dilakukan pada proses pembesaran udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan beberapa kaidah dalam merancang konstruksi sebagai berikut:

- a) konstruksi tambak teknologi super intensif mampu menahan volume air (tidak bocor) dengan cara dibeton dan/atau pelapisan tambak (lining) dan bentuk tambak tidak memiliki sudut mati  $<45^\circ$  (kurang dari empat puluh lima derajat);
- b) luasan petakan berkisar 1.000 (seribu) meter<sup>2</sup> sampai dengan 3000 (tiga ribu) m<sup>2</sup>;
- c) kedalaman air minimal 2,6 (dua koma enam) m untuk dapat menciptakan kualitas air yang baik untuk kehidupan udang dan kemiringan dasar tambak 0,2% (nol koma dua persen) ke arah saluran buang (outlet);
- d. petak tandon berkapasitas paling sedikit 30% (tiga puluh persen) dari volume air pemeliharaan baik secara individu maupun kolektif;
- d) semua tambak menggunakan wadah beton atau lining, sehingga tidak ada
- e) perlakuan tanah dasar tambak;
- f) desain dan tata letak dibangun untuk mendapatkan air dengan kualitas baik dan mencegah penularan penyakit, yang terdiri dari petak saluran pengendapan/tandon, petak pembesaran dan petak/saluran pengolah limbah (Gambar 4);



**Gambar 4.** Desain tambak super intensif

- g) memiliki fasilitas yang digunakan meliputi gudang untuk pakan dan obat ikan, peralatan kualitas air, bengkel kerja, genset/PLN, kincir, pompa air, sarana laboratorium lengkap, sarana biosekuriti, perumahan dan gedung administrasi, rumah jaga tambak, instalasi pengolah limbah, sarana panen, dan dilengkapi dengan konstruksi pembuangan endapan organik (central drain sistem matahari);

- h) memiliki sarana pengelolaan limbah padat/cair sesuai kebutuhan dan ditempatkan di lokasi yang tidak menyebabkan resiko kontaminasi/pencemaran pada lingkungan, wadah budidaya, maupun fasilitas lain.

*Pemeliharaan super intensif*

- a) padat penebaran 5.000.000 (lima juta) sampai dengan 10.000.000 (sepuluh juta) ekor/hektare atau 217 (dua ratus tujuh belas) sampai dengan 385 (tiga ratus delapan puluh lima) ekor/meter<sup>3</sup> menggunakan kincir minimal 80 (delapan puluh) unit kincir, 40 (empat puluh) unit turbo jet dan 10 (sepuluh) blower/hektare, dan pompa air sesuai kebutuhan;
- b) kedalaman air 200 (dua ratus) cm sampai dengan 260 (dua ratus enam puluh) cm;
- c) pemanenan dapat dilakukan ketika populasi mencapai 10 (sepuluh) ton atau 20% (dua puluh persen) sampai dengan 30% (tiga puluh persen) dengan frekuensi 3 (tiga) sampai dengan 4 (empat) kali baik secara parsial maupun total dalam upaya untuk menyesuaikan dengan daya dukung tambak; dan
- d) total produksi berkisar 100 (seratus) sampai dengan 150 (seratus lima puluh) ton/hektare/musim tanam.



**Gambar 5.** Teknologi super intensif dengan menggunakan kincir

Sebagai bahan perbandingan berdasarkan teknologi yang diterapkan menurut Farchan dan Mugi (2006), akuakultur dibagi dalam budidaya intensif, semi intensif dan ekstensif. Beberapa batasan yang digunakan untuk menyebut sistem budidaya ini adalah seperti tabel berikut:

**Tabel 1.** Pembagian akuakultur berdasarkan teknologi yang diterapkan (Farchan dan Mugi 2011)

No	Karakteristik Budidaya	Intensif	Semi Intensif	Ekstensif
1	Padat tebar Tinggi	Udang Vaname > 120 ekor/m <sup>2</sup> , Udang Windu : > 30 ekor /m <sup>2</sup>	Udang Vaname 50 -100 ekor/m <sup>2</sup> Udang Windu 15 – 25 ekor/m <sup>2</sup>	Udang Vaname 50 - 100 ekor/m <sup>2</sup> , Udang Windu 15 – 25 ekor/m <sup>2</sup> , Rendah, Udang Vaname < 30 ekor/m <sup>2</sup> , Udang Windu < 9 ekor/m <sup>2</sup>
2	Ketrampilan Sumber daya manusia (SDM)	Teknisi yang menguasai teknologi	Teknisi yang mulai berkembang	Teknisi baru
3	Infeksi hama dan penyakit	Lebih rentan infeksi	Sedikit rentan infeksi	Kurang rentan infeksi
4	Produksi per satuan luas	Tinggi	Sedang	Kecil
5	Sumber daya alam (SDA)	seperti pasang surut, plankton tidak terlalu tergantung alam	Sudah setengah menggunakan SDA	tergantung SDA

**B Praktek Unjuk Kerja**

Judul Modul	: Merancang Tata Letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya
Elemen Kompetensi 1	: Menetapkan tingkat teknologi budidaya
Alat dan Bahan	:
1. Alat	: Alat tulis, <i>flip chart</i> , alat peraga, beberapa teknologi budidaya udang, perlengkapan diskusi kelompok
2. Bahan	: Bahan Ajar
Waktu	: 1 JP (@45 menit)

No.	Kriteria Unjuk Kerja	Urutan Kerja/Kegiatan	Alat Bantu
1.	Faktor-faktor penentu tingkat teknologi budidaya udang	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan tujuan budidaya udang</li> <li>2. Menjelaskan jenis udang yang dibudidayakan dan prospeknya</li> <li>3. Menjelaskan skala usaha budidaya udang</li> <li>4. Menentukan faktor yang paling menentukan dalam budidaya udang.</li> </ol>	Bahan ajar, <i>Flip chart</i> , Perlengkapan diskusi kelompok
2.	Tingkat teknologi budidaya udang	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan tingkat teknologi yang diterapkan dalam budidaya udang berdasarkan ketersediaan air</li> <li>2. Menjelaskan tingkat teknologi yang diterapkan dalam budidaya udang berdasarkan sarana dan prasarana</li> <li>3. Mengidentifikasi kebutuhan sarana prasarana teknologi budidaya udang yang menggunakan wadah kurang dari 1000 m<sup>2</sup></li> </ol>	Bahan ajar, Alat tulis, <i>Flip chart</i> , Alat peraga, Beberapa teknologi budidaya udang, Perlengkapan diskusi kelompok
3.	Tingkat teknologi budidaya udang yang akan diterapkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan faktor yang mempengaruhi teknologi budidaya dan teknologi budidaya</li> <li>2. Menentukan teknologi pemeliharaan udang untuk sistem tertutup (<i>closed system</i>)</li> </ol>	Bahan ajar, Alat tulis, <i>Flip chart</i> , Alat peraga, Beberapa teknologi budidaya udang, Perlengkapan diskusi kelompok

### C. Evaluasi

Nama Peserta	:	
Judul Modul	:	<b>Merancang Tata Letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya</b>
Elemen Kompetensi 1	:	Menetapkan tingkat teknologi budidaya

<ol style="list-style-type: none"><li>1. Jelaskan tujuan budidaya udang</li><li>2. Jelaskan jenis udang yang dibudidayakan</li><li>3. Jelaskan tingkat teknologi yang diterapkan dalam budidaya udang berdasarkan ketersediaan air</li><li>4. Jelaskan tingkat teknologi yang diterapkan dalam budidaya udang berdasarkan sarana dan prasarana</li><li>5. Tentukan teknologi budidaya yang akan diterapkan</li></ol>	
Nilai	
K	: Kompeten
BK	: Belum Kompeten
	Paraf Pelatih : .....

**D Kemajuan Berlatih**

Nama Peserta	:	
Judul Modul	:	<b>Merancang Tata Letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya</b>
Elemen Kompetensi 1	:	Menetapkan tingkat teknologi budidaya

No.	Kriteria Unjuk Kerja	Urutan pekerjaan	Tingkat Kemajuan yang dicapai		Catatan
			K	BK	
1.	Faktor-faktor penentu tingkat teknologi budidaya udang	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan tujuan budidaya udang</li> <li>2. Menjelaskan jenis udang yang dibudidayakan dan prospeknya</li> <li>3. Menjelaskan skala usaha budidaya udang</li> <li>4. Menentukan faktor yang paling menentukan dalam budidaya udang.</li> </ol>			
2.	Tingkat teknologi budidaya udang	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan tingkat teknologi yang diterapkan dalam budidaya udang berdasarkan ketersediaan air</li> <li>2. Menjelaskan tingkat teknologi yang diterapkan dalam budidaya udang berdasarkan sarana dan prasarana</li> <li>3. Mengidentifikasi kebutuhan sarana prasarana teknologi budidaya udang yang menggunakan wadah kurang dari 1000 m<sup>2</sup></li> </ol>			
3	Tingkat teknologi budidaya udang yang akan diterapkan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan faktor yang mempengaruhi teknologi budidaya dan teknologi budidaya</li> <li>2. Menentukan teknologi pemeliharaan udang untuk sistem tertutup (<i>closed system</i>)</li> </ol>			

Keterangan:

K : Kompeten

BK : Belum Kompeten

Paraf Peserta : .....

Paraf Pelatih : ....

## BAB III MEMBUAT RANCANGAN TATA LETAK WADAH BUDIDAYA

### A Lembar Informasi

Judul Modul	: Merancang Tata Letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya
Elemen Kompetensi 2	: Membuat rancangan tata letak wadah budidaya

#### 1. Informasi Pokok

Desain, tata letak dan konstruksi dipengaruhi oleh mutu air. Terdapat hubungan atau siklus factor yang menentukan mutu air yaitu iklim, mutu air sumber, dasar tambak, udang dan jasad air serta teknologi yang diterapkan. Hubungan tersebut seperti pada gambar dibawah ini.



**Gambar 6.** Skema faktor yang mempengaruhi mutu air tambak,

Iklim mempengaruhi dalam menyediakan air sumber. Pada saat musim hujan kualitas air tawar untuk menurunkan salinitas sangat besar. Sebagai contoh Budidaya Udang di Serang, salinitas tambak bias samapai 54 ppt dan saat musim hujan salinitas bias 25 ppt. Untuk itu biota yang dipelihara saat musim hujan pertumbuhan lebih baik dibandingkan pada salinitas tinggi. Dasar tambak berkaitan dengan elevasi. Tambak yang mempunyai dasar lebih rendah dari titik



nol (*zero datum*) akan mempunyai kesulitan dalam mengeringkan air pada petakan. Titik nol adalah garis pantai pada saat surut terendah.

Desain, tata letak, dan konstruksi (DTK) yang tidak dikelola sesuai dengan biota, teknologi dan tujuannya dapat menemui banyak kesulitan dalam operasional pengelolaan pada manajemen kualitas dan kuantitas air, seperti pengeringan.

Dasar- dasar mendesain tambak antara lain disesuaikan dengan :

- a) Kegunaan tambak : tambak pemebesaran. NP
- b) Biologi udang : salinitas, suhu.

Untuk mendukung pembesaran udang sesuai dengan persyaratan teknis yang dibutuhkan, terdapat beberapa ketentuan yaitu:

- a) Desain dan tata letak tambak/wadah dan saluran.  
Prasarana air dibangun dengan prinsip untuk mendapatkan air dengan kualitas baik dan mencegah penyebaran penyakit;
- b) Saluran air masuk (inlet) dan saluran air buang (outlet)  
harus terpisah atau dalam hal hanya terdapat satu saluran harus memiliki fungsi spesifik air masuk atau air buang; dan
- c) Desain dan tata letak bangunan, serta jalan produksi ditata untuk meningkatkan efisiensi, menjaga kualitas produk, dan mencegah pencemaran lingkungan

#### **a. Tata letak bagian unit tambak**

Untuk membuat desain tambak diperlukan data yang lengkap dan akurat tentang topografi, garis kontur, keadaan fisik tanah, perlu peta situasi dan kontur tanah. Berdasarkan peta diketahui keberadaan, saluran dan topografinya.

- a) Jarak dan letak sumber air
- b) Dihindarkan pengairan secara seri
- c) Perlu perahatkan grrn belt
- d) Jarak jalur hijau 300 (tiga ratus) meter dari surut terendah
- e) Arah mata angin
- f) Sejajar dengan petakan tambak
- g) Jaringan sarana penghubungan

Data elevasi dan kontur sangat diperlukan untuk menentukan dasar tambak sehingga perlu dilakukan pengukuran elevasi tambak. Kedudukan pelataran dan saluran harus seimbang sehingga dapat mengelola air dalam tambak dengan mudah dan baik.



**Gambar 7.** Mengukur elevasi tambak dengan alat sederhana.

1) Perancangan Tata Letak

Perlu memperhatikan antara lain :

- a) Tata letak mampu memanfaatkan maksimal keadaan lahan yang tersedia. Contoh gunakan alur atau saluran air kecil sebagai saluran air
- b) Tempatkan rumah dinas, jaga , gudang sesuai dengan kemudahan dalam beketrja.
- c) Saluran di desain mamapu mengairi secara maksimal dan mengeringkan dengan baik.
- d) Pintu utama ditempatkan di daerah yang terlindung dari gelombang atau hempasan angin
- e) Pintu air ditempatkan sama atau muka air surut terendah

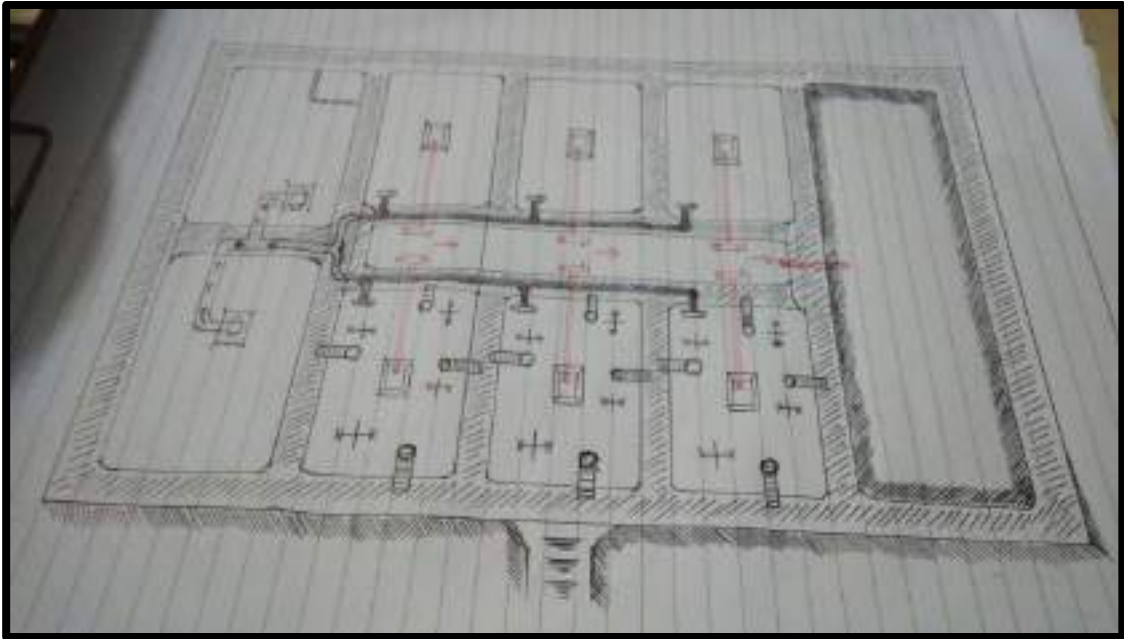
Pintu utama ditempatkan lebih ke arah hulu dan terpisah sehingga kemungkiann bercampur kemabali airnya kecil.

**b. Desain tambak**

Desain petakan tambak membutuhkan pertimbangan yang seksama agar tambak dapat berfungsi secara efisien dan layak secara ekonomis (Bose dkk., 1991). Tujuan daripada desain tambak yang baik adalah mengefektifkan pengelolaan limbah, di samping memudahkan pengelolaan air dan pemanenan udang (Chanratchakool dkk., 1995). Secara umum, desain petakan tambak merupakan perencanaan bentuk tambak yang meliputi: ukuran panjang dan lebar petakan, kedalaman, ukuran pematang, ukuran berm, ukuran saluran keliling serta ukuran dan letak pintu air (ukuran dan letak pintu tidak dibahas dalam tulisan ini). Petakan tambak sebaiknya berbentuk empat persegi panjang atau bujur sangkar, tergantung tingkat teknologi yang diterapkan (Tabel 1). Bentuk tambak dalam hubungannya dengan posisi kincir dan pergerakan air adalah sangat penting untuk membuat area lebih luas yang bebas dari limbah dalam tambak (Chanratchakool dkk, 1995). Untuk petakan berbentuk empat persegi panjang, sisi terpanjangnya sebaiknya kurang dari 150 m agar pemasukan air dari satu sisi ke sisi lain masih dapat menimbulkan arus yang cukup kuat. Selain itu, sisi terpanjang petakan hendaknya tegak lurus terhadap arah angin. Hal ini dimaksudkan agar angin yang bertiup tersebut tidak menimbulkan gelombang air yang terlalu kuat. Bila sisi terpanjang petakan sejajar angin, gelombang air dalam petakan menjadi cukup kuat yang dapat merusak pematang.

Tambak ekstensif (sederhana) pada umumnya memerlukan saluran keliling untuk tempat berlindung udang yang dipelihara (Gambar 1). Pada umumnya saluran keliling mempunyai ukuran dalam 0,3 m dan lebar 3–5 m, tergantung luas tambak. Jarak antara saluran keliling dan kaki pematang dibuat sekitar 2 m, agar saluran tidak cepat dangkal sebagai akibat erosi pematang.

Pada tambak semi intensif (madya), saluran keliling sering tidak diperlukan, karena kedalaman air sudah cukup memadai. Di sini saluran hanya diperlukan untuk membuang genangan air pada waktu persiapan tambak. Oleh karena itu, lebarnya lebih kecil dan tidak dalam dibanding pada tambak sederhana. Namun demikian, saluran tengah dengan kemiringan kearah pintu air diperlukan pada tambak semi intensif (Gambar 2). Demikian juga pada tambak intensif (maju) yang tidak lagi membutuhkan adanya saluran keliling, tetapi dibutuhkan pembuangan tengah atau central drain (Gambar 3). Luas petakan tambak udang yang ideal tergantung tingkat teknologi yang diterapkan (Tabel 1). Semakin kecil ukuran tambak semakin mudah dalam pengelolaannya, tetapi akan lebih mahal dalam konstruksi maupun operasional (Chanratchakool dkk., 1995). Ukuran petakan tambak yang kecil akan berakibat meningkatnya luas lahan yang tidak produktif.



**Gambar 8.** sketsa tata letak

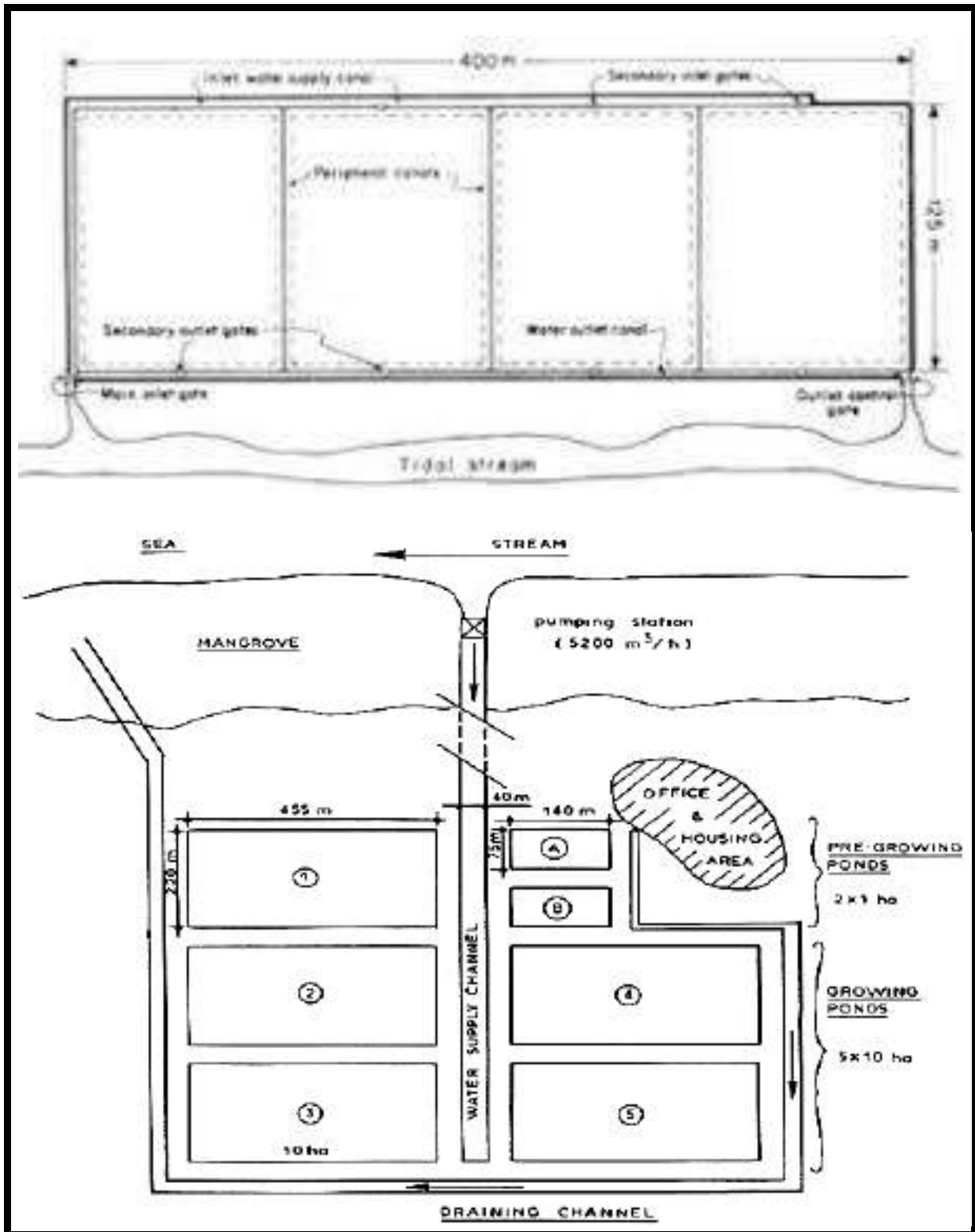
### **c. Tata Letak Tambak**

Rekayasa tambak secara keseluruhan termasuk perencanaan tata letak tambak pada suatu hamparan yang akan dibangun menjadi hamparan pertambakan. Hamparan lahan yang luas, mencapai beberapa ratus hektar, memerlukan perencanaan yang matang dengan mempertimbangkan tingkat teknologi yang akan diterapkan dan keadaan lingkungan sekitarnya (Mustafa dkk., 2006). Tata letak suatu unit tambak harus memenuhi tujuan antara lain: menjamin kelancaran mobilitas operasional sehari-hari, menjamin kelancaran dan keamanan pasok air dan pembuangannya, dapat menekan biaya konstruksi tanpa mengurangi fungsi teknis dari unit tambak yang dibangun dan mempertahankan kelestarian lingkungan (Poernomo, 1988). Tata letak tambak secara keseluruhan dapat dilaksanakan setelah lokasi tambak diketahui dan pengamatan langsung di lapangan telah dilakukan. Hal ini dilakukan untuk menjamin agar tata letak tambak betulbetul memenuhi persyaratan yang diinginkan. Pengamatan langsung di lapangan sangat penting untuk mengetahui keadaan sebenarnya dari lahan yang akan dibangun, misalnya keadaan topografi, kemiringan lereng, elevasi, adanya sungai sebagai sumber air, dan sebagainya. Sistem irigasi, daerah penyangga dan areal untuk sarana penunjang (seperti gudang pakan, gudang kapur, gudang pestisida, gudang peralatan, bengkel, rumah genset, rumah jaga, rumah pompa), pematang yang mampu dilalui kendaraan roda empat, juga termasuk dalam aspek tata letak tambak. Hal terakhir tersebut perlu diperkirakan untuk menjamin kelancaran pengangkutan (Linsley & Franzini 1985).

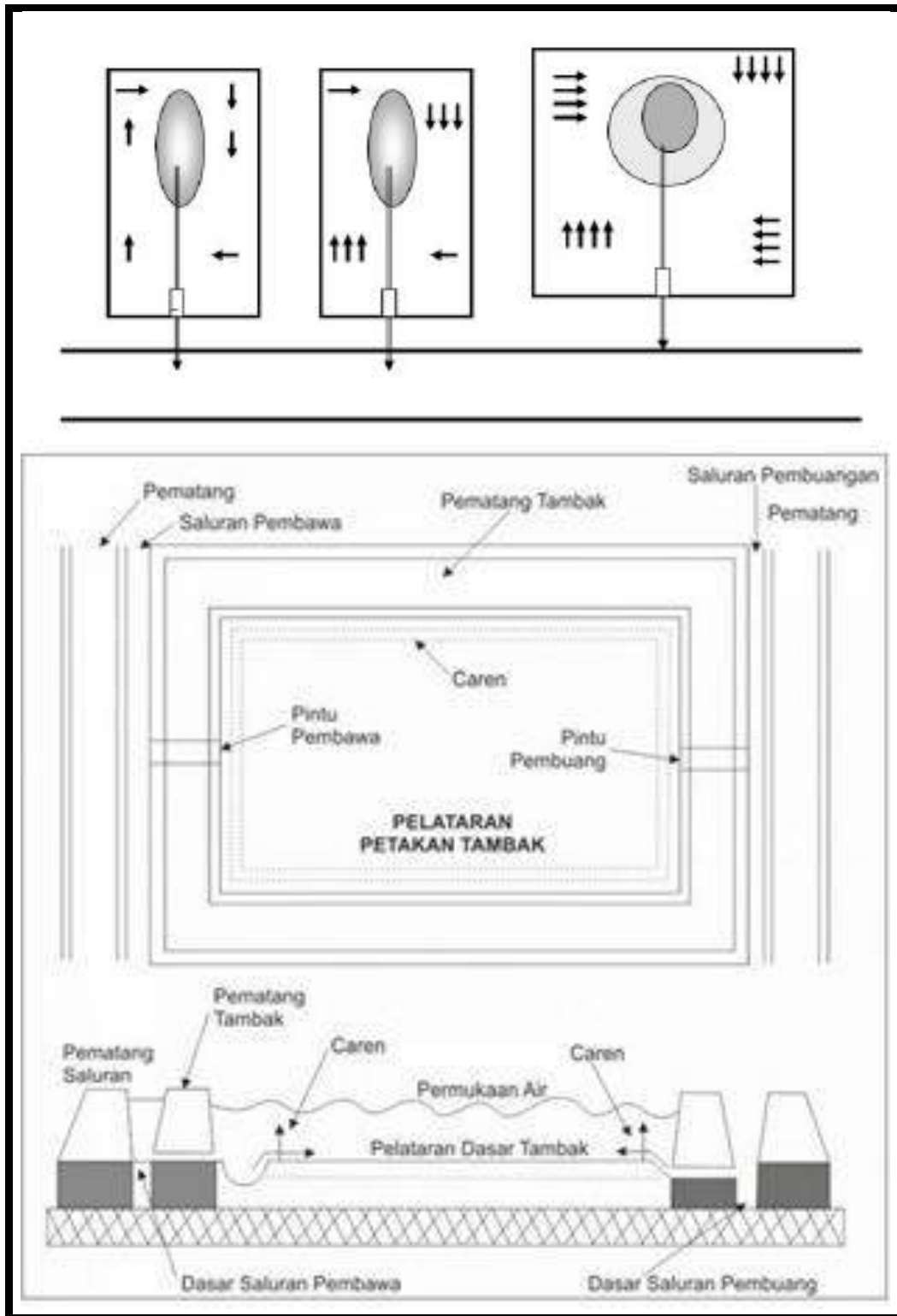
**d. Desain, Tata Letak dan Konstruksi Tambak Dengan Biosekuriti**

Untuk membangun wadah budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) yang bebas penyakit, desain dan tata letak tambak udang yang sistematis sangat diperlukan. Setelah memilih lokasi yang memenuhi syarat budidaya—di antaranya dekat dengan sumber air berkualitas, bebas banjir, dan memiliki infrastruktur memadai—penerapan biosekuriti perlu diperhatikan, di antaranya adalah;

- a) Adanya pagar, pematang, atau saluran biofilter disekitar tambak untuk mencegah adanya organisme carier (pembawa penyakit).
- b) Sumber air yang berasal dari inlet merupakan saluran sekunder/tersier—yang artinya air yang masuk ke petak pembesaran adalah air yang sudah disaring secara fisik, kimia, dan biologi. Sumber air dapat berasal dari air laut, sungai, atau sumur.
- c) Adanya tandon inlet tempat bercampurnya air tawar dan air laut dan sebagai petak penampungan air pasokan ke petak pembesaran. Juga saluran buang (outlet) sebagai instalasi pengelolaan air limbah sebelum air buangan disalurkan ke luar.



Gambar 9. Desain tata letak tambak kolektif berbasis biosekuriti

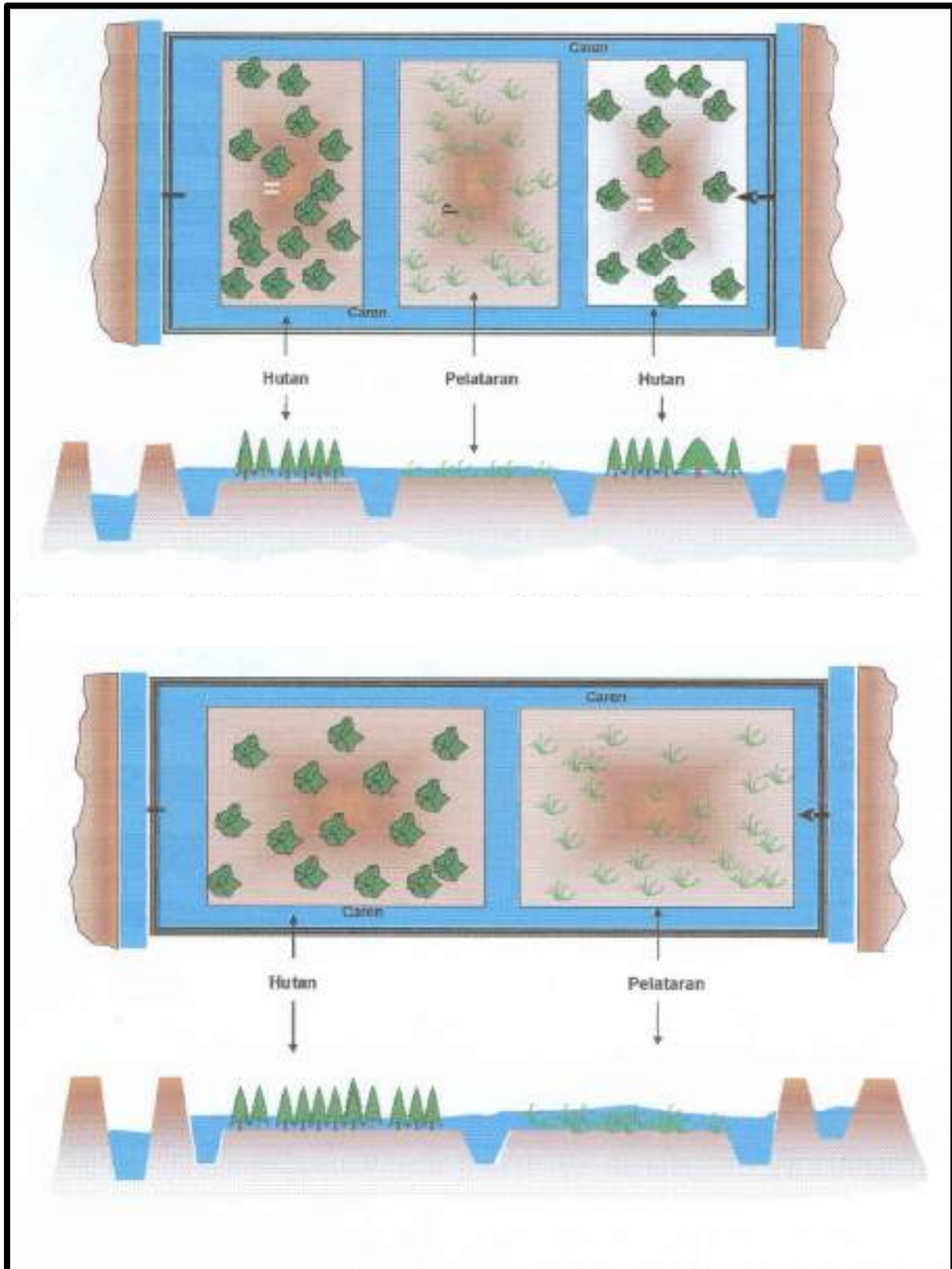


Gambar 10. Desain tambak dengan luas > 5.000 m<sup>2</sup>



**Gambar 11.** Tata letak tambak silvofishery





**Gambar 12.** Desain silvofishery dengan pemanfaatan lahan untuk budidaya sebesar 30% (atas) dan 50% (bawah).



**Gambar 13.** Desain tambak yang tidak berkelanjutan



**Gambar 14.** Tambak tradisional di lahan intertidal Muara Sungai Mahakam yang tidak mengikuti aturan teknis pertambakan

#### **e. Elevasi**

Dalam merencanakan tambak secara keseluruhan, yang harus ditentukan pertama kali adalah elevasi dasar tambak yang didasarkan pada kisaran pasang surut air laut di lokasi yang terpilih. Elevasi dasar tambak erat kaitannya dengan pengelolaan air dalam tambak yang sebagian besar dipengaruhi oleh pasang surut. Dengan memanfaatkan pasang surut semaksimal mungkin, maka biaya operasional akan berkurang. Pada prinsipnya tambak harus dapat dikeringkan tuntas secara gravitasi. Oleh karena itu, elevasi dasarnya harus lebih tinggi dari rata-rata surut rendah atau minimal lebih tinggi dari zero datum. Agar tambak mudah dikeringkan, paling tidak harus ada perbedaan tinggi sekitar 0,15 m antara dasar tambak dengan dasar pintu air dan antara dasar pintu air dengan dasar saluran. Penentuan elevasi dasar tambak sangat kritis pada tanah sulfat masam yang mengandung pirit sehubungan dengan kebutuhan remediasi tanah sulfat masam yang berkali-kali untuk mengurangi pengaruh asamnya. Dalam proses remediasi ini dilakukan pengeringan, penggenangan, dan pembilasan tambak berkali-kali (Mustafa & Sammut, 2007). Bila tambak tidak dapat dikeringkan, maka proses remediasi tanah sulfat masam menjadi tidak sempurna. Akibatnya pertumbuhan udang dan ikan bandeng yang dipelihara menjadi lambat dan sintasannya menjadi rendah. Selain itu, lapisan pirit pada tambak tanah sulfat masam perlu pula diwaspadai, sebab bila lapisan pirit ini teroksidasi pada saat penggalian tambak akan menyebabkan penurunan pH tanah. Tata letak tambak tergantung pada jenis organisme yang dibudidayakan dan teknologi yang diterapkan.

#### **f. Konstruksi Tambak**

Konstruksi tambak harus didahului dengan kegiatan penyusunan rencana kerja yang matang agar dicapai efisiensi dan penggunaan dana serta daya sehingga memperoleh hasil yang maksimum (Cholik & Arifudin, 1989). Di dalam rencana kerja harus tercantum tahapan pekerjaan yang akan dilaksanakan, kebutuhan tenaga kerja, waktu yang diperlukan, pengaturan pekerjaan dan jenis serta jumlah alat yang diperlukan. Tahapan pekerjaan meliputi pembersihan lahan dari vegetasi yang ada, pembangunan rumah jaga, gudang, dan sebagainya.

Konstruksi pematang dalam unit tambak harus dilaksanakan sesuai dengan desain dan tata letak yang telah ditetapkan sebelumnya. Konstruksi pematang utama dilaksanakan mendahului bagian-bagian lainnya. Hal ini diperlukan untuk memudahkan di dalam pekerjaan penebangan vegetasi. Setelah pematang utama dibangun dan pintu utama dipasang, maka tanah dasar di dalamnya dapat dikeringkan sehingga memudahkan pekerjaan pemotongan batang-batang vegetasi dan penggunaan alat berat jika diperlukan. Konstruksi pematang harus dilaksanakan secara cermat. Konstruksi pematang utama biasanya didahului dengan penebangan vegetasi sepanjang jalur yang akan dilalui pematang. Kemudian pada jalur tersebut dibuat “selokan” yang lebarnya 0,5 m dan dalamnya 0,5—0,6 m (Wheaton, 1977). Selanjutnya selokan tersebut diisi dengan tanah yang dipadatkan yang nantinya merupakan pasak bagi pematang utama dan apabila dilaksanakan dengan baik akan membantu mengurangi kebocoran.

Pekerjaan berikutnya adalah membuat profil pematang dari kayu atau belahan bambu yang menggambarkan bentuk pematang yang akan dikonstruksi. Profil pematang ini dibuat pada setiap jarak 5–10 m yang saling dihubungkan dengan tali. Tanah yang digunakan untuk pematang digali dan dibentuk sehingga membentuk balok tanah dan bersih dari sisa-sisa akar atau batang vegetasi. Pada pembuatan pematang, tanah berbentuk balok itu harus disusun sedemikian rupa sehingga tidak terbentuk rongga udara di dalamnya. Penyusunan balok tanah yang kurang tepat akan membentuk rongga udara yang besar, merupakan salah satu penyebab tingginya penyusutan pematang tambak tanah gambut (Mustafa, 1998). Untuk menghindari kebocoran pada pematang tambak tanah gambut, maka pematang dapat dibuat lebih lebar atau dilakukan pengisian tanah liat sebagai inti pematang pada bagian tengahnya.

Konstruksi saluran utama atau sekunder harus dilaksanakan sesuai dengan desain yang telah ditetapkan sebelumnya. Pelaksanaan konstruksi saluran biasanya dilaksanakan bersamaan dengan pembuatan pematang yang berdekatan dengan saluran tersebut, yang dimaksudkan agar tanah galian saluran yang telah bebas dari sisa-sisa vegetasi dapat langsung digunakan untuk

membangun pematang. Tanah dasar tambak harus diratakan dan dibuat miring ke arah pintu pembuangan. Perataan tanah dasar tambak meliputi pekerjaan pembersihan dari sisa-sisa vegetasi, menetapkan ketinggian dasar, menimbun lekukan-lekukan, menggali tanah yang menonjol tinggi, dan membuat kemiringan ke arah pintu pembuangan. Pekerjaan membersihkan dari sisa-sisa vegetasi memakan waktu dan tenaga yang cukup lama.

## 2. Informasi Penunjang

Pada pemeliharaan udang, terutama dengan sistem madya dan maju, hanya memerlukan petakan tambak yang dapat dipakai mulai dari penebaran benur sampai panen. Alasan utamanya adalah sulitnya memindahkan udang dari satu petak ke petak lainnya, terlebih bila udangnya masih kecil. Pemindahan udang lebih besar risikonya, karena sifat udang, terutama udang Windu yang suka tinggal di dasar dan membenamkan diri dalam lumpur. Akan tetapi bila ingin menggunakan benur hasil pentokolan atau pembantuan, maka pentokolan atau pembantuan dapat dilakukan dengan sistem hapa dalam tambak atau dengan menggunakan bak terkontrol agar lebih mudah dalam pemanenannya. Daerah penyangga perlu disediakan dalam mendesain hamparan pertambakan.

Daerah penyangga berupa lahan yang berbatasan dengan laut atau sungai yang tidak digunakan untuk pemeliharaan udang, melainkan untuk tempat tumbuhnya vegetasi mangrove yang merupakan tanaman asli di daerah tersebut. Areal ini perlu disediakan sebagai jalur hijau yang lebarnya minimal 130 x nilai rata-rata perbedaan air pasang tertinggi dan terendah tahunan dalam satuan meter yang diukur dari garis surut terendah (Pasal 27 Keppres Nomor 32 tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung) dan minimal 100 m dari kiri kanan sungai besar dan 50 m kiri kanan sungai kecil di luar pemukiman (Pasal 16 Keppres Nomor 32 tahun 1990), yang merupakan sumber air bagi hamparan pertambakan. Dengan adanya daerah pelindung, maka angin laut yang kencang dapat ditahan oleh vegetasi mangrove yang tumbuh di daerah tersebut sehingga kerusakan pematang karena erosi yang ditimbulkan oleh angin dapat berkurang. Hal ini juga berarti mengurangi biaya pemeliharaan pematang. Di samping itu, secara tidak langsung perairan di sekitar hutan mangrove menjadi subur, karena proses mineralisasi bahan organik yang berasal dari daun mangrove yang gugur dan pada gilirannya air yang masuk dalam tambak juga kaya unsur-unsur hara. Selain itu, air yang masuk dan keluar dari tambak lebih dijamin kualitasnya, karena adanya kemampuan dari vegetasi mangrove untuk mengakumulasi bahan pencemar. Oleh karena itu, juga disarankan untuk adanya vegetasi mangrove jajar satu pada saluran tersier, jajar dua pada saluran sekunder, dan jajar tiga pada saluran primer, baik pada saluran pemasukan maupun pembuangan untuk mempertahankan border effect dari vegetasi (Mustafa & Ahmad, 1996). Bila lahan

tambak udang yang tersedia merupakan lahan baru dan belum berbentuk suatu hamparan tambak, maka desain tambak sebaiknya menerapkan sistem budidaya

Dengan saluran pemasukan dan pengeluaran air terpisah. Dengan sistem ini sirkulasi air dijamin lancar, sehingga kualitas air yang merupakan kunci utama dalam budidaya udang juga terjamin. Bila dalam lahan tersebut sudah ada sungai, diusahakan agar sungai tersebut menjadi saluran dan tata letak tambaknya disesuaikan dengan jalur sungai. Bila lahan yang tersedia sudah dalam bentuk hamparan tambak, maka tata letak tambak harus didesain sesuai dengan teknologi yang diterapkan

**B Praktek Unjuk Kerja**

Judul Modul	: Merancang Tata Letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya
Elemen Kompetensi 2	: Membuat rancangan tata letak wadah budidaya
Alat dan Bahan	:
1. Alat	: Flip chart, Alat peraga, Perlengkapan diskusi kelompok
2. Bahan	: Bahan ajar, Skema desain, tata letak dan konstruksi (DTK)
Waktu	: 1 JP (@45 menit)

No.	Kriteria Unjuk Kerja	Urutan Kerja/Kegiatan	Alat Bantu
1.	Faktor-faktor yang mempengaruhi tata letak dan desain diidentifikasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi tata letak dan desain terhadap teknologi yang akan digunakan</li> <li>Menjelaskan hubungan antar faktor yang diidentifikasi terhadap tata letak dan desain yang akan digunakan</li> </ol>	Bahan ajar, Flip chart, Alat peraga, Skema desain, tata letak dan konstruksi (DTK), Perlengkapan diskusi kelompok
2.	Denah/tata wadah budidaya dan jaringan irigasi digambar	<ol style="list-style-type: none"> <li>Menentukan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat denah/tata letak</li> <li>Membuat gambar tata letak wadah budidaya dan jaringan irigasi</li> </ol>	Bahan ajar, Flip chart, Alat peraga, Skema desain, tata letak dan konstruksi (DTK), Perlengkapan diskusi kelompok

### C Evaluasi

Nama Peserta	:	
Judul Modul	:	<b>Merancang Tata Letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya</b>
Elemen Kompetensi 2	:	Membuat rancangan tata letak wadah budidaya

1. Jelaskan hubungan antar faktor yang diidentifikasi terhadap tata letak dan desain yang akan digunakan
2. Tentukan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat denah/tata letak
3. Buatlah gambar tata letak wadah budidaya dan jaringan irigasi

Nilai	
K	: Kompeten
BK	: Belum Kompeten
	Paraf Pelatih : .....



**D. Kemajuan Berlatih**

Nama Peserta	:	
Judul Modul	:	<b>Merancang Tata Letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya</b>
Elemen Kompetensi	:	Membuat rancangan tata letak wadah budidaya
		3

No.	Kriteria Unjuk Kerja	Urutan pekerjaan	Tingkat Kemajuan yang dicapai		Catatan
			K	BK	
1.	Faktor-faktor yang mempengaruhi tata letak dan desain diidentifikasi	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi tata letak dan desain terhadap teknologi yang akan digunakan</li> <li>Menjelaskan hubungan antar faktor yang diidentifikasi terhadap tata letak dan desain yang akan digunakan</li> </ol>			
2.	Denah/tata wadah budidaya dan jaringan irigasi digambar	<ol style="list-style-type: none"> <li>Menentukan alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat denah/tata letak</li> <li>Membuat gambar tata letak wadah budidaya dan jaringan irigasi</li> </ol>			
Keterangan:					
K : Kompeten					
BK : Belum Kompeten					
Paraf Peserta : ....			Paraf Pelatih : ...		

## BAB IV

### MEMBUAT DESAIN DAN KONSTRUKSI WADAH BUDIDAYA

#### A Lembar Informasi

Judul Modul	: Merancang Tata Letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya
Elemen Kompetensi 3	: Membuat desain dan konstruksi wadah budidaya

#### 1. Informasi Pokok

Komoditas yang umum dibudidayakan di tambak Indonesia adalah udang dan ikan bandeng. Program revitalisasi di bidang akuakultur udang (udang Windu, *Penaeus monodon* dan udang Vanamei, *Litopenaeus vannamei*) dan ikan Bandeng (*Chanos chanos*) telah ditetapkan sebagai komoditas unggulan untuk dikembangkan (Anonim, 2005). Kegiatan usaha budidaya di tambak merupakan proses produksi yang memerlukan kendali dan keberhasilannya akan sangat tergantung pada faktor teknis maupun nonteknis (Cholik & Arifudin, 1989). Faktor teknis, seperti perencanaan terpadu sangat penting dalam mata rantai kegiatan budidaya tambak. Perencanaan harus diarahkan pada kemampuan untuk menciptakan kondisi yang sesuai dengan keadaan alami yang dituntut oleh organisme akuatik yang dibudidayakan. Rekayasa tambak yang mencakup desain, tata letak, dan konstruksi (DTK) adalah salah satu faktor yang dominan dalam menentukan keberhasilan budidaya di tambak. Oleh karena itu, rekayasa tambak terkait erat dengan berbagai faktor dari mata rantai proses produksi usaha budidaya sejak awal hingga panen. Rekayasa tambak yang baik dapat digunakan untuk mengatasi keterbatasan lahan dan mencegah atau mengurangi dampak negatif sosial dan lingkungan (Boyd, 1999).

Desain, tata letak, dan konstruksi (DTK) wadah budidaya disesuaikan dengan tujuan pemeliharaan, komoditas, teknologi kondisi tanah, air dan social budaya. Wadah budidaya udang di tambak dibedakan beberapa kategori antara lain :

##### a) Tambak tanah

Tambak ini mempunyai ukuran yang relatif luas umumnya mulai dari ukuran 1.000-5.000 m<sup>2</sup>. Teknologi yang dipelihara tambak sederhana atau tradisonal, atau ekstensif, semi intensif dan intensif. Seluruh petakan terbuat dari tanah, meskipun dalam pembangunannya di bagian tengah pematang di lapisi plastik.

##### b) Tambak plastik

Tambak ini adalah tanah tanah yang dilapisi plastik. Tujuannya adalah untuk memudahkan dalam mengelola kualitas dan kuantitas air. Timbulnya berbagai penyakit dan kesehatan udang didominasi oleh kondisi kualitas air. Apabila

kualitas air memenuhi syarat pertumbuhan udang dan tidak baik untuk hidup tanaman inang, maka udang bisa tumbuh sehat. Mutu air banyak ditentukan oleh kondisi air itu sendiri dan tanah. Setiap sejengkal tanah akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap mutu air. Untuk membatasi pengaruh tanah, maka dilapisi dengan plastic. Jenis paltik yang digunakan adalah platik HDPE, Mulsa dan tarpaulin.

c) Tambak beton

Ukuran tambak ini relatif kecil bervariasi dari 600 – 3.000 m<sup>2</sup>. Beberapa tambak beton digunakan sebagai lapisan dan kontruksi pematang. Teknologi yang diguanakn intensif dan superintensif. Beberapa petambak membangun konstruksi tambak di pekarangan rumah, bahkan ada juga yang membangun di depan rumah makan untuk memanfaatkan lahan dan sebagai tempat rekreasi.

d) Kolam plastik

Kolam ini dibangun diatas tanah dengan konstruksi pematang terbuat dari bambu sebagai kerangka (*frame*) plastik. Jenis plastik yang digunakan HDPE atau tarpaulin. Kolam plastik di Bangkalan, Jawa Timur, telah dikembangkan mulai ukuran 400–800 m<sup>2</sup>.

**a. Petak tandon/biofilter/reservoir/inlet**

Petak tandon/*biofilter/reservoir* berfungsi sebagai petak penampungan air sehat. Petak ini juga berfungsi untuk memperbaiki kualitas air secara dengan cara pengendapan untuk menurunkan bahan organik dan mencegah karier udang liar. Di dalam petak ini, kualitas air diperbaiki dengan cara mengendapkan bahan organik selama 1 – 2 hari dan memberantas udang hama dan penyakit yang berpotensi masuk ke dalam wadah budidaya. Tandon inlet sebaiknya berisi tanaman air berupa makroalga seperti ganggang dengan kepadatan maksimum 40% dari luas petak. Selain itu ditebar pula ikan herbivora seperti ikan nila dan bandeng yang kepadatannya disesuaikan dengan kelimpahan tanaman air. Untuk memberantas udang liar, petambak dapat menambahkan ikan predator (karnivora) agar memangsa golongan krustasea yang tidak diinginkan, atau dengan obat *crustaesida* setiap penambahan air baru.

**b. Petak sterilisasi**

Petak ini berperan sebagai penyaringan kedua setelah air diendapkan di petak tandon inlet. Pada petak ini dilakukan pembasmian mikroorganisme pembawa penyakit. Sterilisasi dapat dilakukan dengan menambahkan klorin aktif konsentrasi 90% dengan dosis 10 – 20 ppm atau klorin aktif konsentrasi 60% dengan dosis 30 – 40 ppm. Aplikasi dilakukan secara merata dan cepat karena klorin bersifat oksidator cepat menguap. Perlu diingat bahwa penggunaan klorin

harus dilakukan secara bijak karena dikhawatirkan dapat menyebabkan tanah menjadi tandus, perairan kurang subur, resistensi patogen terhadap klorin, dan juga menghambat pertumbuhan plankton menguntungkan. Jika terdapat banyak lumut di saluran inlet, penambahan silikat dengan dosis 3 ppm dapat dilakukan. Silikat dilarutkan ke dalam air tawar terlebih dahulu lalu ditebar merata ke seluruh permukaan air tambak pada aera yang ditumbuhi lumut.

### **c. Petak pembesaran udang**

Ketinggian pematang sebaiknya 2,5 m dengan lebar 1,5 – 2 m. Dengan konstruksi tersebut, pematang mampu menampung air dengan kedalaman sekitar 80 – 100 cm (1 m). Ukuran luasan petak ini umumnya 0,3 – 0,5 ha, berbentuk segi panjang atau bujur sangkar. Bagian unit konstruksi tambak terdiri atas:

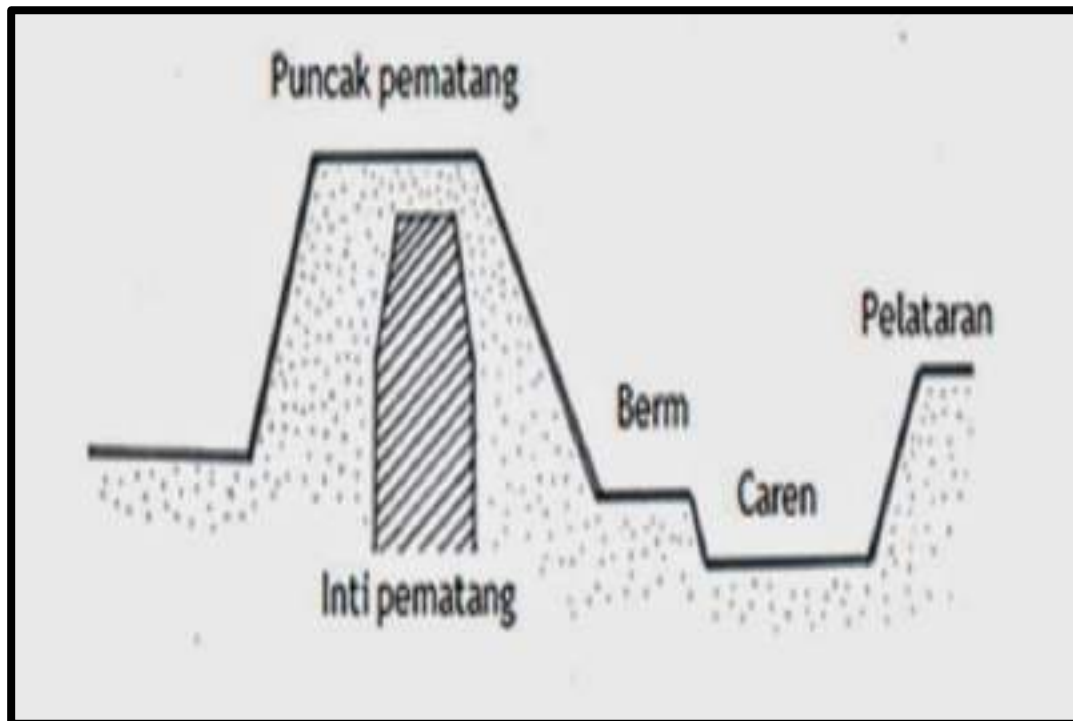
- a) pematang
- b) pintu air
- c) saluran air
- d) dasar tambak (pelataran)
- e) perangkat lainnya

### **d. Pematang**

Mendesain pematang (pematang utama, sekunder, tersier) yang pertama kali diperhatikan adalah pematang harus mampu menampung ketinggian air maksimum yang diperlukan. Jadi tinggi pematang harus didasarkan pada pasang tertinggi air laut yang pernah ada. Selain itu, kondisi pematang tidak boleh bocor. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah pematang harus mampu melindungi areal yang dibatasinya dari tekanan air dalam segala kondisi. Berarti, pematang harus cukup kuat, tidak mudah jebol karena tekanan air dan tidak mudah tererosi. Perlu pula dipertimbangkan, kemungkinan digunakan sebagai jalan yang dapat dilalui kendaraan roda empat. Namun perlu diingat bahwa, infrastruktur dan jalan masuk ke arah tambak tidak diperbolehkan apabila dapat mengubah aliran air alami yang dapat menyebabkan instruksi lahan non-tambak terdekat atau menyebabkan terkurungnya air sehingga dapat mengakibatkan banjir.

Bagian-bagian pematang adalah puncak pematang, dasar pematang, berm dinding atau lereng pematang, inti pematang, dan garis tengah atau sumbu pematang. Untuk mengurangi masuknya asam-asam organik dalam tambak pada saat hujan (terutama setelah panas yang lama), maka pada tambak tanah sulfat masam dan tanah gambut sebaiknya pematang diberi “berm” dan ditanami rumput (Mustafa dkk., 1992). Penanaman rumput pada pematang ini juga dapat mengurangi erosi pematang, namun jangan membiarkan rumput tumbuh dalam air tambak yang dapat mengganggu pengelolaan tambak.

Selain itu, untuk mengurangi masuknya asam-asam organik dari tanah pematang tambak yang dibangun dit tanah sulfat masam, disarankan melakukan pengapuran berlapis atau integrasi kapur kedalam tanah pematang pada saat pembuatan pematang baru atau rekonstruksi pematang (Gambar 4). Metode yang digunakan untuk menentukan kebutuhan kapur tersebut didasarkan pada potensi kemasaman di antaranya dengan mengetahui persentase sulfur yang dapat teroksidasi (SPOS) yang dapat digunakan sebagai indikator potensi kemasaman pada tambak tanah sulfat masam (Mustafa, 2000).



**Gambar 15.** Profil pematang

*Pematang utama* atau *pematang primer* merupakan pematang yang mengelilingi seluruh areal tambak dan berfungsi melindungi areal tersebut dari banjir. Dalam mendesain pematang utama, beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut. Di antara pematang utama dan sumber air perlu diberi jarak tertentu sebagai daerah penyangga. Besarnya jarak dari tepi pantai dan sungai dijelaskan pada bagian Tata Letak Tambak. Pematang utama harus lebih tinggi dari air pasang tertinggi yang pernah terjadi selama 10–5 tahun terakhir (de la Cruz, 1983). Oleh karena itu, tinggi pematang harus diberi imbuhan atau jagaan 0,3–0,6 m (Bose dkk, 1991). Pematang yang baru dibangun biasanya mengalami penyusutan karena tanahnya bukan tanah asli, melainkan berasal dari tanah urukan yang dipadatkan. Meskipun pada saat pembuatannya sudah dipadatkan, namun karena pengaruh hujan, panas, dan keadaan cuaca lainnya, lama kelamaan tanah tersebut mengalami penyusutan. Dengan demikian penyusutan tanah perlu diperhitungkan dalam menentukan tinggi pematang. Besarnya penyusutan tergantung pada jenis tanah dan cara pemadatan yang diterapkan.

Pada tambak tanah gambut, penyusutan pematang mencapai 8,0–12,7% setiap 4 bulan yang dikerjakan secara manual (Mustafa dkk., 1995).

Kemiringan pematang ditentukan oleh tekstur dan tinggi pematang. Untuk tanah dengan tekstur liat, kemiringannya dapat dibuat 1:1 (horisontal: vertikal), bila tinggi pematang sampai 3 m. Bila tinggi pematang lebih dari 3 m, pematang harus lebih landai dengan kemiringan 1,5:1 atau 2:1. Lebar bagian atas pematang utama ditentukan oleh kegunaannya, minimum 2 m. Bila direncanakan agar dapat dilalui kendaraan roda empat, maka perlu diperlebar antara 3–4 m. Lebar pematang tergantung pada tinggi dan kemiringannya. Bentuk pematang adalah trapesium.

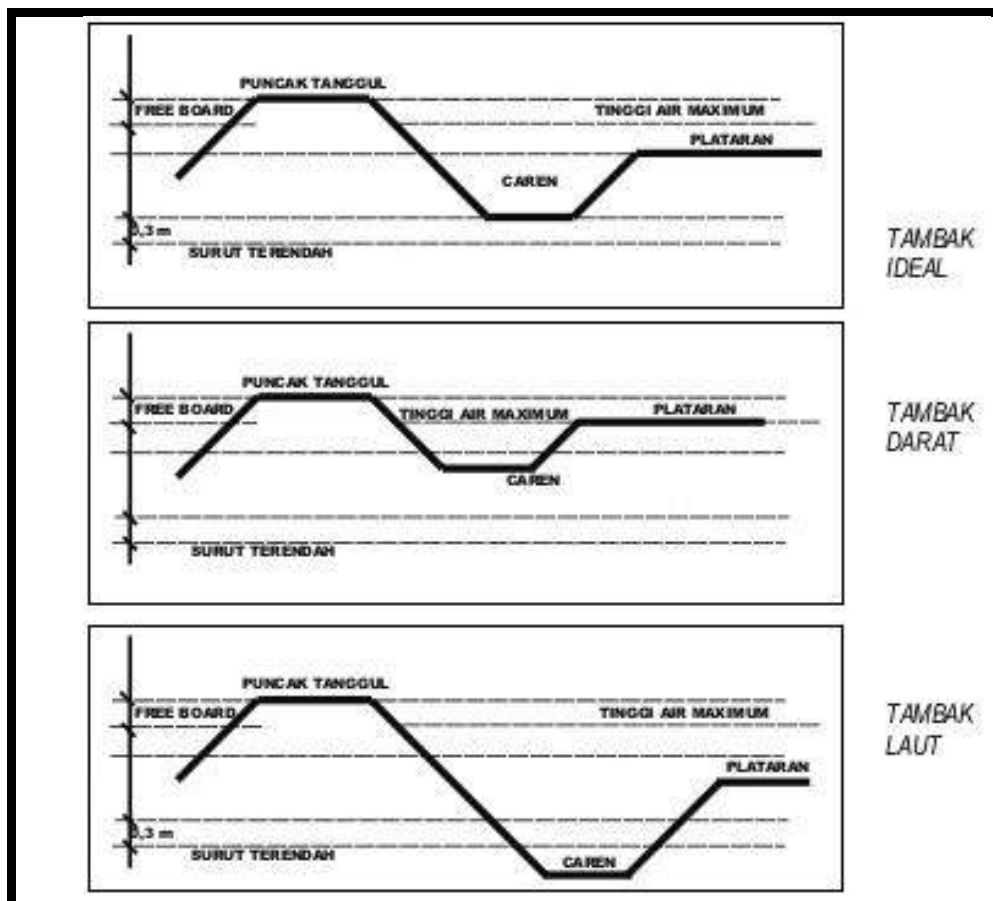
Pematang sebaiknya dilengkapi dengan inti pematang untuk memperkuat kedudukan pematang sekaligus mencegah kebocoran. Tinggi inti pematang setidaknya setinggi air maksimum yang direncanakan dalam tambak. Pada tambak tanah gambut dengan tinggi pematang 1,50 m; maka tinggi inti pematangnya 1,15 m dengan tinggi air maksimum 0,80 m dalam tambak (Mustafa dkk., 1995). Untuk tambak yang dibuat dengan alat berat, inti pematang tidak harus ada, karena alat tersebut sekaligus memadatkan pematang pada saat penggalian tanah, kecuali pada tambak yang tingkat porositasnya tinggi seperti pada tambak tanah gambut. Pembuatan inti pematang sangat penting meskipun menambah pekerjaan dan membutuhkan biaya konstruksi yang lebih besar.

Penggunaan bahan penahan kebocoran berupa tanah liat, plastik, dan anyaman bambu yang dilabur aspal pada tambak tanah gambut dapat mengurangi kebocoran air dalam tambak (Mustafa dkk., 1995; Mustafa, 1998). Pada tambak yang bertekstur kasar (pasir dan pasir berlempung), salah satu yang dapat diaplikasikan adalah teknologi “biocrete” yaitu lapisan penutup setebal 3--5 cm yang terdiri atas lapisan ijuk, pasir, dan semen. Lapisan penutup ini digunakan untuk menutup lereng bagian dalam pematang tambak dan pematang saluran air tambak seperti dilaporkan oleh Widigdo (2003).

*Pematang sekunder.* Desain pematang sekunder pada dasarnya sama seperti pematang utama, yaitu didasarkan pada kemampuannya mempertahankan tinggi air yang diinginkan dan cukup kuat menahan tekanan air dalam kelompok tambak yang diairi. Lebar bagian atas pematang sekunder disarankan minimum 1,5 m.

*Pematang tersier.* Pada umumnya, kemiringan dinding pematang tersier yang membatasi tambak satu dengan tambak lainnya dapat dibuat lebih curam daripada kemiringan dinding pematang sekunder dan utama. Namun kemiringan pematang 1:1 sudah umum untuk pematang tersier. Lebar atas pematang tersier minimum 1 m dan diperkuat dengan “berm” di bagian yang berbatasan dengan tambak. Biasanya “berm” dibuat dengan lebar 0,5 m dari lereng pematang dengan tinggi kurang lebih 0,5 m di bawah puncak pematang. “Berm” berfungsi

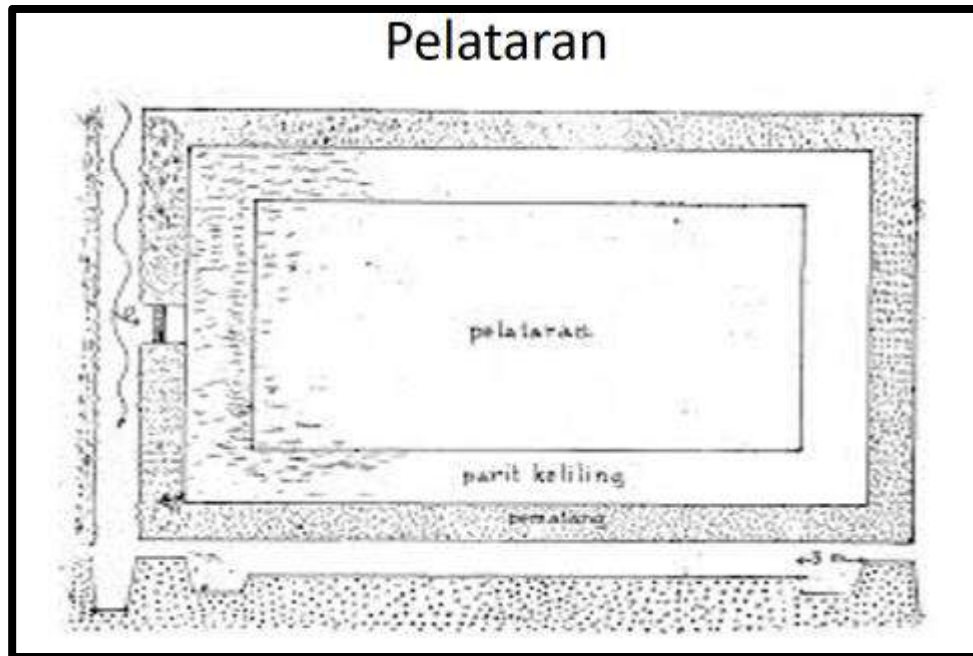
memperkuat kedudukan pematang dan melindungi pematang dari erosi yang diakibatkan oleh gerakan air dalam tambak. Pada tambak dengan jenis tanah tergolong tanah bermasalah seperti tambak tanah sulfat masam dan tanah gambut, "berm" berfungsi untuk menahan asam-asam organik yang tercuci dari atas pematang. Di samping itu, berm merupakan tempat pijakan pada waktu perbaikan pematang apabila terjadi kebocoran saat tambak sedang dioperasikan. Persyaratan kemiringan untuk pematang tersier sama dengan pematang lainnya, yaitu ditentukan oleh tekstur tanahnya. Tabel 2 memberikan nilai dasar untuk berbagai tinggi pematang, lebar atas pematang, dan lebar bawah pada berbagai kemiringan pematang.



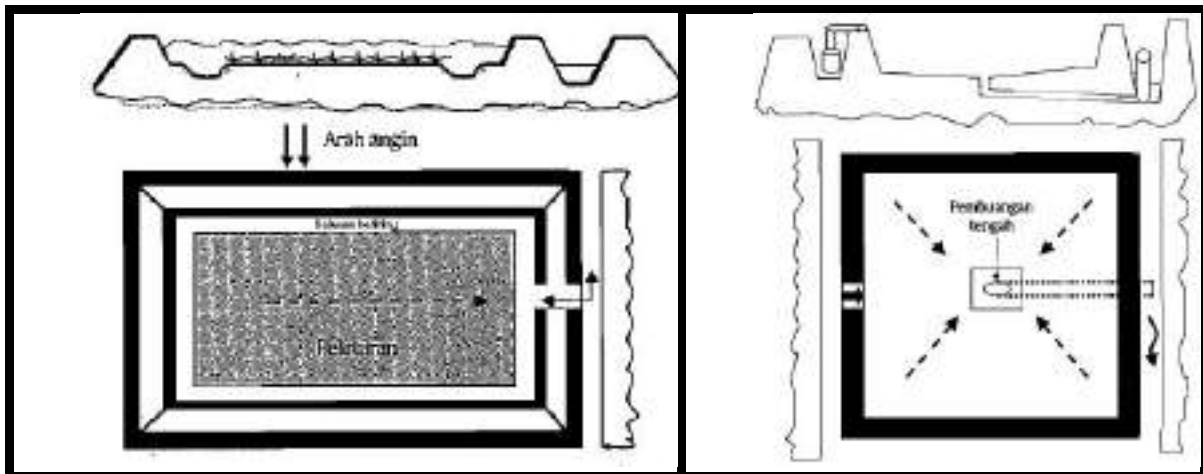
**Gambar 16.** Perbandingan elevasi pematang untuk tambak ideal, tambak darat, dan tambak laut

#### e. Dasar tambak (pelataran)

Dasar tambak disebut juga Pelataran. Kondisi dasar tambak sangat menentukan dalam menjaga mutu air. Semua residu pemeliharaan terdapat di dasar tambak. Untuk menjaga mutu air dan layak buta tempat hidup udang, maka pelataran harus didesain yang mampu melakukan sirkulasi air dan nyamna buat tempat hidup udang. Pembangunannya seperti beberapa desain di bawah ini.

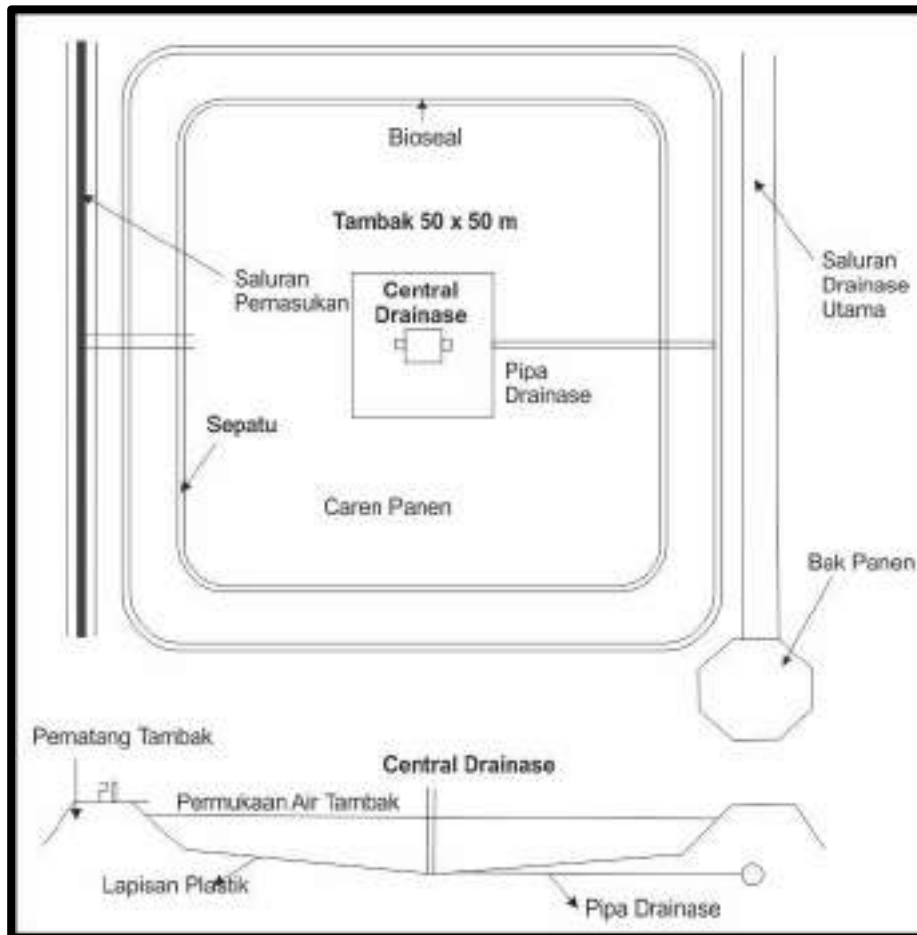


Gambar 17. Tampak atas contoh desain pelataran tambak



Gambar 18. Tampak samping (atas) dan tampak atas (bawah) desain pelataran tambak: teknologi sederhana (kiri) dan teknologi maju (kanan)

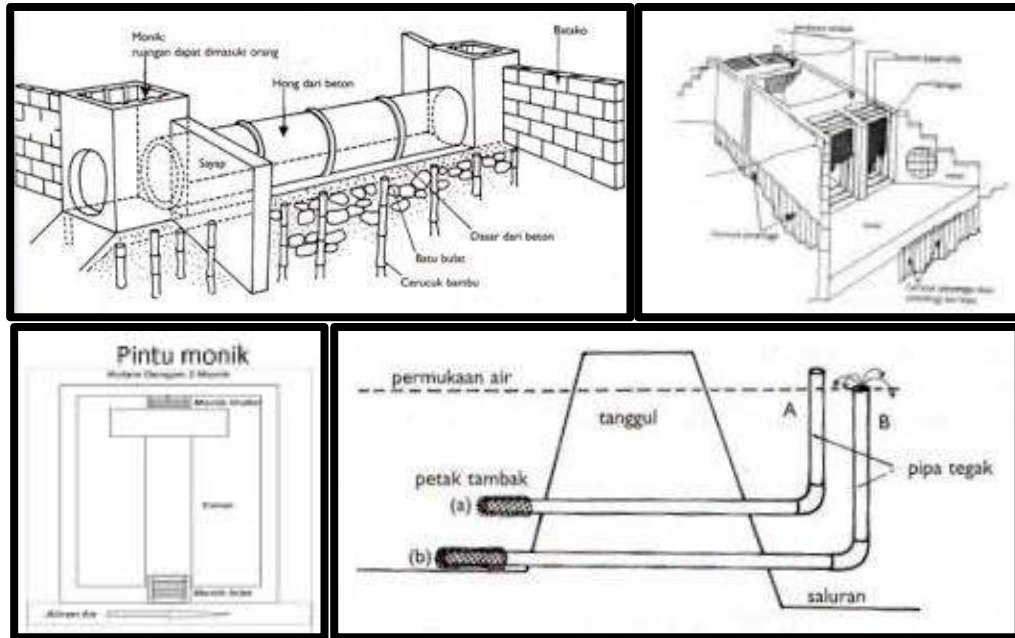




**Gambar 19.** Contoh desain tambak intensif dengan teknologi maju

#### f. Pintu Beton

Pintu beton memiliki kekuatan yang kokoh. Umumnya, pembuatan pintu beton melibatkan ahli pembuat pintu ini. Oleh sebab biaya pengadaannya yang sangat mahal, tidak banyak petani yang menggunakannya. Pengadaan pintu beton biasanya diadakan oleh pemerintah daerah setempat untuk digunakan oleh banyak petambak. Selain itu, pengguna pintu ini yaitu perusahaan besar yang melakukan budidaya udang secara intensif. Pada pintu monik, digunakan gorong-gorong untuk mengalirkan air. Diameter sekat penutup yang digunakan hendaknya disesuaikan dengan diameter gorong-gorong. Pintu monik termasuk tipe pintu tertutup. Dengan begitu, bagian atas pintu tidak terganggu saat pengoperasian sehingga dapat dilewati oleh kendaraan. Pintu monik efisien untuk kebutuhan air yang cukup kecil sehingga sering digunakan sebagai pintu pembuangan air pada tambak intensif.



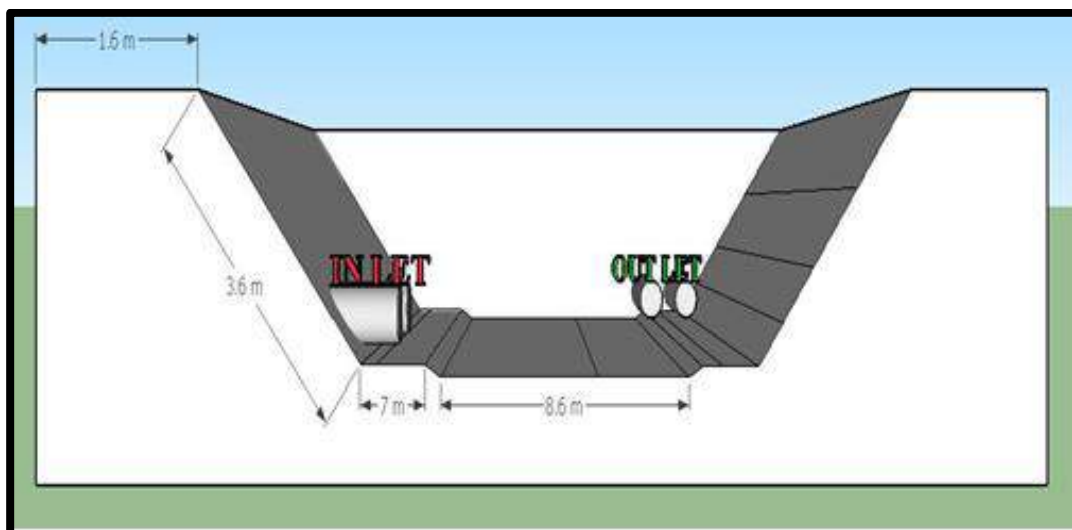
**Gambar 20.** Desain dan konstruksi pintu air (Suyanto dan Mujiman 1999)

### g. Saluran Tambak

Prinsip dalam membuat desain saluran air di tambak adalah

- Dapat menjamin tata irigasi dan tata penegelolaannya serta pasok air
- Perlu dibuat pinyu air agar dapat mengendalikan pasok air
- Menjamin kemudahan kerja, keamanan usaha dan efisiensi penggunaan air.

Desain saluran Saluran tambak pada umumnya termasuk tipe terbuka dengan penampang berbentuk trapesium terbalik dan airnya mengalir secara gravitasi. Namun ada kalanya berupa saluran tipe tertutup seperti yang banyak dipakai pada tambak intensif. Tipe tertutup biasanya dipakai untuk menyalurkan air yang dipompa dari laut (Gambar 5).



**Gambar 21.** Saluran inlet dan outlet

Karena menggunakan pompa, maka debit air yang diperoleh tergantung pada kapasitas pompa yang digunakan. Pada umumnya cara seperti ini diterapkan bila sumber air yang ada di sekitar tambak sangat kotor, sehingga terpaksa harus mengambil air dari tengah laut yang kondisi airnya masih bersih. Cara tersebut membutuhkan biaya operasional tinggi dan hanya mampu memasok air tambak untuk beberapa hektar saja. Untuk unit-unit tambak yang luasnya mencapai puluhan hektar, pemakaian saluran tertutup sangat mahal dan tidak efisien. Untuk itu, lebih sesuai bila menggunakan saluran tipe terbuka. Desain saluran meliputi: penentuan kemiringan saluran, lebar dasar saluran, dan kemiringan dinding saluran. Di samping itu, perlu pula dipertimbangkan kegunaan lain, misalnya untuk penampungan sementara udang yang akan ditebar ke petakan lain. Bila diperuntukkan untuk tujuan ini, maka dasar saluran perlu diperdalam sekitar 0,3 m lebih rendah dari dasar tambak.

Kemiringan saluran Salah satu prinsip pengelolaan tambak adalah tambak harus dapat dikeringkan tuntas secara gravitasi. Agar dapat dikeringkan tuntas, maka dasar saluran harus lebih rendah dari dasar tambak. Berarti, saluran tambak harus dibuat landai ke arah pintu utama. Dengan demikian, lantai pintu utama merupakan titik terendah di seluruh hamparan tambak. Selanjutnya semakin mendekati tambak, elevasi dasar saluran semakin tinggi. Kemiringan saluran ditentukan oleh kondisi pasang surut air laut dan jarak antara sumber air dengan daerah tambak. Di lokasi yang kisaran pasang surutnya rendah, kemiringan saluran cenderung landai. Di daerah seperti ini diperlukan dasar saluran yang lebih rendah agar saluran masih terisi air pada saat surut atau pasang rendah, sehingga memungkinkan untuk mengisi air dengan bantuan pompa.

Kapasitas saluran direncanakan agar dapat memenuhi kebutuhan air bagi seluruh hamparan tambak (debit air masuk) dan mampu membuang air tambak sesuai yang diperlukan (debit air keluar). Bila pemasukan dan pengeluaran air dilakukan pada saluran yang sama, maka kapasitas saluran harus didasarkan pada debit air yang paling besar. Bila sistem irigasinya terpisah, maka desain kapasitas saluran didasarkan pada debit air masing-masing. Perlu diingat, bahwa kebutuhan air untuk seluruh hamparan tambak belum tentu dapat dipenuhi seluruhnya secara gravitasi, karena adanya faktor pembatas berupa kisaran pasang surut. Perkiraan debit air masuk dilakukan dengan menentukan persentase pergantian air per hari yang diperlukan untuk seluruh tambak pada waktu air pasang. Pada kenyataannya pasang surut air laut per siklus berlangsung 14 jam. Setengah dari siklus tersebut, pada waktu air surut, tidak dapat dimanfaatkan untuk pemasokan air kedalam tambak. Waktu 7 jam tersebut berfungsi efektif bila tambaknya belum berisi air. Untuk tambak yang telah berisi air atau yang perlu ganti air sebagian, maka harus menunggu beberapa saat sampai air dalam saluran lebih tinggi daripada air dalam tambak. Oleh karena itu, waktu pasang yang betul-betul efektif untuk ganti air diperkirakan hanya sekitar 5 jam per siklus pasang. Dengan

demikian, debit air masuk per hari hanya dihitung 5 jam. Dalam perkiraan, debit air masuk yang digunakan untuk menentukan kapasitas saluran tidak didasarkan pada volume air tambak seluruhnya, melainkan pada volume air yang harus diganti per hari untuk seluruh tambak. Perlu diketahui, tidak seluruh tambak harus diganti airnya setiap hari, tergantung tingkat teknologi yang diterapkan. Untuk itu, perlu diperkirakan persentase dari seluruh tambak yang harus diganti airnya setiap hari dan persentase yang harus diganti pembudidaya pada setiap pergantian air.

Membuat desain saluran, kecepatan aliran air harus ditentukan yang sesuai, sehingga aliran air tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat. Aliran air yang terlalu cepat dapat menyebabkan erosi pada dinding saluran, sedangkan aliran yang terlalu lambat dapat menimbulkan sedimentasi atau pengendapan yang akan mempercepat pendangkalan. Kecepatan maksimum aliran yang dapat ditolerir pada tanah endapan aluvial tanpa menimbulkan erosi adalah 1,52 m/dt. Agar tidak terjadi pengendapan pada saluran yang permukaannya berupa tanah, maka kecepatan aliran air pada saluran sebaiknya lebih dari 0,3 m/dt. Biasanya kecepatan aliran air pada saluran-saluran yang permukaannya dari tanah adalah 0,5–0,7 m/dt (Ilyas dkk., 1987). Lebar dasar saluran erat kaitannya dengan debit air yang diperlukan dan tergantung pada kecepatan aliran. Dalam mekanika fluida, aliran suatu zat cair dibedakan menjadi aliran tidak tetap dan aliran seragam (Wheaton, 1977). Aliran tidak tetap adalah aliran yang tidak berubah menurut waktu, sedangkan aliran seragam adalah aliran yang berubah menurut tempat. Aliran air dalam saluran terbuka termasuk aliran seragam di mana air mengalir karena gravitasi sehingga tetap. Aliran air dalam saluran tambak dianggap sebagai aliran seragam.

Kemiringan dinding saluran Kemiringan dinding saluran tergantung pada tekstur tanah. Kemiringan yang terlalu curam dapat mengakibatkan longsornya dinding saluran karena gerusan aliran air. Kecepatan penggerusan dinding saluran tergantung pada jenis tanah dan bentuk penampang saluran. Pada kecepatan aliran yang sama, tanah berbutir halus biasanya tergerus lebih cepat daripada tanah yang berbutir kasar. Bahan dasar tanah saluran cenderung menyatu selama penggunaan saluran, sehingga daya tahannya terhadap gerusan meningkat. Pada umumnya kemiringan dinding saluran pada tanah aluvial dengan tekstur liat dibuat 1:1 dan bila berpasir dibuat 1,5:1 atau 2:1; tergantung kandungan pasirnya. Tabel 3 menunjukkan kemiringan dinding saluran yang umum dipakai sebagai saluran yang tidak berlapis. Pada sistem irigasi yang menggunakan saluran pemasukan dan pengeluaran terpisah, pertimbangan untuk menentukan lebar saluran agak berbeda. Saluran pengeluaran pada sistem irigasi terpisah menghendaki agar selalu terdapat perbedaan tinggi tekanan antara tambak dan saluran. Berarti, permukaan air dalam saluran selalu lebih rendah dari permukaan air dalam tambak agar air dapat mengalir. Hal ini dapat dipenuhi bila dasar saluran

dibuat cukup lebar agar permukaan air selalu rendah, walaupun hal ini dipengaruhi oleh tingginya pasang surut. Sebaliknya, untuk saluran pemasukan diperlukan tinggi tekanan yang lebih besar di saluran daripada di tambak agar air dapat selalu mengalir kedalam tambak.



**Gambar 21.** Saluran air tambak dengan konstruksi beton (kiri) dan kayu/bambu (kanan)

#### **h. Saluran Pembuangan (Outlet)**

Air limbah tambak perlu dikelola sebelum disalurkan ke luar agar tidak mencemari lingkungan sekitar. Mirip dengan tandon inlet, saluran outlet ini juga sebaiknya dilengkapi dengan biofilter seperti mangrove, kerang, dan rumput laut sehingga dapat disebut juga sebagai tandon Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL). Berdasarkan Kepmen 28/2005 Tentang Pedoman Umum Budidaya Udang di Tambak, harus ada Manajemen Efluen dan Limbah Padat, untuk memenuhi standar kualitas air yang dibuang ke laut, yaitu: Standar kualitas air limbah yang akan dibuang.

Petak atau saluran pembuangan dapat berbeda-beda setiap petambak. Tidak hanya satu cara, tetapi ada beberapa cara lain untuk mengolah limbah budidaya udang seperti yang dapat disimak di artikel ini.

Air buang sebelum digunakan untuk resirkulasi atau dibuang ke saluran umum harus diolah dengan biofilter untuk menghindari cemaran bahan organik dan cemaran lingkungan.

**B Praktek Unjuk Kerja**

Judul Modul	: Merancang Tata Letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya
Elemen Kompetensi 3	: Membuat desain dan konstruksi wadah budidaya
Alat dan Bahan	:
1. Alat	: Alat peraga, Alat hitung, <i>Flip chart</i> , Perlengkapan diskusi kelompok
2. Bahan	: Bahan Ajar
Waktu	: 1 JP (@45 menit)

No.	Kriteria Unjuk Kerja	Urutan Kerja/Kegiatan	Alat Bantu
1.	Jenis, ukuran/kapasitas dan fungsi wadah-wadah dijelaskan	<ol style="list-style-type: none"> <li>Menjelaskan ukuran dan kapasitas wadah pemeliharaan di tambak</li> <li>Menjelaskan ukuran dan kapasitas wadah pemeliharaan di kolam plastik atau beton</li> </ol>	Bahan ajar, Alat peraga, Alat hitung, <i>Flip chart</i> , Perlengkapan diskusi kelompok
2.	Perspektif konstruksi setiap bagian wadah (inlet, outlet atau pintu air, kedalaman wadah, profil dan konstruksi pematang, dan bagian-bagian lain) digambar	<ol style="list-style-type: none"> <li>Menggambar profil wadah pemeliharaan kolam plastik atau beton</li> <li>Menggambar profil pematang dan saluran air pada petakan tambak udang</li> </ol>	Bahan ajar, Alat peraga, <i>Flip chart</i> , Perlengkapan diskusi kelompok

### C Evaluasi

Nama Peserta	:	
Judul Modul	:	<b>Merancang Tata Letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya</b>
Elemen Kompetensi 3	:	Membuat desain dan konstruksi wadah budidaya

1. Jelaskan ukuran dan kapasitas wadah pemeliharaan di tambak!	
2. Jelaskan ukuran dan kapasitas wadah pemeliharaan di kolam plastik atau beton!	
3. Gambar profil wadah pemeliharaan kolam plastik atau beton!	
4. Gambar profil pematang dan saluran air pada petakan tambak udang!	
Nilai	
K	: Kompeten
BK	: Belum Kompeten
	Paraf Pelatih : .....

## D Kemajuan Berlatih

Nama Peserta	:
Judul Modul	: <b>Merancang Tata Letak, Desain, dan Konstruksi Wadah Budidaya</b>
Elemen Kompetensi 3	: Membuat desain dan konstruksi wadah budidaya

No.	Kriteria Unjuk Kerja	Urutan pekerjaan	Tingkat Kemajuan yang dicapai		Catatan
			K	BK	
1.	Jenis, ukuran/kapasitas dan fungsi wadah-wadah dijelaskan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan ukuran dan kapasitas wadah pemeliharaan di tambak</li> <li>2. Menjelaskan ukuran dan kapasitas wadah pemeliharaan di kolam plastik atau beton</li> </ol>			
2.	Perspektif konstruksi setiap bagian wadah (inlet, outlet atau pintu air, kedalaman wadah, profil dan konstruksi pematang, dan bagian-bagian lain) digambar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menggambar profil wadah pemeliharaan kolam plastik atau beton</li> <li>2. Menggambar profil pematang dan saluran air pada petakan tambak udang</li> </ol>			
Keterangan:					
K : Kompeten					
BK : Belum Kompeten					
Paraf Peserta : ....			Paraf Pelatih : ...		



## **PENUTUP**

Modul ini disusun sebagai acuan dalam proses Pelatihan Peningkatan Produktifitas Budidaya Udang yang Berkelanjutan (SIP 101). Segala petunjuk penggunaan modul ini hendaknya dapat dilakukan untuk tercapainya tujuan dan sasaran pelatihan. Hal-hal yang tidak termuat dalam modul ini namun relevan dengan materi dapat diberikan sebagai pengayaan. Semoga modul ini dapat memberikan manfaat bagi penggunanya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2003. Master Plan Pengembangan Budidaya Air Payau di Indonesia. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Jakarta. 397 pp.
- Anonim. 2005. Revitalisasi Perikanan Budidaya 2006-2009. Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta. 275 pp.
- Bose, A.N., S.N. Ghosh, C.T. Yang, and A. Mitra. 1991. Coastal Aquaculture Engineering. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi. 365 pp.
- Boyd, C.E. 1999. Codes of Practice for Responsible Shrimp Farming. Global Aquaculture Alliance, St. Louis, USA. 42 pp.
- Chanratchakool, P., J.F. Turnbull, S. Funge-Smith, and C. Limsuwan. 1995. Health Management in Shrimp Ponds. Second edition. Aquatic Animal Health Research
- Cholik, F. dan R. Arifudin. 1989. Desain, Tataletak, dan Konstruksi Tambak Udang. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Jakarta. 32 pp.
- Dela Cruz, C.R. 1983. Fishpond Engineering: A Technical Manual for Small-and Medium-scale Coastal Fish Farms in Southeast Asia. South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme, Manila. 180 pp.
- Farkan,M. 2006. Teknik Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vanamae*). BAPPL – STP Serang, Serang,. ISBN 979-3163-003.
- Farkan ,M. , D. Djokosetiyanto,D; Widjaja,R.S; Kholil and Widiatmaka.2016. Carrying Capacity Analysis of Area of Sustainable Shrimp Cultivation Based on Land Suitability and Water Availability in Coastal Bay of Banten Indonesia. Academia Journal of Agricultural Research 4(3): 000-000, April 2016 DOI: 10.15413/ajar.2016.0142 ISSN: 2315-7739 ©2016 Academia Publishing.
- Farkan, M ; Djokosetiyanto,DD; Widjaja,R.S; Kholil and Widiatmaka. 2017. Assessment area development of sustainable shrimp culture ponds (case ctudy the gulf coast Banten). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 54 (2017) 012077 doi:10.1088/1755-1315/54/1/012077. Scopus and Thomson Reuters Indirex Proceeding .
- Ilyas, S., F. Cholik, A. Poernomo, W. Ismail, R. Arifudin, T. Daulay, A. Ismail, S. Koesoemadinata, I N.S. Rabegnatar, H. Soepriyadi, H.H. Suharto, Z.I. Azwar, dan S. Ekowardoyo. 1987.
- Institute, Department of Fisheries, Kasetsart University Campus, Bangkok. 111 pp.
- Linsley, R.K. dan J.B. Franzini. 1985. Teknik Sumberdaya Air. Jilid 1, Edisi ketiga. Diterjemahkan oleh: D. Sasongko. Erlangga, Surabaya. 365 pp.
- Mustafa, A. 1998. Budidaya tambak di lahan gambut: studi kasus di Sulawesi Selatan. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. XVII(3): 73—82.

- Mustafa, A. 2007. Improving Acid Sulfate Soils for Brackish Water Ponds in South Sulawesi, Indonesia. Ph.D. Thesis. The University of New South Wales, Sydney. 418 pp.
- Mustafa, A. and J. Sammut. 2007. Effect of different remediation techniques and dosages of phosphorus fertilizer on soil quality and klekap production in acid sulfate soils affected aquaculture ponds. Indonesian Aquaculture Journal. 2(2): 141—157.
- Mustafa, A. dan T. Ahmad. 1996. Alternatif Pemanfaatan Kawasan Mangrove bagi Perikanan. Disampaikan pada Rapat Koordinasi dan Pengelolaan Hutan Mangrove, Palopo, 12-13 Juni 1996. Balai Penelitian Perikanan Pantai, Maros. 19 pp.
- Mustafa, A., A. Hanafi, dan B. Pantjara. 1995. Konstruksi pematang tambak tanah gambut untuk pendederan benih udang Windu (*Penaeus monodon*) dan nener ikan bandeng (*Chanos chanos*). J. Pen. Per. Indonesia. 1(2): 48—64.
- Mustafa, A., A. Hanafi, dan T. Ahmad. 1992. Pengelolaan kawasan hutan mangrove untuk budidaya tambak. Dalam: S. Sunarno, H. Mansur, Rachmansyah, A. Mustafa, dan A. Hanafi, (eds.) Prosiding Lokakarya Ilmiah Potensi Sumberdaya Perikanan Maluku. Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Maros. p. 124—133.
- Mustafa, A., Utojo, Hasnawi, dan Rachmansyah. 2006. Validasi data luas lahan budidaya tambak di Kabupaten Maros dan Pangkep, Provinsi Sulawesi Selatan dengan menggunakan teknologi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. Jurnal Riset Akuakultur. 1(3): 419—430.
- Mustafa. 2007. Teknik Pengapuran pada Pematang Tambak Tanah Sulfat Masam. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, Maros. 2 pp.
- Peraturan Menteri Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 35/Permen-Kp/2016 Tentang Cara Pembenihan Ikan Yang Baik, Kementerian Kelautan Dan Perikanan, Jakarta
- Peraturan Direktur Jenderal Perikanan Budidaya Nomor 65/Per-Djpb/2015 . Tentang Petunjuk Pelaksanaan Sertifikasi Cara Budidaya Ikan Yang Baik, Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Jakarta.
- Petunjuk Teknis bagi Pengoperasian Unit Usaha Pembesaran Udang Windu. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Jakarta. 100 pp.
- Poernomo, A. 1988. Pembuatan Tambak Udang di Indonesia. Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Maros. 40 pp. Tarunamulia, J. Sammut, dan A.
- Wheaton, F.W. 1977. Aquaculture Engineering. John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto.
- Widigdo, B. 2003. Permasalahan dalam budidaya udang dan alternatif solusinya. Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia. 10(1): 18—23.

